



การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

An Action Research for Enhancing 11th Grade Student's Scientific Reasoning Ability on
the Topic of DNA Technology Using Argument-Driven Inquiry

Received: May 2, 2019

Revised: June 5, 2019

Accepted: June 11, 2019

ทศพล สุวรรณพุด*

Tossapol Suwannaphuth

จิตติยา บงกชเพชร**

Thitiya Bongkotphet

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน ซึ่งได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยเครื่องมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รายงานการโต้แย้ง และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ควรมีลักษณะดังนี้ 1) ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเนื้อหาในบทเรียน 2) ครูควรสนับสนุนการแสดงถึงข้อกล่าวอ้าง หลักฐานการให้เหตุผลและข้อสรุปของนักเรียนในการโต้แย้ง 3) ครูควรปรับบทสนทนาที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยเชื่อมโยงการโต้แย้งเข้ากับเนื้อหา และ 4) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลในการเขียนรายงานหรือการประเมินชิ้นงานได้ ส่วนผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 วงจรได้ร้อยละ 84.97 และหลังการจัดการเรียนรู้ใช้การแสดงค่าร้อยละของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบสำคัญจากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 73.44 โดยมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ การให้เหตุผลแบบสมมติฐานได้สูงสุดร้อยละ 85.23 รองลงมาคือ การให้เหตุผลแบบอธิบายได้ร้อยละ 84.09 รองลงมาคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยได้ร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยได้ร้อยละ 60.23 ตามลำดับ

คำสำคัญ : รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง/ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์/ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

* นิสิตปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

** อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์



Abstract

The purposes of this research were to find out the effective way of using argument-driven inquiry to enhance grade 11 student' scientific reasoning ability on the topic of DNA technology and to develop scientific reasoning ability through argument-driven inquiry for grade 11 students. This research was classroom action research. The participants were 44 students. The research tools comprised of three lesson plans of argument-driven inquiry approach, a classroom reflection form, the student' argumentation report and the scientific reasoning ability test. The data was analyzed using content analysis and quantitative analysis. From the results of the study, the learning management of argument-driven inquiry approach should follow: 1) teacher should choose the situations related to the content 2) teacher should let student create their claims, evidences, reasoning and conclusion during the argumentation 3) teacher should discuss and fix misunderstanding connection between the argument and contents and 4) teacher should engage student to make their investigation results in order to write and evaluate argumentation report. The results of the research illustrated that scientific reasoning ability of the student were developed (73.44 %) and the most developed elements of reasoning ability was abductive reasoning (85.23 %). The second reasoning ability was retroductive reasoning (84.09 %). Then the third was inductive reasoning (64.77 %) and the last one was deductive reasoning (60.23 %)

Keywords : Argument-Driven Inquiry/ Scientific Reasoning/ DNA Technology

บทนำ

ในปัจจุบันการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียน สิ่งที่สำคัญคือ บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้น ประการหนึ่งคือการเตรียมนักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายและการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ รวมถึงนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่เป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา สสวท. (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003) ด้วยความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Driver, Newton & Osborne (2000) และ Kuhn (1993) จึงเสนอว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และควรเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ในการสร้างองค์ความรู้โดยคิดอย่างมีเหตุผล



การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีการประเมินในระดับนานาชาติได้แก่โครงการ TIMSS และ PISA จากผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ TIMSS นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ 456 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ (Low International Benchmark) จากการจำแนกทั้งหมด 4 ระดับของ TIMSS นอกจากนี้ การประเมินในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนของการใช้เหตุผล คะแนนในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้ดีในด้านความรู้แต่ทำคะแนนด้านการใช้เหตุผลได้ไม่ดี นอกจาก TIMSS แล้ว โครงการ PISA (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ยังมีการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแทรกอยู่ในการประเมินสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน และได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในส่วนของสมรรถนะในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนการอธิบาย การนำเสนอ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลให้มากยิ่งขึ้น สสวท. (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) แต่จากผลการประเมินของ PISA 2015 ในปีล่าสุดพบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ คะแนน 421 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (493 คะแนน) และเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2006 ด้านวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี ซึ่งยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยการให้ประจักษ์พยานหรือลงข้อสรุปในเหตุการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างเหมาะสม

จากผลการประเมินของ TIMSS และ PISA สอดคล้องกับการสังเกตจากการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยาพบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในจังหวัด พิษณุโลก ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 44 คน เรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ ใบงานการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เก็บข้อมูลโดยการให้นักเรียนทุกคนทำใบงานในระหว่างเรียน และสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนอีกจำนวน 5 คน ที่เขียนคำตอบในใบงานไม่ชัดเจน กลุ่มครู จึงไม่สามารถตีความถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบงานและการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงกฎ ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องไปอธิบายข้อสรุปของตนเอง และยังไม่สามารถหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เหมาะสมมาสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อสรุปของตนเองได้ แสดงให้เห็นถึงการขาดการให้เหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัยที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสาเหตุหลักของปัญหานี้อาจมาจาก รูปแบบวิธีการสอนที่ผ่านมา ที่ยังเน้นครูเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ใช้การสอนบรรยายเป็นหลัก ทำให้นักเรียนไม่ได้รับโอกาสในการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลมากพอ



การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry หรือ ADI) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นสะพานสำคัญที่ทำให้นักเรียนใช้เหตุผลเพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ จากการสนับสนุนด้วยหลักฐานที่น่าเชื่อถือที่ถูกนำมากล่าวอ้างในการให้คำอธิบาย (Sampson and Walker, 2009: 561-596) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ McCallie (2010) กล่าวว่า ในส่วนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่บุคคลได้มาจากการรวบรวมข้อมูล การสร้างข้อกล่าวอ้าง การสร้างข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบมาเชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบาย จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการวิจัยอ้างอิงตามแนวคิดของ (Kemmis, 1988) โดยขั้นตอนของกระบวนการปฏิบัติมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกตและขั้นสะท้อนผล

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้อง มีสมาชิกทั้งหมด 44 คน ประกอบด้วยนักเรียนหญิง 41 คน นักเรียนชาย 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกัน สร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน ข้อสรุป และแสดงเหตุผลผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนการดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้ 1) การระบุภาระงานและข้อคำถาม 2) การสร้างข้อมูลและหลักฐาน 3) การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น 4) การสร้าง



การโต้แย้ง 5) การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายการโต้แย้ง 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่นักเรียนใช้ในการเสาะหาองค์ความรู้ สร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 แบบได้แก่

1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้

2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีอยู่ได้

3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่สร้างความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มี 8 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ได้แก่เรื่อง พันธุวิศวกรรม โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมในการสร้างอินซูลิน เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการศึกษายีนและและจีโนมของข้าวโพด และเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้สถานการณ์เกี่ยวกับการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

3.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยสร้างผลสะท้อน ข้อดี ข้อเสีย ข้อเสนอแนะ ที่พบจากการสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละวงจร เพื่อปรับปรุงพัฒนา กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในแต่ละวงจร เพื่อจุดประสงค์ในศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้

3.3 รายงานการโต้แย้ง คือการเขียนของนักเรียนที่ได้ผ่านการทำกิจกรรมทั้ง 8 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งในรายงานจะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ 1. คำตอบที่คาดคะเน เพื่อแสดงข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. ข้อมูลที่สืบค้น เพื่อแสดงการอธิบายและการใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับการให้เหตุผลแบบอธิบายและนิรนัย 3. ข้อสรุป เพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับการให้เหตุผลแบบอุปนัย



4. ส่วนที่ต้องปรับปรุงหรือพัฒนา โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

3.4 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 8 ข้อ ที่ครอบคลุมการให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติ (2 ข้อ) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (2 ข้อ) การให้เหตุผลนัย (2 ข้อ) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (2 ข้อ) ซึ่งแบบวัดแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนเป็นแบบเลือกตอบและส่วนที่เป็นการเขียนบรรยายเหตุผลที่เลือกคำตอบจากส่วนที่ 1 ซึ่งแบบทดสอบนี้มีจุดประสงค์ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีข้อคำถามที่เริ่มต้นด้วยการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และใช้ภาพประกอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจใน สถานการณ์ คำถามจะสนับสนุนให้เกิดการแสดงออกถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทหรือแต่ละข้อ พร้อมทั้งเว้นพื้นที่ในส่วนที่ 2 เพื่อแสดงเหตุผลในการตอบของนักเรียน

โดยเครื่องมือทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ ความเหมาะสมของข้อคำถามและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (ชีววิทยา) จากคณะศึกษาศาสตร์ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยาจากคณะวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้สอนและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ วงจรละ 1 แผน การจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาของห้องเรียน เมื่อพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมแสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ จึงนำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

2. ขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการโต้แย้งและเขียนรายงานการโต้แย้ง

3. ขั้นสังเกต ผู้วิจัยดำเนินการเขียนรายการสิ่งที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้จริง ซึ่งได้ข้อมูลที่ได้ นั้นมาจากการสังเกตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนทั้งในการทำกิจกรรมโต้แย้ง การสืบค้นข้อมูลของนักเรียน รวมถึงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การสะท้อนความคิดในขั้นตอนถัดไป

4. ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยทำการประเมินสิ่งที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดในวงจรหนึ่งๆ ทั้งจากการสังเกตและจากเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ เพื่อประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่ควรพัฒนาหรือสิ่งที่ควรเพิ่มเติม แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในวงจรถัดไป หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 อีกครั้งใน วงจรที่ 2 และ 3



หลังจากดำเนินการ ครบ 3 วงจรแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ รายบุคคลใช้เวลาประมาณ 90 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยรวบรวมข้อมูลตีความข้อมูล จัดหมวดหมู่ข้อมูล สรุปข้อมูลเพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป จากนั้นตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งที่มา (Source Triangulation) โดยวิเคราะห์ผลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตของผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัย และสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

การวิเคราะห์เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แบ่งเป็น 2 ส่วน ในส่วนของรายงานการโต้แย้งของนักเรียนผู้วิจัยนำมาตรวจสอบผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเทียบกับนิยามศัพท์เฉพาะ จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากรายงานการโต้แย้ง โดยอ่านรายงานการโต้แย้ง จำแนกคำตอบของนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามการเขียนที่แสดงถึงองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภท และแสดงค่าร้อยละของจำนวนคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลในแต่ละรูปแบบ ในส่วนของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งอ้างอิงตามนิยามศัพท์เฉพาะของการให้เหตุผลแต่ละประเภทในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแต่ละข้อจะแบ่ง คะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ผิด หรือไม่ตอบในส่วนที่ 2 0.5 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องบางประการ 1 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 8 คะแนนจากนั้นนำเสนอผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 รูปแบบ ของนักเรียนในรูปของค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือวิจัยผ่านการตรวจสอบ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา เวลา และความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสม 4.52 หมายถึงมีความเหมาะสมมากที่สุด



ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

1. ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในส่วนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม

ขั้นระบุภาระงานและข้อคำถามเป็นขั้นเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมเข้าสู่กิจกรรมการโต้แย้ง โดยใช้สถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นในเนื้อหาในเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พบว่า ในขั้นนี้ของวงจรเริ่มต้นนักเรียนยังไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้โดยไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครู และมีความสับสนในเนื้อหาของสถานการณ์ที่เป็นความยาวเรียงติดต่อกัน อีกทั้งนักเรียนบางคนยังให้ความสนใจในประเด็นที่เป็นองค์ประกอบเพิ่มเติมมากกว่าองค์ประกอบในเนื้อหา ครูควรกำหนดสถานการณ์ที่มีการแบ่งสัดส่วนของเนื้อหาและคำถามออกจากกัน ผู้สอนควรอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปัญหาให้ชัดเจนและให้ข้อมูลพื้นฐานในส่วนที่เป็นองค์ประกอบเพิ่มเติม เนื่องจากบางสถานการณ์ถึงแม้จะเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันแต่นักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจถึงสถานการณ์และอาจส่งผลให้การตั้งคำถามนั้นไม่มีประเด็นที่ผิดเพี้ยนไปได้ ผู้สอนควรบอกถึงแนวทางการตั้งคำถามในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อมูลและหลักฐาน

ขั้นสร้างข้อมูลและหลักฐานพบว่า นักเรียนใช้เวลานานในการจัดกลุ่ม และเลือกประเด็นในการสืบค้นข้อมูล รวมถึงแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม อย่างไม่เป็นระบบ ผู้สอนควรมีการจัดกลุ่มนักเรียนโดยนัยหมายให้นักเรียนจัดกลุ่มโต๊ะเอาไว้ก่อนถึงเวลาเรียน ในขั้นนี้ครูควรแนะนำนักเรียนให้เห็นถึงขั้นตอนและวิธีการในการสืบเสาะข้อมูลเป็นทีมว่าควรมีลำดับขั้นตอนอย่างไร และนักเรียนสามารถแบ่งหน้าที่ในการทำงานได้อย่างไร โดยใช้ใบกิจกรรมที่มีข้อคำถามแบ่งขั้นตอนหลักๆในการสืบค้นข้อมูล เพื่อติดตามความก้าวหน้าในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน และให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการสืบค้น เพื่อให้ นักเรียนเลือกประเด็นการสืบค้นได้อย่างถูกต้อง รอบคอบ และทำงานร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่มอย่างเป็นระบบ



ขั้นที่ 3 การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น

ขั้นการสร้างการโต้แย้งเบื้องต้นพบว่า นักเรียนไม่สามารถสร้างความเชื่อมโยงถึงองค์ประกอบภายในโปสเตอร์ได้โดยไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครูในวงจรเริ่มต้น และใช้เวลานานการสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่มเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกัน ในขั้นนี้ผู้สอนควรอธิบายถึงรายละเอียดขององค์ประกอบของโปสเตอร์ที่นักเรียนจะใช้นำเสนอว่าประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และสรุป พร้อมกับอธิบายให้เข้าใจความหมายและความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบ จากนั้นครูควรให้คำแนะนำถึงการรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ได้โปสเตอร์ที่จะใช้ในกิจกรรมโต้แย้งต่อไป

ขั้นที่ 4 การสร้างการโต้แย้ง

ขั้นการสร้างการโต้แย้งพบว่า นักเรียนบางคนยังขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นหรือตั้งคำถามในการโต้แย้งและหันมาถามครูก่อนแสดงความคิดเห็น การโต้แย้งของนักเรียนบางครั้งเน้นหนักไปในด้านเนื้อหามากเกินไป และนักเรียนขาดการจดบันทึกเมื่อพบประเด็นการโต้แย้งที่น่าสนใจ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวิธีการการโต้แย้ง และหลักการในการแสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์ การตั้งคำถาม พร้อมกับแจ้งจุดประสงค์ในการโต้แย้งอย่างชัดเจน เพื่อให้การโต้แย้งเป็นไปอย่างตรงประเด็นและบรรลุจุดประสงค์และเพื่อเสริมความมั่นใจ ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจการโต้แย้งในส่วนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อพบว่านักเรียนให้ความสนใจเพียงแค่ด้านเนื้อหา และเน้นย้ำให้นักเรียนจดบันทึกประเด็นที่น่าสนใจ หรือเมื่อเกิดความค้างคา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการอภิปรายและการเขียนรายงานการโต้แย้ง

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ พบว่า ในวงจรเริ่มต้น นักเรียนยังไม่สามารถอภิปรายเนื้อหา หรือข้อสงสัย แล้วเชื่อมโยงไปสู่การโต้แย้งหรือสถานการณ์ได้ ครูควรนำประเด็นที่น่าสนใจ ที่ได้จากการโต้แย้งนำมาใส่ในสื่อเพื่อกระตุ้นการอภิปรายและถามกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงข้อเนื้อหาจากข้อโต้แย้งและสถานการณ์ เพื่อทำให้นักเรียนเห็นถึงวิธีการสร้างความรู้และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานการโต้แย้ง

ขั้นการเขียนรายงานการโต้แย้ง นักเรียนจะได้กลั่นกรองความคิดและเขียนรายงานจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนยังไม่ปรับการให้เหตุผลของนักเรียนตามข้อสรุปที่ได้จากการอภิปราย และยังไม่สามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และข้อสรุปได้ ครูควรแจ้งให้นักเรียนทราบว่า การเขียนรายงานการโต้แย้ง สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปจากเดิมได้ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทราบถึงความเชื่อมโยงขององค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน พบว่า นักเรียนบางคนล้มทำสำเนารายงานการโต้แย้งมาในคาบเรียน และการประเมินของนักเรียนในส่วนของการแนะนำเพื่อปรับปรุงรายงานการโต้แย้ง ผู้ประเมินบางคนไม่สามารถเขียนคำแนะนำที่มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการปรับปรุงที่ชัดเจนได้ ครูควรกำชับให้นักเรียนทำสำเนา



รายงานการโต้แย้งของตนเองมาทุกครั้งก่อนถึงคาบเรียน และแสดงตัวอย่างการเขียนคำแนะนำที่มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงรายงาน มิใช่เพื่อตำหนิหรือตั้งถามที่อยากต่อการตีความว่าควรปรับปรุงอย่างไร เพื่อให้นักเรียนสามารถให้คำแนะนำที่มีประสิทธิภาพต่อผู้ถูกประเมิน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน พบว่า นักเรียนบางคนไม่แสดงเหตุผลเมื่อไม่ปรับแก้รายงานการโต้แย้งตามคำแนะนำของผู้ประเมิน และคัดลอกงานของผู้อื่น ครูควรแจ้งให้นักเรียนทราบว่า ผู้ตรวจคนสุดท้ายคือครู และนักเรียนต้องแสดงเหตุผลทุกครั้งเมื่อไม่ปรับแก้รายงานตามคำแนะนำของผู้ประเมิน อีกทั้งหากพบว่างานมีส่วนที่คัดลอกจะต้องมีการปรับปรุงจนกว่าจะผ่านการประเมิน

ในส่วนของผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยได้นำเสนอผลของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังจากการจัดการเรียนรู้

2. ผลการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ แสดงไว้ดังต่อไปนี้

การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน นักเรียนส่วนใหญ่สร้างคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างที่ได้จากการคาดคะเนโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์ที่มี โดยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 84.20) ซึ่งสังเกตได้จากการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนที่ใช้หลักการในการสร้างสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างข้อกล่าวอ้างที่มีความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาและเนื้อหาในเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เช่น “ถ้าเทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย สามารถเพิ่มจำนวนของยีนได้ ดังนั้นเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมนี้สามารถสร้างอินซูลินได้จากการเพิ่มยีนสร้างอินซูลิน” (นักเรียน S24, รายงานการโต้แย้ง, 27 มกราคม 2561)

การให้เหตุผลแบบอธิบาย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาอธิบายข้อกล่าวอ้างได้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบายอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 84.02) โดยมีตัวอย่างคำตอบดังนี้ “ข้อกล่าว : การโคลนนิ่งสามารถสร้างอินซูลินได้ เนื่องจากแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิต และการสร้างโปรตีนนั้นต้องผ่านกระบวนการการสังเคราะห์โปรตีนของสิ่งมีชีวิต หากแบคทีเรียมียีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนของอินซูลินจึงสามารถเพิ่มอินซูลินได้จากเทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย ” (นักเรียน S24, รายงานการโต้แย้ง, 27 มกราคม 2562)

การให้เหตุผลแบบนิรนัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย นักเรียนส่วนใหญ่แสดงให้เห็นถึงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือสมมติฐานที่สร้างไว้ ซึ่งพบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบายอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 81.12) โดยสังเกตได้



จากคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุหรือคาดคะเนได้ว่าข้อมูลใดที่สามารถใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยมีตัวอย่างคำตอบดังนี้ “เทคนิคการโคลนยีนมีหลากหลายแบบแต่การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียมีขั้นตอนสำคัญที่ทำให้แบคทีเรียสามารถมียีนที่สร้างอินซูลินได้จริง ดังนี้...” (นักเรียน S24, รายงานการโต้แย้ง, 27 มกราคม 2562)

การให้เหตุผลแบบอุปนัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย นักเรียนส่วนใหญ่แสดงให้เห็นถึง การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเพื่อสร้างข้อสรุปได้ โดยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 82.54) โดยสังเกตได้จากคำตอบของนักเรียนที่สามารถบอกได้ว่าหลักฐานส่งผลต่อข้อกล่าวอ้างหรือสมมติฐานอย่างไร และสร้างข้อสรุปที่แสดงให้เห็นความสอดคล้องระหว่างข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล และหลักฐานได้ ซึ่งแสดงในตัวอย่างคำตอบดังนี้ “วิธีการในเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียสามารถเพิ่มจำนวนยีนที่สร้างอินซูลินในแบคทีเรียได้ ดังนั้นเทคนิคการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินเพื่อมารักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้” (นักเรียน S24, รายงานการโต้แย้ง, 27 มกราคม 2562)

ในส่วนของผลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และค่าร้อยละของการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้อยู่ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของกลุ่มเป้าหมาย

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	หลังการจัดการเรียนรู้			ระหว่างการจัดการเรียนรู้
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละ
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	1.70	85.23	0.49	84.20
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	1.68	84.09	0.50	84.02
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	1.20	60.23	0.47	81.12
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	1.30	64.77	0.70	82.54
รวมคะแนน	5.88	73.44	1.30	82.97

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานมีการพัฒนามากที่สุด (85.23%) ในลำดับที่สองที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้ในระดับดี คือ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย (84.09%) ลำดับรองลงมาคือการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (64.77%) และสุดท้ายคือการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (60.23%)



อภิปรายผล

ผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงการอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ในการจัดจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้นเป็นรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดคำตอบและแนวทางที่หลากหลาย ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด รู้จักสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยพีชญาณ์ พานะกิจ Phanakij (2016) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ ผ่านกระบวนการถามและตอบคำถาม สร้างวิธีการหาข้อมูลจากคำถาม จะช่วยให้ผู้เรียนแสดงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความคิดของตนเองมากที่สุด โดยการจัดการเรียนรู้เริ่มจากขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถามซึ่งในขั้นนี้ครูควรเป็นผู้ระบุสถานการณ์ปัญหาที่จะให้คำถามสำคัญเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นและกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบโดยนักเรียนจะสร้างข้อกล่าวอ้างหรือสมมติฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยสถานการณ์ควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาและชีวิตประจำวันเพื่อสร้างความน่าสนใจในการทำกิจกรรม โดย Sampson and Walker (2013) กล่าวว่า การที่ครูตั้งคำถามที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสรุปได้เหมาะสมและถูกต้อง เมื่อครูถามคำถามนักเรียน คำถามนี้จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ หลังจากนั้นครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้เริ่มการสำรวจตรวจสอบข้อมูลร่วมกันเป็นทีม โดยนักเรียนต้องกำหนดขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการสังเกต ได้ฝึกการบันทึกผล วิเคราะห์ข้อมูลมากขึ้น (Bell, et al., 2005: 30-33) รวมถึงการที่ผู้เรียนได้สืบเสาะในขั้นตอนนี้จะเปิดโอกาสที่ดีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง รวมถึงเตรียมพร้อมต่อการเกิดการโต้แย้งได้ด้วย (Abrams, et al., 2008: 1-13) ในขั้นของการโต้แย้งเบื้องต้น ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงองค์ประกอบในการโต้แย้งกับสมาชิกในกลุ่มของชิ้นงานทั้ง 4 ส่วน คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และข้อสรุป ซึ่งนักเรียนจะได้ร่วมกันประเมินข้อมูลทั้งหมดที่ช่วยกันสำรวจตรวจสอบมาแล้ว และสร้างชิ้นงานเพื่อสร้างความเข้าใจและเตรียมตัวเข้าสู่กิจกรรมการโต้แย้ง

ในการทำกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น และได้ทบทวนข้อกล่าวอ้างของตนเอง ได้เข้าใจเนื้อหาในแง่มุมอื่น โดยครูผู้สอนควรกระตุ้นให้เห็นถึงแนวทางที่หลากหลายของคำตอบ หรือ วิธีการต่างๆที่สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อสนับสนุนการโต้แย้งของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่ง Kuhn and Reiser (2005 as cited in Sampson and Walker, 2009) กล่าวว่า นักเรียนมักจะพึ่งพาเกณฑ์หรือหน่วยงานภายนอกในการตัดสินใจว่าความคิดนี้จะยอมรับหรือปฏิเสธ เช่นพวกเขาพยายามที่จะเจรจาข้ออธิบายต่างๆกับผู้อื่น และยังสอดคล้องกับ Sampson and Walker (2009) กล่าวว่า นักเรียนได้เรียนรู้มากขึ้นหากได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อนหรือได้รับความท้าทายบางประการ เมื่อครูสรุปกิจกรรมการโต้แย้งเรียบร้อยแล้ว ขั้นถัดไปคือการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ ขั้นตอนนี้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีปรับปรุงการออกแบบการสืบค้นและการตรวจสอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ขาดหายไป แล้วให้นักเรียนได้อภิปรายผลข้อมูลที่ครู



.....

แสดงขึ้น จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงวิธีการตรวจสอบ โดยในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้ควบคุมและสอนวิธีการวิเคราะห์ แปลงข้อมูลและตีความให้แก่ นักเรียนพร้อมสอดแทรกเนื้อหาลงไปด้วย เมื่อนักเรียนได้ปรับบทสนทนาที่คลาดเคลื่อนแล้ว ครูจะนำเข้าสู่กิจกรรมการเขียนรายงานการโต้แย้งที่ใช้ในการนำเสนอและสรุปกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ การเขียนทำให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดที่ชัดเจนและกระชับ ตลอดจนพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของบทเรียนผ่านการทบทวนและกลั่นกรองข้อมูล ซึ่ง ญัฐกร สงคราม (Songkram, 2015) กล่าวว่า เครื่องมือสร้างการนำเสนอที่ใช้ในการสร้างผลงานที่เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหา เปรียบเสมือนตัวแทนความรู้ที่ค้นพบ นักศึกษาต้องทบทวนและตรวจสอบข้อมูลที่ค้นคว้ามาอย่างถี่ถ้วน ทำให้มองเห็นความสำคัญของข้อมูลและนำความรู้ดังกล่าวเข้าสู่หน่วยความจำถาวรได้ ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป้าหมายของกิจกรรมนี้ คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงาน นอกจากนี้ ภายในกลุ่มยังสามารถร่วมกันอภิปรายถึงความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างและการอธิบายเหตุผลของรายงานที่ได้รับการตรวจสอบว่าดีหรือจำเป็นต้องปรับปรุง และในขั้นสุดท้าย ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน หลังจากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนแล้ว จะมีการคืนกลับรายงานให้ผู้เขียนรายงาน เพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวนและปรับปรุงรายงานใหม่ตามคำแนะนำหรือการตอบกลับของเพื่อน เป้าหมายของกิจกรรมในขั้นนี้ เพื่อทำให้กิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนนั้นมีความหมายยิ่งขึ้น ครูต้องทำหน้าที่สะท้อนผลการประเมินด้วยการให้นักเรียนพูดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มา เพื่อให้ นักเรียนร่วมกันทบทวน ตรวจสอบผลการศึกษา อีกทั้งครูยังสามารถตรวจสอบบทสนทนาที่คลาดเคลื่อน และสามารถแก้ไขให้ถูกต้อง

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจร ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยสนับสนุนและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การเข้าสู่บทเรียนด้วยการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนการคาดคะเนคำตอบหรือสร้างสมมติฐาน ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานในขั้นของการสร้างข้อมูลและหลักฐาน นักเรียนจะทราบประเด็นที่ตนต้องสำรวจตรวจสอบ และสามารถเลือกได้ว่าข้อมูลชุดใดที่สนับสนุน หรือ มีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างหรือสมมติฐานของตนซึ่งสอดคล้องกับ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย รวมถึงกิจกรรมการโต้แย้งที่เกิดขึ้นในขั้นการสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น และขั้นการสร้างการโต้แย้ง ในขั้นนี้นักเรียนได้ร่วมกันประเมินข้อมูลว่า ข้อมูลใดสามารถใช้เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้องระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานฐานได้ อีกทั้งยังได้ประเมินความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของบุคคลภายนอก ซึ่งจะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและแบบอุปนัยได้ซึ่งสอดคล้องกับ Cavagnetto (2010) กล่าวว่า การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และสามารถนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้วิทยาศาสตร์ได้



นอกจากนี้ผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่นักเรียนได้คะแนนมากที่สุด คือ การให้เหตุผลแบบสมมุติฐาน 85.23 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้น ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้โดยมีการแสดงถึงปัญหาและคำถามนำ ซึ่งในขั้นตอนก่อนการสำรวจตรวจสอบนั้น นักเรียนต้องได้กำหนดคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของตนก่อนเสมอ และข้อกล่าวอ้างนั้นต้องสามารถใช้เป็นแนวทางในการสำหรับตรวจสอบได้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและเรียนรู้เทคนิคในการกำหนดสถานการณ์เพื่อเริ่มต้นกิจกรรมถัดไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้คะแนน น้อยที่สุดร้อยละ 60.23 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ก่อนการทำการวิจัย นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการโต้แย้งน้อย ซึ่งเนื้อหาที่เรียนได้มีการบรรยายถึงแนวทาง หรือหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนทฤษฎีในเนื้อหาอยู่แล้ว เมื่อนักเรียนต้องประเมินข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานของคำตอบด้วยตัวเอง พบว่า นักเรียนต้องการคำแนะนำในการประเมินและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ในวงจรที่ 1 และสามารถประเมินค่าของข้อมูลได้ด้วยตนเองในวงจรที่ 2 และสามารถที่จะสร้างหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างครบถ้วนทุกประเด็นจากข้อมูลที่มีในวงจรที่ 3 จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นของการทำกิจกรรมการโต้แย้ง ครูควรจัดกิจกรรมการโต้แย้งในกิจกรรมก่อนการวิจัยเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาวิธีการ คำศัพท์เฉพาะ ขั้นตอน รวมถึงข้อตกลงในการโต้แย้ง ที่สามารถทำให้ผู้เข้าร่วมทำกิจกรรมบรรลุจุดประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย จากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน และองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นนั้น ถูกสนับสนุนจากการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกิจกรรมการโต้แย้ง จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะในการสื่อสาร หรือการเลือกใช้สื่อในการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

References

- Abrams, E., Southerland, S.A. and Evans, C. (2008). **Inquiry in the Classroom : Realities and Opportunities**. In E. Abrams, S.A. Southerland and P. Silva (Eds.), An Introduction to Inquiry (pp.1-13). Greenwich, CT : Information Age.
- Bell, R.L., Smetana, L. and Binns, I. (2005). **Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities**. The Science Teacher 72(7): 30-33.
- Cavagnetto, A. R. (2010). **Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument in Interventions in K-12 Science Contexts**. Review of Educational Research 80(3): 336-371.



- Driver, R., Newton, P. and Osborne, J. (2000). “Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms”. **Science Education** 84(3): 287-312.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). **The Action Research Reader**. Geelong. Victoria : Deakin University Press.
- Kijkuakul, S. (2014). **21th Century Direction for Scientific Learning Management**. Phetchabun : Juldis.
- Kuhn, D. (1993). “Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking”. **Science Education** 77(3): 319-337.
- Kuhn, L. and Reiser, B. (2005). **Students Constructing and Defending Evidence-based Scientific Explanations**. Dallas, TX : n.p.
- McCallie, E. 2010. “**Argumentation Among Publics and Scientists: A Study of Dialogue Events on Socio-Scientific Issues**”. Doctoral Dissertation, King’s College London.
- Osborn, J., Erduran, S. and Simon, S. (2004). “Enhancing the Quality Argumentation Inschool Science”. **Journal of Research in Science Teaching** 41(10): 994-1020.
- Phanakij, P. (2016). “Instructional Model to Enhance Creative Problem Solving Ability and Scientific Innovation for Primary School Students”. **Journal of Education, Silpakorn University** 13(2): 31-44. (in Thai)
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). **Argument-Driven Inquiry : A Way to Promote Learning During Laboratory Activities**. *Science Education* 76: 42-47.
- Songkram, N. (2015). “Effects of Using Hybrid Problem-Based Learning Upon Learning Achievement of Undergraduate Students, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang”. **Journal of Education Silpakorn University** 12(2): 81-94. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2003). **Basic Core Curriculum : Scientific Learning Areas Management**. Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). “Assessment of Scientific Knowledge of PISA 2015”. **IPST Magazine** 42(186): 40-43.
- Walker, J., & 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.