



วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 15, No. 2, 2020. Article ID: OJED-15-02-025
Article Info: Received 17 July, 2018; Revised 11 June, 2019; Accepted 11 June, 2019

OJED

An Online Journal
of Education

www.tci-thaijo.org/index.php/OJED

ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

Effects of Argumentation and Evaluation Instruction on Scientific Reasoning Ability and Biology Learning Achievement of Upper Secondary School Students

ณรงค์ชัย พงษ์ธนะ *

Narongchai Pongsthana

สลา สามิภักดิ์ **

Sala Samiphak

รสริน พลวัฒน์ ***

Rossarin Pollawatn

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีจุดประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน และ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 2 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 18.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.4 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน, ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

*นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Graduate Student of Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University
E-mail Address: narongchai.pon@hotmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**Lecturer of Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University
E-mail Address: sswz@virginia.edu

***อาจารย์ประจำภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

***Lecturer of Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University
E-mail Address: rossarin.p@chula.ac.th

ISSN 1905-4491

Abstract

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to 1) compare scientific reasoning ability of upper secondary school students between before and after learning through argumentation and evaluation instruction 2) compare scientific reasoning ability of upper secondary school students between an experimental group that learned through argumentation and evaluation instruction and a control group that learned through a conventional teaching instruction 3) study biology learning achievement of upper secondary school students who learned through argumentation and evaluation instruction, and 4) compare the biology learning achievement of upper secondary school students between an experimental group that learned through argumentation and evaluation instruction and a control group that learned through a conventional teaching instruction. The samples were two classes of eleventh grade students in a Mathematics-Science program of a large-sized school under the Office of the Basic Education Commission of Thailand who studied during the first semester of the 2016 academic year. The research instruments were a scientific reasoning test and a biology learning achievement test. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation and t-test

The research findings are summarized as follows : 1) The experimental group had a scientific reasoning ability mean score of 2.41 from a full score of 6, making the score higher than before the experiment and higher than control group at a .05 level of significance. 2) The experimental group had a biology learning achievement mean score of 18.72 from full score of 30, or 62.4 percent, which was lower than the criterion score, set at 70 percent, and higher than that of the control group at a .05 level of significance.

Keywords: argumentation and evaluation instruction, scientific reasoning ability, biology learning achievement

บทนำ

การพัฒนาวิทยาศาสตร์ จะต้องพัฒนาบุคคลให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Hazen, 2015) ซึ่งบุคคลผู้ที่สามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้แก้ปัญหาของตนเองหรือสังคมได้ (Programme for International Student Assessment [PISA], 2015) การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ประกอบด้วยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างข้อสรุปโดยมีสถานการณ์เป็นฐานเกี่ยวกับเหตุการณ์ซึ่งสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2009)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific reasoning) เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในชีวิตประจำวัน (Thomson et al., 2013; Laugksch, 2000) ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการให้เหตุผลโดยมีสถานการณ์เป็นฐาน (Schen, 2007) โดยบุคคลจะให้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน (Lawson, 1985) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงบุคคลทั่วไปทั้งในการปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และการดำรงชีวิตประจำวัน (Herr, 2008; Lau & Chan, 2015)

Lawson (1978) และ Lawson et al. (2000) ได้ระบุถึงองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การอนุรักษ์ปริมาตรและสสาร (conservation of matter and volume) 2) การให้เหตุผลแบบ สัดส่วน (proportional reasoning) 3) การควบคุมตัวแปร (control of variables) 4) การให้เหตุผลโดยความน่าจะเป็น (probability reasoning) 5) การให้เหตุผลเชิงความสัมพันธ์ (correlation reasoning) และ 6) การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive reasoning) ซึ่งการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย เป็นความสามารถในการคิดแบบนามธรรม แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องอาศัยของจริงประกอบ และเขียนข้อสรุปได้จากข้อมูลที่มีอยู่ อันเป็นระดับการคิดขั้นสูงสุดของระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (กึ่งฟ้า สินธุวงศ์, 2547; Inhelder & Piaget, 1958, as cited in Moore, 2012; Tajudin & Chinnappan, 2015) ซึ่งมีความสำคัญต่อนักเรียนทั้งในแง่การศึกษาและในชีวิตประจำวัน ทางด้านการศึกษา การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยมีความสำคัญต่อการสร้างมโนทัศน์ โดยเมื่อมีการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยและการทดลอง นักเรียนสามารถทดสอบมโนทัศน์เบื้องต้น และค้นพบวามโนทัศน์ใหม่ที่สอดคล้องกับผลการทดลอง ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Lawson et al., 2000, as cited in iSTAR assessment, 2013)

นอกจากเป้าหมายในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ยังมีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้านตามการจำแนกของบลูม ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัย (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข, 2548) ในส่วนของการเรียนรู้ชีววิทยาเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้มีความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมรอบตัวมีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

อย่างไรก็ตาม การประเมินของ TIMSS ปี ค.ศ. 2011 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนการให้เหตุผลเท่ากับ 453 คะแนนซึ่งอยู่ในช่วงคะแนนความสามารถระดับต่ำ และต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขต 2 กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนไม่สามารถที่จะตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง รวมไปถึงไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ ซึ่งการตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานนิรนัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า คะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 33.55 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือ 50 คะแนน นอกจากนี้ ผลการสอบ 9 วิชาสามัญ ประจำปีการศึกษา 2559 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาชีววิทยา เท่ากับ 27.32 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559ก; 2559ข)

การศึกษาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์การโต้แย้ง (argumentation) เป็นหนึ่งในแนวทางที่จะพัฒนาความสามารถดังกล่าว การโต้แย้งมีรากฐานมาจากทฤษฎีของทอลมิน (Toulmin) ที่ได้ระบุองค์ประกอบของข้อโต้แย้งอันเกิดจากการโต้แย้งว่าเป็นการให้เหตุผลจากข้อมูล (data) เพื่อนำไปสู่ข้อกล่าวอ้าง (claim) โดยใช้ข้อยืนยัน (warrant) ช่วยในการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง อีกทั้งยังมีส่วนที่สนับสนุนข้อยืนยัน และยังรวมไปถึงการนำเสนอข้อจำกัด (qualifier)

และข้อกล่าวหา (rebuttal) ที่มีต่อข้อกล่าวอ้างดังกล่าว (Toulmin et al. 1984, as cited in. Bulgren et al., 2014) โดย Lajoie et al. (1995) กล่าวว่า ในสิ่งแวดล้อมที่มีการโต้แย้ง ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้มีการพิสูจน์สมมติฐานในแต่ละสถานการณ์ จัดโครงสร้าง ลำดับขั้น และการประเมินหลักฐาน รวมถึงสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งเป็นข้อสรุปสุดท้าย การโต้แย้งจึงถูกนำมาใช้สนับสนุนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Acar (2014) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบสอบและการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ผ่านการให้เหตุผลที่เหมาะสมของนักเรียน มีการกระตุ้นให้นักเรียนพิสูจน์ข้อโต้แย้งของตนเองโดยการเสนอข้อยืนยันและหลักฐานจากการปฏิบัติกิจกรรม จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

การโต้แย้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเช่นกัน โดยจากการศึกษางานวิจัยของ Cross et al. (2008) พบว่า กลวิธีการโต้แย้งช่วยในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยโครงสร้างการโต้แย้งที่นักเรียนปฏิบัติเป็นกลุ่มแบบร่วมมือมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการกระตุ้นการโต้แย้งมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการพิสูจน์ความรู้ และขยายความรู้ของนักเรียนและเปิดเผยถึงแนวความคิดของนักเรียนแต่ละคน

Bulren et al. (2014) ได้จัดการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน (Argumentation and Evaluation Intervention) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีการให้เหตุผลระดับสูง การจัดการเรียนการสอน โดยโต้แย้งและประเมิน เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีการสร้างข้อสรุปผ่านการระบอบองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อโต้แย้งตามรูปแบบของเทาล์มิน โดยให้นักเรียนระบุประเภทและประเมินองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง โดยมีการประเมินทั้งหลักฐาน ข้อโต้แย้ง รวมไปถึงเหตุผลหรือข้อยืนยัน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการวิเคราะห์หลักฐานว่าสามารถยอมรับได้หรือไม่เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง การเรียนรู้จึงมีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีการให้เหตุผลในระดับสูง เมื่อนักเรียนได้ทำแบบทดสอบปลายเปิดเพื่อประเมินความสามารถของนักเรียนในการประเมินข้อโต้แย้งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเกณฑ์การประเมินนั้น จะใช้คะแนนประเมินจากการระบุ จัดประเภท และบอกคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อย 3 ประเด็น ได้แก่ 1) สถานการณ์ 2) การให้เหตุผล และ 3) การลงข้อสรุปผลการประเมิน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการโต้แย้งและการประเมินมีคะแนนด้านสถานการณ์ ด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง และด้านการให้เหตุผลหรือข้อยืนยันสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้ง และประเมิน ที่มีต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จึงมีความเป็นไปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินดังกล่าวนี้ จะสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มที่เรียนแบบทั่วไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้ง และ ประเมิน และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังการทดลอง

1. การเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 2 ห้องเรียน ที่โรงเรียนอนุญาตให้ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ ดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยโต้แย้งและประเมิน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาสาระเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช จำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการสอนคือ 15 คาบเรียน คาบละ 50 นาที ซึ่งตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานนิรนัย อันเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson, 1978) ซึ่งเป็นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ แสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรมโดยไม่ต้องอาศัยของจริงประกอบ และเขียนข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ (กึ่งฟ้า สีนธวงศ์, 2547; Moore, 2012; Tajudin & Chinnappan, 2015) แบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two-tier multiple diagnostic test) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อที่เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี หรือสมมติฐาน และข้อที่เป็นเหตุผลที่เลือกคำตอบที่เป็นข้อสรุปหรือผลการทดลองที่คาดว่าจะไปตามสมมติฐานดังกล่าว โดยมีจำนวน 12 ข้อ การตรวจสอบความตรงและความเหมาะสมของแบบวัดดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการตรวจสอบพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.67-1.0 หลังจากนั้นได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างวิจัย เพื่อปรับความเหมาะสมของการใช้ภาษา แล้วหาคุณภาพของเครื่องมือโดยที่ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.27 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.50

2.2.2 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบ หลายตัวเลือกซึ่งครอบคลุมสาระเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช ซึ่งวัดผลสัมฤทธิ์ 4 ชั้น ตามหลักของ Klopfer (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548) ได้แก่ ชั้นความรู้ความจำ ชั้นความเข้าใจ ชั้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และชั้นการนำไปใช้ มีจำนวนข้อคำถาม 30 ข้อ การตรวจสอบความตรงและความเหมาะสมของแบบวัด ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการตรวจสอบพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของ

ผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.67-1.0 หลังจากนั้นได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างวิจัย เพื่อปรับความเหมาะสมของการใช้ภาษา แล้วหาคุณภาพของเครื่องมือโดยที่ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.70

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลารวมห้องละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งออกเป็นก่อนดำเนินการทดลอง 1 คาบ ระหว่างการทดลอง 15 คาบ และหลังการทดลอง 2 คาบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

3.1.1 ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยเปรียบเทียบในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที

3.1.2 ก่อนการทดลองใช้เวลา 1 คาบ เพื่อให้ครูแนะนำวิธีการเรียนการสอนพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์ การเก็บคะแนน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทราบโดยแนะนำวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิณกับนักเรียนกลุ่มทดลองให้เข้าใจ

3.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โต้แย้งและประเมิณซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้น คือ 1) ขั้นการบอกเป็นนัย เป็นขั้นที่ครูเกริ่นหัวข้อการเรียนรู้ แจกและอธิบายใบงานการโต้แย้งและการประเมิณ 2) ขั้นการปฏิบัติ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนศึกษาและบันทึกคำตอบลงในใบงานการโต้แย้งและการประเมิณ และ 3) ขั้นการทบทวน เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในแต่ละข้อคำถาม ในใบงาน พร้อมทั้งวิเคราะห์และประเมิณข้อกล่าวอ้างและข้อสนับสนุนข้อโต้แย้ง (Bulgren et al., 2014) และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไปโดยในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบทั้งหมด 14 แผนการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน คือ 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 15 คาบเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1

หัวข้อสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	การค้นคว้าเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	2
2	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	2
3	การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	2
4	กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4	2
5	ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง	2
6	ดอก การปฏิสนธิ และผล	3
7	สารควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม	2
รวม		15

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.3 ขั้นหลังการทดลอง

3.3.1 เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 1 ฉบับ ใช้เวลาในการสอบแบบวัด 90 นาที

3.3.2 นำคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา มาวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1.1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้ง และประเมินและแบบทั่วไป

4.1.2 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t -test) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.2.1 หาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังการทดลอง

4.2.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t -test) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งพิจารณาจากผลการวัดด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two-tier multiple diagnostic test) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อที่เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี หรือสมมติฐาน และข้อที่เป็นเหตุผลที่เลือกคำตอบที่เป็นข้อสรุปหรือผลการทดลองที่คาดว่าจะไปตามสมมติฐานที่คิดไว้ โดยมีจำนวน 12 ข้อคิดเป็น 6 คะแนนโดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนน มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และ 2

1) นำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน ดังตาราง 2

ตาราง 2

แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินของนักเรียน กลุ่มทดลอง ($n = 29$)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ						ค่า t
		ก่อนทดลอง			หลังทดลอง			
		ค่าเฉลี่ย	SD	ร้อยละของค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	SD	ร้อยละของค่าเฉลี่ย	
กลุ่มทดลอง	6	1.79	1.40	28.83	2.45	1.55	40.17	2.11

* $p < 0.05$

ตาราง 2 พบว่า หลังจากทีนักเรียนได้เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้ง และประเมิน นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ได้ผลแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (SD) และค่า (t) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง ($n = 29$) และกลุ่มควบคุม ($n = 30$)

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		ค่า <i>t</i>
		ค่าเฉลี่ย	<i>SD</i>	ค่าเฉลี่ย	<i>SD</i>	
		6	2.41	1.54	1.43	
						2.231

* $p < 0.05$

ตาราง 3 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช พิจารณาจากการวัดด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ซึ่งแบบประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อคำถาม คิดเป็น 30 คะแนน โดยทำการทดสอบหลังเรียนจากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังนี้

1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 4

ตาราง 4

แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ		
		กลุ่มทดลอง		
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	30	18.72	3.53	62.4

* $p < 0.05$

ตาราง 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.72 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 62.4 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70

2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินกับกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปได้ผลแสดงดังตาราง 5

ตาราง 5

ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (SD) และค่า (t) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง ($n = 29$) และกลุ่มควบคุม ($n = 30$)

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ชีววิทยา	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				ค่า t
		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	
	30	18.72	3.53	14.24	4.84	4.03

* $p < 0.05$

ตาราง 5 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.72 คะแนน ส่วนค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปพบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.24 คะแนน ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินมีค่าสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน สามารถช่วยปรับปรุงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน มีประเด็นนำเสนอ ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก ในขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน ในขั้นบอกเป็นนัย ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้มีการพิสูจน์สมมติฐานในแต่ละสถานการณ์

ในชั้นปฏิบัติ ผู้เรียนจะทำการศึกษาและสร้างข้อโต้แย้งโดยระบุคำตอบลงในแบบบันทึกกิจกรรมการโต้แย้งและประเมิน ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามที่แสดงถึงองค์ประกอบของการโต้แย้ง รวมไปถึงนักเรียนยังได้มีการประเมินคำตอบที่เป็นองค์ประกอบของการโต้แย้งด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับ Lajoie et al. (1995) ซึ่งได้กล่าวว่า ในสิ่งแวดล้อมที่มีการโต้แย้ง ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้มีการพิสูจน์สมมติฐานในแต่ละสถานการณ์จัดโครงสร้างลำดับขั้น และการประเมินสถานการณ์ รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งซึ่งเป็นข้อสรุปสุดท้าย ซึ่งสนับสนุนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้ง Schen (2007) ได้ระบุว่า การให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยกับการโต้แย้งมีความสัมพันธ์กัน โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการสร้าง ปรับปรุงและตรวจสอบทฤษฎีที่มีหลักฐานเป็นฐาน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมินซึ่งมีการให้นักเรียนได้ระบุและประเมินหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง จึงสามารถนำไปสู่การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการให้เหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัยได้

อย่างไรก็ตาม ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามการประเมินการให้เหตุผลของ TIMSS ปี ค.ศ. 2011 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาและจำนวนแผนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ในการทดลองอาจยังไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นเกินกว่าร้อยละ 50 ได้ อีกทั้งเมื่อพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่านักเรียนไม่เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้งอันได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ในการจัดการเรียนการสอนช่วงแรกจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยเช่นกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cross et al. (2008) และงานวิจัยของ วรัญญา จำปามูล (2555) ซึ่งพบว่า กลวิธีการโต้แย้งช่วยในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพ พบว่า การกระตุ้นการโต้แย้งมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการยืนยัน พิสูจน์ความรู้และขยายความรู้ของนักเรียนและเปิดเผยถึงแนวความคิดของนักเรียนแต่ละคน ทำให้มีโอกาสนในการพัฒนาความรู้ใหม่ของเขาเองและทำให้มีโน้ตทัศน์ที่ผิดพลาดกระจ่างหรือถูกกำจัดไป อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้ง และประเมินมีการใช้จำนวนคาบและระยะเวลาที่เรียนไม่เพียงพอ ซึ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Balci & Yenice (2016) ที่ศึกษาผลของกระบวนการเรียนรู้โดยมีการโต้แย้งทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยใช้เวลาในการเรียนทั้งหมด 24 ชั่วโมง และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญขณะที่ Odabasoglu et al. (2012) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งจะเกิดประโยชน์มากขึ้น หากมีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมโต้แย้งในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น และมีเวลาที่เพียงพอสำหรับให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและโต้แย้ง

ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนการสอนโดยโต้แย้งและประเมิน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของผู้เรียนได้อย่างไรก็ตามครูผู้สอนควรมีการปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. ควรมีการปรับปรุงแบบของแบบบันทึกกิจกรรมให้มีการเรียงคำถามอย่างเป็นหมวดหมู่และเป็นลำดับ เพื่อช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการทำความเข้าใจแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน
2. ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับแบบบันทึกกิจกรรมการโต้แย้ง และประเมินให้นักเรียนเกิดความเข้าใจก่อนที่จะเริ่มให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ
3. การจัดการเรียนการสอนควรอาศัยเทคนิคการสอนอื่น ๆ ช่วยในการกระตุ้น เช่น การเสริมแรงบวก การทำงานเป็นทีม การโหวต เป็นต้น อันจะนำมาซึ่งการโต้แย้งและประเมินภายในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น
4. ควรมีการวางแผนระยะยาว บูรณาการการสอนโดยโต้แย้งและประเมินเข้าไปในแต่ละรายวิชา และแต่ละช่วงชั้นตามความเหมาะสม
5. ควรมีการเพิ่มจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น ตั้งแต่ 10 แผนขึ้นไป ตามงานวิจัยของ Bulgren et al. (2014)

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิ่งฟ้า สีนธวัช. (2547). *ป๊อเจท์: การเรียนรู้กับการพัฒนาผู้เรียน*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเมนท์.
- วรัญญา จำปามูล. (2555). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). <https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/42263>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559ก). *รายงานประจำปี 2559*. https://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1503649895.pdf
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559ข). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558*. http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2558.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์*. <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSSEZCOFdKZzZiUGM/view>

ภาษาอังกฤษ

- Acar, Ö. (2014). Scientific reasoning, conceptual knowledge, & achievement differences between prospective science teachers having a consistent misconception and those having a scientific conception in an argumentation-based guided inquiry course. *Learning and Individual Differences*, 30, 148-154. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.12.002>

- Balci, C., & Yenice, N. (2016). Effects of the scientific argumentation based learning process on teaching the unit of cell division and inheritance to eighth grade students. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 2(1), 67-84.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED564043.pdf>
- Bulgren, J. A., Ellis, J. D., & Marquis, J. G. (2014). The use and effectiveness of an argumentation and evaluation intervention in science classes. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 82-97. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9452-x>
- Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., & Hickey, D. T. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*. 30(6), 837-861. <https://doi.org/10.1080/09500690701411567>
- Hazen, R. (2015). *Why should you be scientifically literate*.
http://serc.carleton.edu/sp/process_of_science/examples/sci_literate.html
- Herr, N. (2008). *The sourcebook for teaching science, grades 6-12: Strategies, activities, and instructional resources*. Jossey-Bass.
- iSTAR Assessment. (2013). *Hypothetical-deductive reasoning*. <http://www.istarassessment.org/srdims/hypothetical-deductive-reasoning-needs-pictures/>
- Lau, J. & Chan, J. (2015). *Scientific methodology*. <http://philosophy.hku.hk/think/sci/>
- Lajoie, S. P., Greer, J. E., Munsie, S., Wilkie, T., Guerrero, C., & Aleong, P. (1995, December 5-8). Establishing an argumentation environment to foster scientific reasoning with bio-world. In *International Conference on Computers in Education*, Singapore.
https://www.researchgate.net/publication/2426481_Establishing_an_Argumentation_Environment_to_Foster_Scientific_Reasoning_With_Bio-World
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of research in science teaching*, 22(7), 569-617.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660220702>
- Lawson, A. E. (2000). Classroom test of scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, A. E., Drake, N., Johnson, J., Kwon, Y. J., & Scarpone, C. (2000). How good are students at testing alternative explanations of unseen entities?. *The American Biology Teacher*, 62(4), 249-255. <https://doi.org/10.2307/4450890>.
- Moore, J. C. (2012). Transitional to formal operational: using authentic research Experiences to get non-science students to think more like scientists. *European Journal of Physics Education*, 3(4), 1-12. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1052000>
- Odabasoglu, F., Yildirim, O. S., Aygun, H., Halici, Z., Halici, M., Erdogan, F., Cadirci, E., Cakir, A.,

- Okumus, Z., Aksakal, B., Aslan, A., Unal, D., & Bayir, Y. (2012). Diffraitaic acid, a novel proapoptotic agent, induces with olive oil both apoptosis and antioxidative systems in Ti-implanted rabbits. *European Journal of Pharmacology*, 674(2-3), 171-178.
<https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2011.11.019>
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2009). PISA 2009 Assessing framework: Key competencies in reading mathematical and science. http://www.oecd.org/document/44/0,3343,en_2649_35845621_44455276_1_1_1_1,00.html.pdf
- Programme for International Student Assessment, (2015), Draft science framework. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Schen, M.S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undergraduates* [Doctoral dissertation, Ohio State University]. OhioLINK Electronic Theses & Dissertations Center. https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1187063957&disposition=inline
- Tajudin, N. M., & Chinnappan, M. (2015). *Exploring relationship between scientific reasoning skills and mathematics problem solving*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572516.pdf>
- Thomson, S., Hillman, K., & Bortoli, L. D. (2013). A teacher's guide to PISA scientific literacy. https://www.acer.edu.au/files/PISA_Thematic_Report_-_Science_-_web.pdf