การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

An Action Research on Developing the Interpret Data and Evidence Scientifically Competency in the Topic of Photosynthesis Using Argument–Driven Inquiry Model Learning Management for Grade 11 Students

จิรารัตน์ แสงศร[1*], สุรีย์พร สว่างเมฆ[2], และ ปราณี นางงาม[3]
Jirarat Saengson[1*], Sureeporn Sawangmek[2], and Pranee Nangngam[2]

[1]สาขาชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[1]Major of Biology, Faculty of Education, Naresuan University

[2]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2]Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[3]Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University

[*]ติดต่อผู้เขียน jiraratsaengson@gmail.com

ส่งบทความ 23 พฤษภาคม 2559 | แก้ไข 10 สิงหาคม 2559 | ตอบรับ 17 สิงหาคม 2559 | เผยแพร่ 22 พฤศจิกายน 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง และ 2) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนโครงการส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้อง รวม 41 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียน และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ การยกสถานการณ์ และรูปภาพประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจ และการกำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียนล่วงหน้า ช่วยให้นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานที่ถูกมอบหมายได้ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง การสืบค้นหรือการบันทึกผลด้วยตนเองเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับการอภิปรายโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ ทำให้เกิดการแยกแยะข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการโต้แย้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลอีกครั้งและให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานตนเอง การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูล วิเคราะห์และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และ 2) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

คำสำคัญ: การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง, สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้, การสังเคราะห์ด้วยแสง

Abstract

The objectives of this action research were to study 1) the Argument–Driven Inquiry (ADI) model learning management in developing the interpret data and evidence scientifically competency in the topic of photosynthesis and 2) the effect of Argument–Driven Inquiry model learning management to develop the Interpret data and evidence

scientifically competency. The participants were 41 eleventh grade students of the Science, Mathematics and Technology program from a school in Phitsanulok of the 2015 academic year. The research instruments were the 3 lesson plans using ADI model and the data were collected by the reflective learning of teachers, the learning experience record of student and the interpretation of data and scientific evidence on photosynthesis test. The results indicated that 1) the ADI model learning management for develop the Interpret data and evidence scientifically competency should have characteristics were showing event, picture with question that stimulated their interest. In addition, students should inquiry the information about the basic content before studying that help students to predict the answer in assignment. Moreover, open the opportunity to students designed to collect data, experiment, inquiry or data recording by themselves for took this data to construct an initial argument for discussion and argument with another group. This affected to occur arguments distinguishing and scientific arguments evaluation. After argumentation that teacher and students discussed and concluded data together and assigned students to write the investigation report, assessed their friend's report and revised their report. This affected to students identify an assumption, transform data, analysis and interpret data and explained reason leading to reasonable conclusion. Additionally, 2) student's interpret data and evidence scientifically competency posttest score of higher more than pretest score by using ADI model learning management at the .05 significant statistically.

Keywords: Argument–Driven Inquiry model, the Interpret data and evidence scientifically competency, leaning management, photosynthesis

บทนำ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ถูกประเมินในการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA: Program for International Student Assessment) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 โดยเดิมใช้ชื่อว่าสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนชื่อเป็นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในการประเมินปี ค.ศ. 2015 เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้นเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม โดยเพิ่มการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ และการประเมิน ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 51) โดยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะที่แสดงถึงความสามารถในการระบุความเชื่อมโยงของตรรกะหรือข้อบกพร่องระหว่างประจักษ์พยาน การประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้งต่างๆ และนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน หากนักเรียนขาดสมรรถนะนี้ส่งผลทำให้ขาดความสามารถต่างๆ ได้แก่ การแปลงผลข้อมูล การวิเคราะห์และแปลข้อมูล การระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐาน เหตุผล ข้อสรุป และการแยกแยะ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และมีข้อจำกัดในการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และจากผลการประเมินของโครงการ PISA 2006 สะท้อนให้เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยปกติมักจะให้ความสำคัญกับการใช้ความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการสอนให้นักเรียนรู้จักการนำหลักการทฤษฎี ข้อเท็จจริง และสาระเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนด้านนี้เพิ่มเติม และใช้ความรู้ความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์, 2551, น. 58-79) เมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนาให้มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์แล้วจะส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาซึ่งเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจ และคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมีเช่นกัน (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ปี ค.ศ. 2006 ซึ่งเป็นปีที่มีการประเมินเน้นการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนทั่วโลกแสดงจุดอ่อนมากสุด ส่วนนักเรียนไทยแสดงสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงสุด แต่คะแนนสมรรถนะด้านนี้ก็ยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของ OECD (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์, 2551, น. 58-66) และสอดคล้องกับสิ่งที่พบในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาในชั้นเรียนของผู้วิจัยซึ่งพบว่า รายงานผลการทดลอง เช่น

การศึกษาโครงสร้างภายนอกของปอดหมู การหาปริมาตรของอากาศในการหายใจออก เป็นต้น นักเรียนยังไม่สามารถออกแบบการนำเสนอ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล ระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงไม่มีการกล่าวอ้างหลักฐานที่จะมาสนับสนุนการนำมาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ โดยครูต้องสร้างตัวอย่างการบันทึกผลให้นักเรียนเสมอ ปัญหานี้เกิดจากนักเรียนได้รับการฝึกฝนด้านนี้น้อย รวมถึงการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่มักเป็นการบรรยาย ลดเวลาในการทำการทดลอง ครูมีการออกแบบการบันทึกผลมาให้นักเรียนแล้ว รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสอบถามครูชีววิทยาที่เคยสอนนักเรียนห้องนี้ พบว่า นักเรียนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแปลผลข้อมูล การอภิปรายผล และการสรุปผล รวมถึงขาดการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนในภาคทฤษฎีมาสู่การอภิปรายผล ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวัดสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยตัวอย่างข้อสอบในปี ค.ศ. 2006, 2009 และ 2012 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของสมรรถนะนี้เท่ากับ 5.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.14 จัดอยู่ในระดับการรู้วิทยาศาสตร์ด้านสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์การประเมินของโครงการ PISA ในปี ค.ศ. 2006 ในระดับที่ 2 ซึ่งถือว่ายังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมการรู้วิทยาศาสตร์ของ OECD ซึ่งจัดอยู่ในระดับ 3 (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์, 2551, น. 47-54)

นอกจากนี้หน่วยการเรียนรู้การสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นมีความสำคัญต่อนักเรียน เพราะแนวคิดพื้นฐานของเรื่องนี้มีความสำคัญต่อการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ทางชีวภาพ เช่น การถ่ายเทพลังงาน การใช้พลังงาน และหลักการเกี่ยวกับนิเวศวิทยา (Lumpe & Staver, 1995) ดังนั้นการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงจัดว่าเป็นกระบวนการทางชีวภาพที่สำคัญควรแก่การศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) การเรียนเรื่องนี้ให้เข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่ต้องใช้จินตนาการ เพราะลักษณะของเนื้อหาเป็นนามธรรมและทฤษฎี รวมถึงส่วนใหญ่การจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้นี้มักเน้นการบรรยาย ซึ่งส่งผลต่อเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย (นพดล บุญภา, 2551) ถ้าหากนักเรียนรู้เพียงทฤษฎี แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ก็ไม่เกิดประโยชน์ใดๆ ดังนั้นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมากขึ้น จำเป็นต้องมีการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง การให้เหตุผลการโต้แย้งทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์นั่นเอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการนำมาใช้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model: ADI) ซึ่งคิดค้นโดย Victor Sampson ในปี ค.ศ. 2009 และปรับปรุงในปี ค.ศ. 2014 มี 8 ขั้น ได้แก่ ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ สามารถส่งเสริมการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ (Sampson, 2014) ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สามารถพัฒนาการระบุหลักฐานและการให้เหตุผล (Hodson, 2008) ส่งเสริมการแปลงข้อมูลและวิเคราะห์ แปลความข้อมูล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (Walker, Sampson, & Zimmerman, 2011) ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ช่วยพัฒนาความสามารถการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน (Walker & Sampson, 2013, pp. 564-566) ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ และขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน สามารถพัฒนาความสามารถเดียวกันกับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และสุดท้ายขั้นการปรับปรุงรายงาน นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้นี้ยังส่งเสริมการตรวจสอบข้อมูล การสื่อสาร และการเขียนรายงานผลการตรวจสอบมากขึ้น (Sampson, Groom, & Walker, 2011) รวมถึงทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่ดี (สันติชัย อนุวรชัย, 2553)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนี้ต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงแก่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานใน

เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (action research) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis กับ Schmuck (อ้างถึงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) ซึ่งเน้นการใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนโครงการส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (Science, Mathematics and Technology: SMAT) ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้อง รวม 41 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์แสงและโฟโตเรสไพเรชัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 และ CAM และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ซึ่งมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.51) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

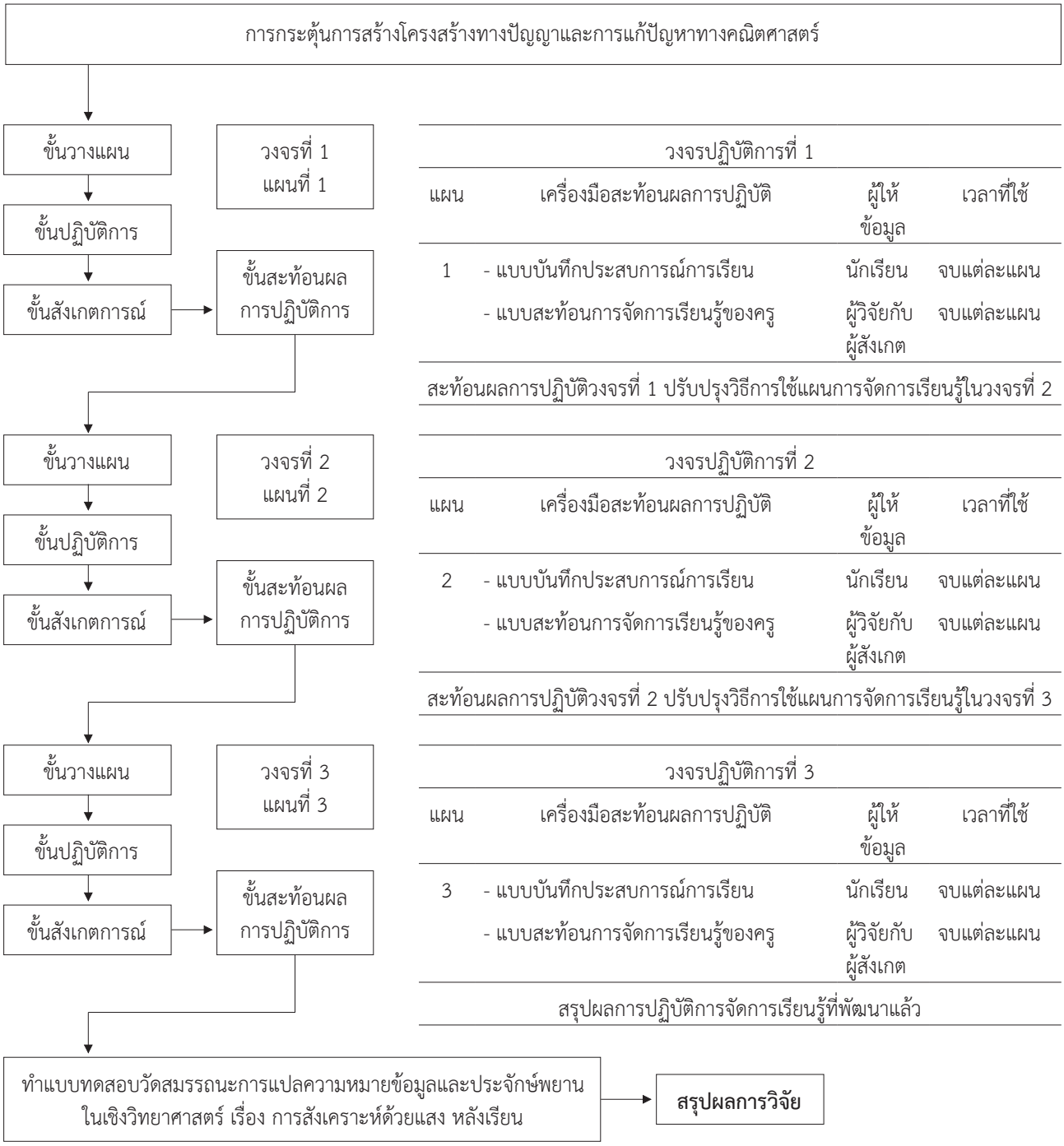
2. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูหรืออาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยาอย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย หรือผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง

3. แบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียน เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนเขียนหลังจากเรียนรู้เสร็จในแต่ละวงจรการจัดการเรียนรู้

4. แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวนข้อคำถาม 16 ข้อ โดยเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบอิสระและตอบเชิงซ้อน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1 จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยการทดลองใช้มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25-0.69 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.63 และความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ถึง 28 มกราคม พ.ศ. 2559 ซึ่งดำเนินการโดยใช้การจัดการเรียนรู้ระหว่างการปฏิบัติการทดลองตามวงจรทั้ง3 วงจร ดังแผนภูมิที่ 1



วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผน	เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1	- แบบบันทึกประสบการณ์การเรียน	นักเรียน	จบแต่ละแผน
	- แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู	ผู้วิจัยกับผู้สังเกต	จบแต่ละแผน
สะท้อนผลการปฏิบัติวงจรที่ 1 ปรับปรุงวิธีการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2			

วงจรปฏิบัติการที่ 2

แผน	เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
2	- แบบบันทึกประสบการณ์การเรียน	นักเรียน	จบแต่ละแผน
	- แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู	ผู้วิจัยกับผู้สังเกต	จบแต่ละแผน
สะท้อนผลการปฏิบัติวงจรที่ 2 ปรับปรุงวิธีการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3			

วงจรปฏิบัติการที่ 3

แผน	เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
3	- แบบบันทึกประสบการณ์การเรียน	นักเรียน	จบแต่ละแผน
	- แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู	ผู้วิจัยกับผู้สังเกต	จบแต่ละแผน
สรุปผลการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว			

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 3 วงจร

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู และแบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียนมาทำการวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการให้รหัสข้อมูล จัดกลุ่มแล้วสรุปข้อมูลเป็นความเรียง แล้วทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้า (triangulation) แบบวิธีการเก็บข้อมูล (method triangulation)

2. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test for dependent samples ด้วยโปรแกรม SPSS V.17.0

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครูและแบบบันทึกประสบการณ์หลังเรียนมาวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรของการวิจัยปฏิบัติการ และผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ควรมีลักษณะดังนี้

ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ เป็นการนำเข้าสู่กิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่กำหนด โดยครูสร้างความสนใจด้วยการยกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การเกิดสภาวะดินเค็ม การที่สาหร่ายอยู่ในน้ำที่ปนเปื้อนโลหะหนัก หรือภาพที่สื่อถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เพื่อนำไปสู่เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียน จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นรายกลุ่มอีกครั้งโดยการให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับหัวข้อที่ได้สืบค้น แล้วสรุปเนื้อหาร่วมกันหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูนำเสนอหัวข้อเรื่องที่จะตรวจสอบด้วยการถามคำถามนำ เช่น “เมื่อเกิดสภาวะดินเค็ม กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 และ พืช CAM จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร”หรือ “อุณหภูมิและความเข้มแสงในปริมาณเท่าใดส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในสาหร่ายหางกระรอกที่ปลูกในสภาวะที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนได้มากที่สุด” เป็นต้น และให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของคำถามที่ครูสร้างขึ้น เวลาในขั้นนี้ไม่ควรเกิน 1 ชั่วโมง

ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนที่มีสมาชิกในกลุ่มประมาณ 6-7 คน โดยถ้าเนื้อหาที่เรียนสามารถทำการทดลองได้ เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งมีวิธีการทดลองมาแล้วนั้นครูจะให้นักเรียนออกแบบการบันทึกผล แต่ถ้าเนื้อหาที่เรียนยากต่อการทดลอง เช่น กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 และ พืช CAM หรือใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนาน ครูจะเลือกให้นักเรียนทำการตรวจสอบข้อมูลด้วยการสืบค้นหาคำตอบจากคำถามนำในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ จากนั้นให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลเอง และทุกครั้งที่นักเรียนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือการบันทึกผล ครูต้องตรวจสอบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการบันทึกผลอีกครั้ง ถ้าเนื้อหานั้นเลือกการตรวจสอบข้อมูลด้วยการสืบค้น ควรให้นักเรียนค้นหาข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือภาษาอังกฤษ หนังสือภาษาไทย งานวิจัยต่างๆ และครูควรเตรียมหนังสือและสื่อต่างๆ ไว้ด้วยเช่นกัน แต่ถ้าทำการทดลองควรให้นักเรียนอ่านวิธีการทดลองให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อที่นักเรียนจะได้ออกแบบการบันทึกผลและปฏิบัติการไม่ผิดพลาด นอกจากนี้ครูควรทำการทดลองก่อนล่วงหน้าด้วยตนเอง เช่น วงจรที่ 1 ผู้วิจัยได้ทดลองสกัดสารสีและหาปริมาณน้ำตาลในพืชด้วยตนเองก่อนให้นักเรียนทดลองจริง รวมถึงหาข้อมูลการหาค่าปริมาณน้ำตาลเมื่อเทียบจากค่าดูดกลืนแสง เป็นต้น เพื่อพร้อมในการตอบคำถามเมื่อนักเรียนทำการทดลอง และเตรียมอุปกรณ์การทดลอง เช่น หลอดทดลอง บีกเกอร์ เครื่องชั่งสาร เครื่องให้ความร้อน สารเคมี และพืชตัวอย่าง เป็นต้น ให้เพียงพอ รวมถึงเตรียมอุปกรณ์สำรองเพิ่มเติม ถ้าเลือกวิธีการทดลองพบว่าใช้เวลาในขั้นนี้ไม่เกิน 4 ชั่วโมง แต่ถ้าเลือกวิธีการสืบค้นพบว่า ใช้เวลาในขั้นนี้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง หรือสามารถให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเป็นการบ้าน

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ครูแจกกระดาษชาร์ตเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากทดลองหรือการสืบค้นมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ 1) คำถามของการตรวจสอบที่ครูมอบให้ในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ 2) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถามนำในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ ซึ่งเป็นข้อยืนยัน ข้อสันนิษฐาน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 3) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือผลการทดลองที่ได้เพื่อสนับสนุนข้อสรุป และ 4) เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ข้อโต้แย้งชั่วคราวดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้ง

ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการโต้แย้ง กิจกรรมในขั้นนี้ส่งผลให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ประเมินข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น และได้แปลข้อมูล รวมถึงสามารถแสดงเหตุผลประกอบหลักฐานที่นำมาได้ และมีการอ้างอิงหลักฐานหรือเหตุผลที่สืบค้นมาเพิ่มเติม นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า กิจกรรมในขั้นนี้ควรทำควบคู่กับขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากภายในกลุ่มมีนักเรียน 6-7 คน ซึ่งมีจำนวนมากพอที่จะแบ่งหน้าที่กันในการทำการทดลองและเตรียมเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราว ทำให้ช่วยลดปัญหาในด้านเวลาให้ลดลงได้ และครูควรชี้แจงแนวการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง ส่วนเวลาในการทำกิจกรรมในขั้นนี้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง

ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการอภิปรายผลหรือข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน รวมถึงระบุหลักฐานการได้มาของคำตอบและคำกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุนจากที่เขียนไว้ในกระดาษของแต่ละกลุ่ม หลังจากที่นำเสนอเสร็จ ครูจะมีการจับสลากสุ่มกลุ่มที่รับฟังให้แสดงความคิดเห็น วิพากษ์โต้แย้งหรือยอมรับข้อมูลของกลุ่มที่ได้ฟังครั้งละ 2 กลุ่ม เพื่อลดระยะเวลาในการทำกิจกรรม นอกจากนี้ครูต้องชี้แจงการแสดงข้อโต้แย้งก่อนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือยกตัวอย่างการแสดงข้อโต้แย้ง เช่น กลุ่มนำเสนอได้เสนอว่า กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 และพืช CAM จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะ ..(เหตุผล) แต่กลุ่มที่แสดงข้อคิดเห็นอาจเสนอว่า กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 และ พืช CAM จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เหตุผลของกลุ่มเราเป็นแบบนี้นะ คือ .... ซึ่งน่าจะถูกกว่า เป็นต้น เพื่อหลีกเลี่ยงการแสดงความคิดเห็นที่เป็นการถามเพื่ออยากรู้ รวมถึงครูต้องควบคุมชั้นเรียนโดยให้นักเรียนตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอเพื่อสามารถแสดงข้อคิดเห็นได้อย่างรวดเร็ว โดยกิจกรรมการโต้แย้งนั้นมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ความเข้มแสง กลไกการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง 4) นักเรียนกลุ่มอื่นๆ ที่ร่วมฟังมีการแสดงความคิดเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ครูแนะนำนักเรียนเสมอว่าเมื่อเพื่อนนำเสนอข้อคิดเห็นต่อกลุ่มนำเสนอ สมาชิกในกลุ่มต้องจดบันทึกทุกความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การทำการแยกแยะข้อโต้แย้งว่าเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่นๆ เมื่อนำเสนอเสร็จแต่ละกลุ่มต้องทำการแยกแยะข้อโต้แย้งด้วยกัน ให้เวลาไม่เกิน 5 นาที รวมถึงก่อนการแยกแยะครูได้ยกตัวอย่างว่าข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งแบบไหนเป็นประเภทอะไร เพื่อให้นักเรียนได้ทำการแยกแยะได้ถูกต้อง รวมถึงเมื่อทำการแยกแยะข้อโต้แย้งแล้ว นักเรียนต้องทำการประเมินข้อโต้แย้งและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน พร้อมบอกเหตุผล เพื่อนำมาสู่การปรับปรุงงานของตนเอง และกิจกรรมในขั้นนี้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง

ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ชัดเจน โดยร่วมกับนักเรียนในการอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือสืบค้น ซึ่งสุ่มนักเรียนออกมาวิเคราะห์ผลข้อมูลต่างๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มแรกครูจะเลือกข้อมูลจากกลุ่มที่นำเสนอมา 1 กลุ่ม แล้วทำการวิเคราะห์ แปลข้อมูล และให้เหตุผลเป็นแบบอย่างให้แก่นักเรียนก่อน จากนั้นเลือกข้อมูลกลุ่มใหม่แล้วให้นักเรียนทั้งห้องหรือสามารถสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ แปลข้อมูล และให้เหตุผลอีกครั้ง รวมถึงครูได้เสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ขาดหายไป และแนวคิดเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น การรู้วิทยาศาสตร์ เช่น กฎของการทดลอง หรือ การตรวจสอบจากผู้อื่น โดยใช้การถามตอบระหว่างครูและนักเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนประเมินผลการตรวจสอบที่ได้จากการทำการตรวจสอบนั้นๆ และร่วมกันสะท้อนวิธีปรับปรุงการออกแบบการตรวจสอบในครั้งต่อไป รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนจะเข้าสู่เนื้อหาต่อไป

ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ ครูแจกแบบฟอร์มรายงานผลการสำรวจสอบ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานที่แสดงให้เห็นว่าได้อะไรบ้างจากการเรียนรู้ในส่วนของการตรวจสอบจากกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานผลการตรวจสอบประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการศึกษาคืออะไร คำตอบที่คาดคะเน วิธีการตรวจสอบ บันทึกผล สรุปและอภิปรายผล รวมถึงข้อโต้แย้งของนักเรียน และเอกสารอ้างอิงได้จากการสืบค้นมา ขั้นนี้ควรให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน แต่ถ้าเป็นการเขียนครั้งแรกควรมีการชี้แจงรายละเอียดของหัวข้อที่เขียนลงในรายงานผลการตรวจสอบให้ชัดเจน เมื่อนักเรียนได้เขียนรายงานผลการตรวจสอบ ส่งผลให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือสืบค้นให้อยู่ในรูปแบบของรูปภาพ กราฟ ตาราง เป็นต้น รวมถึงนักเรียนได้สรุปและอภิปรายผลที่ได้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การวิเคราะห์และแปลความข้อมูล รวมถึงระบุเหตุผลที่ได้นำความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ที่ได้ระหว่างการจัดการเรียนรู้มาอธิบาย นอกจากนี้นักเรียนยังมีการสืบค้นเหตุผลเพิ่มเติม และมีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลด้วยเช่นกัน

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน ครูรวบรวมรายงานผลการตรวจสอบที่ได้จากขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบแล้วแจกกลับให้นักเรียนพร้อมกับเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน แล้วให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเอง โดยครูแนะนำให้นักเรียนได้เสนอแนะเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับและให้เพื่อนได้ปรับปรุงงานของตนเอง ผู้วิจัยพบว่า ถ้าเวลาเรียนไม่เพียงพอ ควรแจกแบบประเมินพร้อมกับรายงานผลการตรวจสอบ เพื่อสะดวกต่อการแลกกับเพื่อนเมื่อทำรายงานเสร็จ นอกจากนี้ครูควรมีแนวคำตอบที่ถูกต้องของรายงานผลการตรวจสอบในเรื่องนั้นๆ ไว้ เพื่อเป็นแนวทางของการนำไปเป็นเกณฑ์การตรวจสอบของนักเรียน การที่นักเรียนได้เป็นผู้ประเมินรายงานของเพื่อน ทำให้นักเรียนเป็นทั้งผู้รู้และผู้ถูกตาม และทำให้ตนเองเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นและนักเรียนได้ตรวจสอบข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้ตรวจสอบแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ และได้ตรวจสอบการวิเคราะห์และแปลความข้อมูลและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากรายงานของเพื่อน

ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลสำรวจตรวจสอบของตนเองคืนแล้ว ครูให้นักเรียนได้แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคำแนะนำของเพื่อนมากขึ้น จากนั้นครูจะเป็นผู้ประเมินรายงานผลการตรวจสอบลำดับสุดท้าย

2. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง มาวิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยค่าหาเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการใช้สถิติ t-test for dependent samples ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เท่ากับ 9.37 คะแนน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เท่ากับ 13.46 คะแนน ส่งผลให้มีร้อยละผลต่างของคะแนนเท่ากับ 20.49 แล้วเทียบกับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=9.22) พบว่า สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ผลการวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (n=41)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลต่างร้อยละค่าเฉลี่ย	t	Sig.
1. แปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบ	ก่อน	4	2.66	66.46	.88	11.59	3.31*	.002
การนำเสนออื่นๆ	หลัง	4	3.12	78.05	.78			
2. วิเคราะห์และแปลความข้อมูลนำไปสู่การสร้าง	ก่อน	6	1.71	28.46	1.05	27.23	6.92*	.000
ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	หลัง	6	3.34	55.69	1.51			

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (n=41) (ต่อ)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลต่างร้อยละค่าเฉลี่ย	t	Sig.
3. ระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ก่อน	6	1.71	28.46	1.05	27.23	6.92*	.000
	หลัง	6	3.34	55.69	1.51			
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี ประจักษ์พยาน หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ	ก่อน	3	1.59	52.85	.89	10.56	2.24*	.031
	หลัง	3	1.90	63.41	.74			
5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่าง	ก่อน	3	1.56	52.03	.95	11.59	3.88*	.000
	หลัง	3	2.22	73.98	.14			
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อน	20	9.37	46.83	2.75	4.09	9.22*	.000
	หลัง	20	13.46	67.32	2.87			

*p<.05

จากตารางที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมากที่สุด โดยมีร้อยละผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 27.23 รองลงมาคือ ด้านการวิเคราะห์และแปลความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ด้านการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น และด้านการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ ซึ่งมีร้อยละผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 24.39, 21.95 และ 11.59 ตามลำดับ ส่วนด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ มีการพัฒนาน้อยที่สุด ซึ่งมีร้อยละผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 10.56 อย่างไรก็ตามผลของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านต่างๆ ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ การที่ผู้วิจัยใช้รูปภาพ การยกสถานการณ์ ร่วมกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น การเข้าตรวจสอบความรู้ที่ได้เป็นรายกลุ่มของครู การสรุปเนื้อหาร่วมกัน การชี้แจงวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และคำถามนำที่เหมาะสมซึ่งมีลักษณะที่นักเรียนต้องวิเคราะห์ข้อคำถามทำให้เกิดความสนใจนำไปสู่การอภิปรายด้วยเหตุผล และตรวจสอบข้อเท็จจริงได้ การตั้งคำถามที่ดีส่งผลให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง และนำมาสู่การโต้แย้ง สอดคล้องกับ Walker และ Sampson (2013, p. 565) ได้กล่าวว่า การที่

ครูชี้แจงวัตถุประสงค์และตั้งคำถามที่ดีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐานนำมาสู่การสรุปที่เหมาะสมและถูกต้อง คำถามนี้จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ ส่วนขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อกิจกรรมเป็นการทดลองซึ่งมีวิธีการทดลองมาแล้ว นักเรียนได้ออกแบบการบันทึกผล แต่หากกิจกรรมเป็นการสืบค้น นักเรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากการสืบค้นใช้เวลาน้อยกว่าการทดลอง โดยให้นักเรียนค้นหาข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือภาษาอังกฤษ หนังสือภาษาไทย งานวิจัยต่างๆ เป็นต้น หลักฐานหลายๆ แหล่งส่งผลต่อการได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง และพัฒนาการวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมที่ได้จากการทดลอง เพื่อใช้ข้อมูลที่วิเคราะห์นั้นในการตอบคำถาม (Bell, Smetana, & Binns, 2005) รวมถึงขั้นนี้เป็นการเตรียมนักเรียนต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง และเตรียมพร้อมต่อการเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Abrams, Southerland, & Evans, 2008)

ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว การที่ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือการสืบค้นมานำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น รวมถึงนักเรียนได้นำเสนอข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นการเสนอข้อสันนิษฐานจากหลักฐานที่มีอยู่ และแสดงเหตุผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ทำให้นักเรียนได้จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ช่วยให้นักเรียนสนใจและเห็นความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีความเข้าใจถึงบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Hodson, 2008) กิจกรรมในขั้นนี้จึงนับเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการตัดสินใจ รู้จักใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเพียงพอและน่าเชื่อถือเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย รวมถึงช่วยให้ครูและนักเรียนสร้างความคิด หลักฐานและเหตุผลในเชิงประจักษ์ พิจารณาคำอธิบายที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีอยู่ (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, pp. 43-44) รวมถึงแปลความข้อมูลที่ได้จากสืบเสาะหาความรู้ทั้งการทดลองหรือสืบค้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่าขั้นนี้สามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ วิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (Walker & Sampson, 2013, pp. 563-565) และควรทำควบคู่กับขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากภายในกลุ่มมีนักเรียน 6-7 คน ซึ่งมีจำนวนมากพอที่จะแบ่งหน้าที่กันในการทำการทดลองและเตรียมเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราว ทำให้ช่วยลดปัญหาในด้านเวลาให้ลดลงได้ และนักเรียนสามารถเพิ่มการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เมื่อครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราว รวมถึงระบุหลักฐานการได้มาของคำตอบและข้อกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุน และมีการโต้แย้งทำให้นักเรียนได้กล้าแสดงออกทางความคิดมากขึ้น ได้พิจารณาข้อโต้แย้งของเพื่อนซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson, Grooms, และ Walker (2009, p. 44) ที่ชี้ให้เห็นว่า “นักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นหากได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อน มีการสื่อสารข้อกล่าวอ้างในมุมมองของตนเอง และมีการประเมินข้อดีของความคิดที่แข่งขันกัน ซึ่งเป็นการช่วยให้ครูสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้” กิจกรรมนี้นักเรียนจะได้แยกแยะข้อโต้แย้งว่าเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่นๆ และมีการคัดเลือกข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงงานของตนเองและข้อสรุปที่ถูกต้อง ดังที่ Walker และ Sampson (2013, pp. 564-566) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการโต้แย้งจะพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานของทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น นำไปสู่การประเมินและตัดสินใจว่าถ้าหากหลักฐานมีหลากหลาย มีความเที่ยงตรง มีนัยสำคัญและเพียงพอจะนำไปสู่การส่งเสริมข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างได้ชัดเจนมากขึ้น ขั้นนี้ทำให้ความคิดเห็น หลักฐาน และเหตุผลต่างๆ ของนักเรียนที่แสดงออกมาถูกประเมิน โดยนักเรียนได้ประเมินทางเลือกของตนเองและกำจัดความคาดคะเนของตนเพื่อตัดสินใจนำไปสู่การสรุปได้ดีขึ้น และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนกัน สะท้อนถึงความคิดอันหลากหลายของนักเรียน รวมทั้งกลุ่มนักเรียนสามารถพิจารณาเกณฑ์สำหรับการอ้างอิงที่มีเหตุผล สอดคล้องกับ Kuhn และ Reiser (2006, p. 8, อ้างอิงใน Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 45) ได้กล่าวว่า “นักเรียนมีแนวโน้มที่จะยึดถือเกณฑ์บางประการ เช่น ความน่าเชื่อถือหรืออำนาจของครูในการตัดสินใจเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธความคิดในระหว่างการอภิปรายหรือโต้แย้ง ดังนั้นการกระตุ้นให้นักเรียนได้โต้แย้งนั้นจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแยกแยะความคิดที่จะใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เข้มงวด”

ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ โดยครูเป็นผู้นำร่วมกับนักเรียนในการอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือสืบค้น ช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์และแปลความผลข้อมูลต่างๆ นำไปสู่ข้อสรุปร่วมกันอย่างเหมาะสมและความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนรู้ได้ถูกต้อง ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนจะได้เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบซึ่งฝึกให้นักเรียนได้สรุปความรู้ที่ได้จากกิจกรรมข้างต้น รวมถึงฝึกระบุข้อสันนิษฐานของตนเอง การบันทึกผล การสรุปและอภิปรายผลด้วยตนเอง มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพิ่มเติม นอกจากนี้การฝึกทักษะการเขียนทำให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดที่ชัดเจนและกระชับ ตลอดจนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของบทเรียน (Sampson & Gleim, 2009, p. 468) ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน การที่นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินรายงานของเพื่อน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงาน (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 43, อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 65) นักเรียนจะเริ่มยอมรับเกณฑ์ที่เข้มงวดสำหรับการประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเรียนรู้คุณค่าของการตรวจสอบโดยเพื่อนในสังคมวิทยาศาสตร์และสังคมแห่งการเรียนรู้ (Walker & Sampson, 2013, p. 567) และขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนจะทำการแก้ไขปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน การที่นักเรียนได้ทำการปรับปรุงรายงานทำให้กิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนนั้นมีความหมายยิ่งขึ้น อีกทั้งการปรับปรุงใหม่มีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูลที่เพื่อนประเมินและย้อนกลับมาโดยไม่มีการลงโทษ อันเป็นการปรับปรุงเพื่อสร้างผลงานสุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 47) สำหรับกิจกรรมนี้ผู้สอนควรมีแบบเฉลยเพื่อเป็นแนวทางการประเมินที่ถูกต้อง

จากแนวทางแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนี้สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนได้ รวมถึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปฏิบัติจริงทั้งการทดลองและการสืบค้นด้วยตนเอง รวมถึงการที่ครูเป็นตัวอย่างหรือสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะต่างๆ และแก้ไขปัญหาจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันกับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน รวมถึงครูให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ความร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และบุคคลอื่นๆ ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนหลากหลายขึ้น รวมถึงการจัดการเรียนรู้นี้ครูมีการเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างแรงจูงใจ จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจแก่นักเรียน รวมถึงให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางวิชาการและทางสังคม (ทิศนา แขมมณี, 2557, น. 94-95) แสดงให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ทั้ง 8 ขั้น มีความสอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมทางสังคม (Social Constructivism) การนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์นั้น

2. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งด้วยการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจรส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะนี้ในด้านการระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมากที่สุด รองลงมาคือการวิเคราะห์และแปลความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล การประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน และการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ ตามลำดับที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากนักเรียนได้พัฒนาตัวบ่งชี้เหล่านี้ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและสะท้อนกลับ ขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบและขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน รวมถึงขั้นกิจกรรมการโต้แย้งช่วยฝึกให้นักเรียนได้ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้วยอย่างไรก็ตามด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ มีการพัฒนาน้อยสุด เนื่องจากนักเรียนได้รับการฝึกฝนตัวบ่งชี้ด้านนี้เฉพาะขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง รวมถึงการเสนอข้อคิดเห็นของกลุ่มอื่นๆ ยังไม่ใช่ข้อโต้แย้งซึ่งปรากฏในวงจรที่ 1 และนักเรียนยังไม่เข้าใจว่าข้อโต้แย้งแบบไหนที่เป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการระบุหลักฐานจากแหล่งที่มาต่างๆ นั้น ครั้งแรกนักเรียนยังไม่สามารถหาหลักฐานจากแหล่งที่แตกต่างกันได้ ซึ่งนำมาเฉพาะ

จากผลการทดลอง ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้ชัดเจน แต่เมื่อครูได้ชี้แจงและยกตัวอย่างข้อโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tuba และ Sedat (2012) พบว่า เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีการอธิบายและสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น และแยกแยะข้อโต้แย้งที่ผิดพลาดได้ส่งผลทำให้เขียนรายงานง่ายขึ้น รวมถึงนักเรียนได้ฝึกฝนและมีส่วนร่วมในการฝึกทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และเขียนข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (Sampson, Grooms, & Walker, 2011)

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีพื้นฐานของแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยมทางสังคม (Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Tobin, 1993; Glasersfeld, 1989, อ้างถึงใน Walker & Sampson, 2013, p. 562) ซึ่งช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงกิจกรรมแบบเดิมไปสู่แบบบูรณาการซึ่งพัฒนานักเรียนไปสู่เป้าหมาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง เขียนรายงานและกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อน รวมถึงส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (NRC, 2007, อ้างถึงใน Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 42) การรู้วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ การให้หลักฐานกับคำอธิบาย และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 47) ถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติชัย อนุวรชัย (2553) และ พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมีผลคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผู้สอนควรชี้แจงกิจกรรมและวัตถุประสงค์หรือยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นที่เป็นข้อโต้แย้ง หรือการฝึกแยกแยะข้อโต้แย้งให้ชัดเจนก่อน รวมถึงเลือกเนื้อหาที่สามารถนำไปสู่การตรวจสอบและการโต้แย้งได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพิ่มเติม เพราะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้งและทักษะการทดลองและสืบค้นด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

ทิศนา แขมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย.

นพดล บุญภา. (2551). *ผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงในพืช โดยเรียนผ่านเว็บเพื่อการศึกษาบนอินเทอร์เน็ต* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *นักบริหาร, 33*(2), 49-56.

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.* เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพลิกา ประโมจนีย์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้.* กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้ง กรุ๊ป.

Abrams, E., Southerland, S. A., & Evans, C. (2008). Inquiry in the classroom: Realities and opportunities. In E. Abrams, S. A. Southerland, & P. Silva (Eds.), *An introduction to inquiry* (pp. i–xiii). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher, 72*(7), 30-33.

Hodson, D. (2008). *In Towards scientific literacy: Ateachers' guide to history, philosophy and sociology of science Rotterdam.* The Netherlands: Sense Publishers.

Lumpe, A. T., & Staver, J. R. (1995). Peer collaboration and concept development: Learning about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching, 32*(1), 71-98.

Sampson, V. (2014). The 8 Stages of ADI. Retrieved from http://www.argumentdriveninquiry.com/8-stages-of-adi.html

Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts & practices in biology. *The American Biology Teacher, 71*(8), 465-472.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, *76*, 42-47.

_____. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, *95*, 217-257.

Tuba, D., & Sedat, U. (2012). The effect of argument-driven inquiry on pre-service science teachers' attitudes and argumentation skills. *Social and Behavioral Sciences, 46*, 5035-5039.

Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching, 50*(5), 561-596.

Walker, J., Sampson, V., & Zimmerman, C. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education, 88*(10), 1048-1056.