

ผลการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Effects of Argument–Driven Inquiry on Scientific Reasoning Ability and Biology Achievement of Grade 10 Students

ธิดาพร วงษ์จันทา¹ และชาติชาย ม่วงปฐม²

Thidaporn Wongchantha¹ and Chatchai Muangpatom²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดหนองคาย จำนวน 24 คน คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่แบบ Dependent t-test และ One Sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนแบบสืบเสาะ กลวิธีโต้แย้ง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

¹สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, Program in Curriculum and Instruction, Udon Thani Rajabhat University

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, Faculty of Education Udon Thani Rajabhat University

*ผู้ติดต่อ, อีเมล: ธิดาพร วงษ์จันทา, 67120609115@udru.ac.th

วันที่รับบทความ (Received) 25 กุมภาพันธ์ 2569 วันที่แก้ไขบทความ (Revised) 24 เมษายน 2569 วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 25 เมษายน 2569

ABSTRACT

The purposes of this study were fourfold: 1) to compare the scientific reasoning ability of Grade 10 students before and after learning through argument-driven inquiry; 2) to compare the post-learning scientific reasoning ability with the 70% criterion; 3) to compare the biology learning achievement of Grade 10 students before and after learning through argument-driven inquiry; and 4) to compare the post-learning biology achievement with the 70% criterion. The sample consisted of 24 Grade 10/2 students in the Science–Mathematics program at a secondary school in Nong Khai Province. The participants were selected using cluster random sampling. The research instruments included: 1) argument-driven inquiry–based instructional plans, 2) a scientific reasoning ability test, and 3) a biology learning achievement test. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, dependent samples t-test, and one-sample t-test.

The results indicated that:

1. The students' scientific reasoning ability after learning was significantly higher than before learning and exceeded the 70% criterion at the .05 level of significance.
2. The students' biology learning achievement after learning was significantly higher than before learning and exceeded the 70% criterion at the .05 level of significance.

Keywords: Inquiry-based learning, Argument-driven inquiry, Scientific reasoning ability, Achievement

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อสังคมโลกในยุคปัจจุบันที่ขับเคลื่อนด้วยองค์ความรู้และนวัตกรรม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การค้นพบและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษยชาติ ในหลากหลายมิติ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม (National Research Council, 2012, pp. 1–3) องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ได้เน้นย้ำว่าการศึกษาวissenschaftมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเตรียมพลเมืองให้มีความพร้อมสำหรับการเผชิญกับความท้าทายในศตวรรษที่ 21 อาทิ ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และเศรษฐกิจ รวมถึงการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของพลเมืองโลกในยุคปัจจุบัน (Osborne, 2010, p. 463) สำหรับประเทศไทย การพัฒนางานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกกำหนดให้เป็นกลยุทธ์สำคัญ ในการขับเคลื่อนประเทศตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) และแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ โดยมุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพผู้เรียน

ให้มีสมรรถนะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ทิศทางการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดขั้นสูง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, หน้า 1–2) โดยเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะหาความรู้ และการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

แนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน Next Generation Science Standards (NGSS) ซึ่งได้รับการยอมรับในระดับสากล ได้เสนอกรอบการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ประกอบสำคัญ 3 มิติ ได้แก่ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ (Disciplinary Core Ideas) การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Science and Engineering Practices) และแนวคิดที่เชื่อมโยงความรู้ (Crosscutting Concepts) เพื่อส่งเสริมให้การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมีความหมาย และสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม (NGSS Lead States, 2013, p. 13) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง

พ.ศ. 2560) ของประเทศไทย ที่กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในด้านการคิดการแก้ปัญหาและการใช้เทคโนโลยีเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, หน้า 6-7)

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการกำหนดเป้าหมายและทิศทางที่ชัดเจน แต่จากผลการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) กลับสะท้อนให้เห็นถึงวิกฤตทางการศึกษา ที่น่ากังวล โดยผลการประเมิน PISA 2018 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์เพียง 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่ 489 คะแนน และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับปี 2015 ข้อมูลเชิงลึกระบุว่านักเรียนไทยประสบปัญหาในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รวมถึงการแปลความหมายข้อมูลและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยมีนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถระดับสูงเพียงร้อยละ 1.1 ในขณะที่มีนักเรียนกลุ่มที่ต่ำกว่าระดับพื้นฐานสูงถึงร้อยละ 44.5 สถานการณ์ดังกล่าวยังคงปรากฏให้เห็นในการประเมิน PISA 2022 ซึ่งนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 409 คะแนน จัดอยู่ในอันดับที่ 58 จาก 81 ประเทศ และยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่ม OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2568, หน้า 44-51)

ปัญหาสำคัญที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ การขาดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการสร้างกระบวนการคิด การตั้งสมมติฐาน การวิเคราะห์ข้อมูล และการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2558, หน้า 45) ปัญหาที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเรียนในรายวิชาชีววิทยา เนื่องจากรายวิชาชีววิทยาก็เป็นหนึ่งในแขนงของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญของชีวิตและเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาด้านสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมักประสบปัญหาในการเรียนชีววิทยา โดยเฉพาะในด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนจำนวนมากมองว่าวิชาชีววิทยาคือวิชาที่ยากและมีความซับซ้อน โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมและเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์และไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง นักเรียนมักไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับการศึกษาของ Cimer (2012, pp. 61-62) ที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์หลายประการ และการศึกษาของ สิริกัลยา สุวระรักษ์ และอนุสรณ์ จันทรประทักษ์ (2564, หน้า 43) ที่รายงานว่านักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในเนื้อหาดังกล่าว เนื่องจากขาดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์และกระบวนการที่เกี่ยวข้องสาเหตุสำคัญของปัญหาดังกล่าวอาจมาจากการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการถ่ายทอดความรู้มากกว่าการส่งเสริมทักษะการคิด การใช้เหตุผลจากหลักฐาน และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (สุทธิดา จารัส, 2560, หน้า 191-193 และ Chinn & Malhotra, 2002, p. 175) เพื่อแก้ไขปัญหานี้ แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry: ADI) จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ โดยรูปแบบการสอนนี้พัฒนาขึ้นโดยบนพื้นฐานของทฤษฎี Constructivism และ Social Learning Theory ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการทางสังคม 8 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุภาระงาน การรวบรวมข้อมูล การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว กิจกรรมการโต้แย้ง การเขียนรายงาน การทบทวนโดยเพื่อน การปรับปรุงรายงาน และการอภิปรายผลสะท้อนกลับ (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, pp. 42-46) งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจำนวนมากสนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้จะมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งอย่างชัดเจนในต่างประเทศ แต่การศึกษาวิจัยในบริบทประเทศไทย โดยเฉพาะในรายวิชาชีววิทยาและในหัวข้อที่มีลักษณะนามธรรมและซับซ้อน เช่น การหายใจระดับเซลล์ ยังมีจำนวนจำกัด

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวจึงมีความจำเป็น เพื่อยืนยันความเหมาะสมและประสิทธิภาพของแนวทางนี้ในบริบททางวัฒนธรรมและระบบการศึกษาไทย อันจะนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ และส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

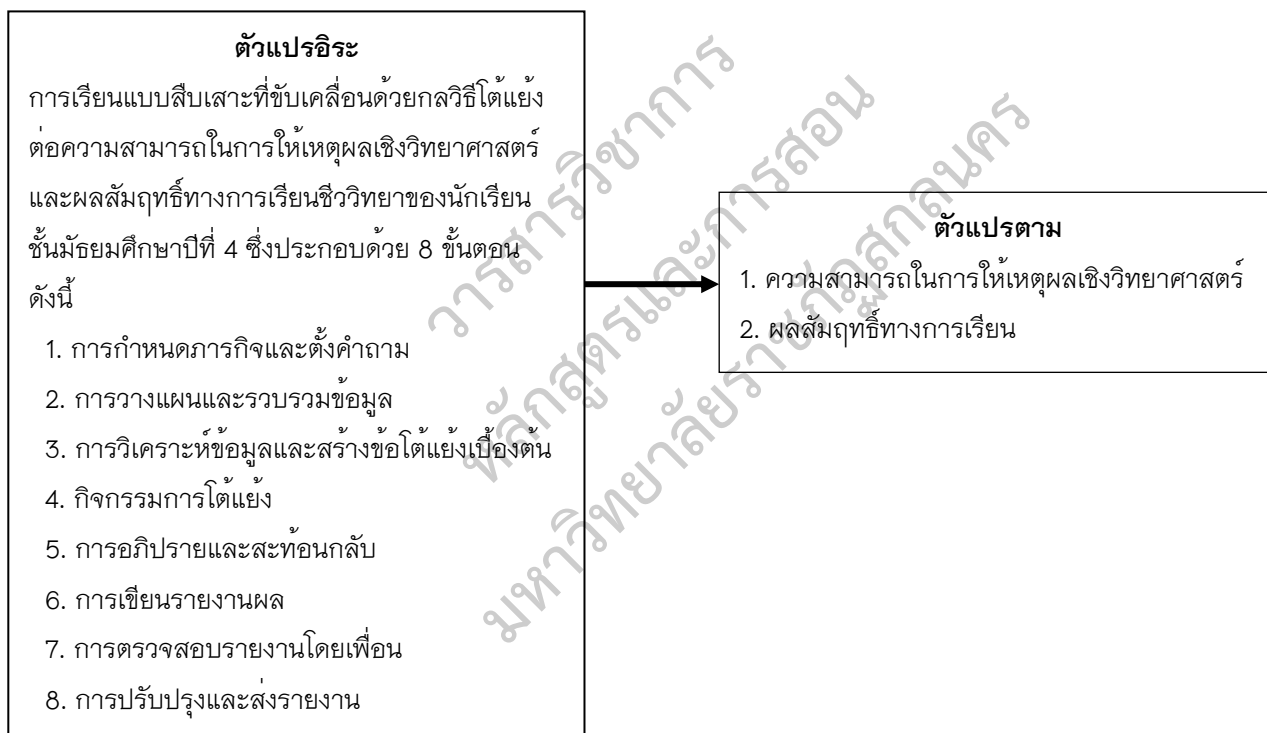
1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดหนองคาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 48 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดหนองคาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 24 คน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ จำนวนทั้งหมด 6 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย 1) กระบวนการไกลโคไลซิส 2) กระบวนการสร้างอะซิติกโคเอนไซม์เอ 3) วัฏจักรเครบส์ 4) กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน 5) กระบวนการหมักกรดแลกติก และ 6) กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 103) ซึ่งผลจากการประเมิน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน มีค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.70–4.80 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบชนิดตัวเลือกสองระดับ (two-tier diagnostic test) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย และส่วนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยสำหรับการอธิบายให้เหตุผล ตามกรอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยแบบวัดที่สร้างขึ้นมีจำนวนทั้งหมด 12 ข้อ และคัดเลือกไว้ใช้จริง จำนวน 8 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นด้านละ 2 ข้อ พร้อมทั้งดำเนินการจัดทำเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนแบบแยกตามระดับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Lawson, 2009, p. 338) กำหนดค่าคะแนนตั้งแต่ 0–3 คะแนน จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาคำตัดสินความสอดคล้อง (IOC) และประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ผลการประเมิน พบว่า แบบวัดความสามารถมีคำตัดสินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 และเกณฑ์การประเมินมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด เมื่อนำแบบวัด

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23–0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27–0.47 และเมื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยวิธีของ Kuder–Richardson จากสูตร KR-20 (ไพศาล วรคำ, 2564, หน้า 287–288) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และคัดเลือกไว้ใช้จริง จำนวน 30 ข้อ โดยออกแบบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมตามระดับพุทธิพิสัยที่ต้องการวัด ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956, pp. 201–204) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวัด พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 เมื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของจุงเทห์ฟาน (Chung–Teh Fan) (ไพศาล วรคำ, 2564, หน้า 300–303) จากการทดสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23–0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25–0.83 เมื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ Kuder–Richardson จากสูตร KR-20 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest Posttest Design) จากแบบแผนการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัย และเพื่อขอความยินยอมและความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียน รวมถึงกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการชี้แจงและอธิบาย

เกี่ยวกับวัตถุประสงค์หลักของการทำวิจัยให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้รับทราบ

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบชนิดตัวเลือกสองระดับ (two-tier diagnostic test) จำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้แผนการวิจัย จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

4. เมื่อสิ้นสุดกระบวนการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (ฉบับเดิม)

5. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบ Dependent samples t-test

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบ One Sample t-test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การให้เหตุผล	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	df	sig
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	6	1.54	0.78	5.50	0.59	17.28*	23	.00
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	6	0.75	0.74	5.04	0.69	30.46*	23	.00
3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	6	0.21	0.41	4.13	0.80	24.74*	23	.00
4. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	6	0.17	0.38	3.75	0.79	22.64*	23	.00
ภาพรวม	24	2.67	1.61	18.42	1.91	38.90*	23	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 1 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งภาพรวมและองค์ประกอบรายด้าน โดยภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 2.67 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.61 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 18.42 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.91

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การให้เหตุผล	คะแนนเต็ม	คะแนนร้อยละ 70	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test	df	sig
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	6	4.20	5.50	0.59	91.67	10.80*	23	.00
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	6	4.20	5.04	0.69	84.03	5.97*	23	.00
3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	6	4.20	4.13	0.80	68.83	-0.46	23	.32
4. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	6	4.20	3.75	0.79	62.50	-2.78*	23	.01
ภาพรวม	24	16.8	18.42	1.91	76.74	4.15*	23	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 18.42 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลแบบสมมติฐานและการให้เหตุผล

แบบอธิบาย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัยไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 และด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t	df	sig
ก่อนเรียน	24	11.38	2.2	37.92	18.55*	23	.00
หลังเรียน	24	22.5	2.65	75			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.38 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.2 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.5 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.65

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนนทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t	df	sig
หลังเรียน	24	22.50	2.65	75	2.77*	23	.00
เกณฑ์				70			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 22.50 คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทเชิงรุกในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองผ่านกระบวนการตั้งคำถามการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ การสร้างคำอธิบายเชิงเหตุผล การโต้แย้งโดยอาศัยหลักฐานสนับสนุน ตลอดจนการแลกเปลี่ยนแนวคิดและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลร่วมกับเพื่อนในห้อง กระบวนการเรียนรู้นี้ดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลได้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย และด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกองค์ประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด

ของ Sampson, Grooms, & Walker (2011, pp. 244–248) ที่ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการกลวิธีโต้แย้งในกิจกรรมสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถยกระดับคุณภาพของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Grooms, Enderle, & Sampson (2015, pp. 46–48) ยังได้อธิบายว่ากระบวนการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเหมาะสมของหลักฐาน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และพิจารณามุมมองที่แตกต่าง การมีส่วนร่วมในกิจกรรมเหล่านี้ย่อมส่งผลทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูรี ลิธิเถลิงเกียรติ (2567, หน้า 22–23) ที่ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้นในระดับสูงและระดับกลาง และภัสราภรณ์ พริกขุผล (2562, หน้า 24–28) ได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง โดยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งไม่เพียงส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนเท่านั้น แต่ยังสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

เชิงวิทยาศาสตร์ให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับภาพรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ พบว่าแต่ละขั้นตอนมีบทบาทอย่างมากต่อการพัฒนาความสามารถดังกล่าว เช่น ขั้นตอนการกำหนดภารกิจและตั้งคำถาม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และตั้งคำถามเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสำรวจหรือทดลองในขั้นตอนต่อไป ส่งผลให้นักเรียนสามารถกำหนดขอบเขตของการสืบเสาะและตั้งสมมติฐานได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น รวมถึงขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง มีบทบาทสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและเหตุผลอย่างเป็นรูปธรรม ผ่านการแลกเปลี่ยนมุมมองและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล ขณะเดียวกันขั้นตอนการอภิปรายและสะท้อนกลับ ร่วมกับขั้นตอนการเขียนรายงานผล และการตรวจสอบโดยเพื่อน มีส่วนช่วยให้นักเรียนทบทวนกระบวนการคิดของตนเอง และปรับปรุงความถูกต้องของเหตุผลที่ใช้ในการอธิบายหรือสรุปผล อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนที่ต้องอาศัยการสังเคราะห์ข้อมูลและการใช้ตรรกะในระดับสูง เช่น การสรุปข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายหรือการประยุกต์หลักการไปสู่สถานการณ์ใหม่ อาจยังต้องการเวลาและการฝึกฝนเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Lawson (2009, pp. 356–362) ที่ระบุว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนจะต้องสามารถใช้หลักฐานที่เชื่อถือได้ในการเพื่อพัฒนาและตรวจสอบแนวคิดที่มีอยู่ และการพัฒนาทักษะนี้ต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซ้ำ ๆ จึงจะส่งผลให้รูปแบบการคิดเป็นระบบมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดของตนเองและโต้แย้งโดยอาศัยหลักฐาน ยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการสะท้อนคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Zimmerman (2007, pp. 212–215) ที่ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินและปรับปรุงกระบวนการคิดของตนเองจะช่วยยกระดับคุณภาพของการเรียนรู้และผลลัพธ์ด้านการคิดอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาผลรายด้าน พบว่าการให้เหตุผลแบบสมมติฐานและการให้เหตุผลแบบอธิบายมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ที่ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อาจเนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ในขั้นตอนการกำหนดภารกิจและตั้งคำถามเป็นขั้นตอนที่ครูจะตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ยกตัวอย่างเช่น “การสร้างพลังงานจากกระบวนการไกลโคไลซิสเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่” ในการตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนต้องฝึกตั้งคำถาม ฝึกคาดการณ์ หรือฝึกการตั้งสมมติฐานเชิงเหตุผลโดยอาศัยความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการนี้ช่วยพัฒนาทักษะการคิดแบบสมมติฐาน สอดคล้องกับแนวคิดของ Lawson (2009, pp. 356–362) ที่ระบุว่าความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมติฐานจะพัฒนาขึ้น เมื่อผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาที่ต้องคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า และงานวิจัยของ นริศรา มหาฤทธิ์ (2568, หน้า 209–210) ซึ่งระบุว่า ในขั้นตอนก่อนการสำรวจตรวจสอบนักเรียนจำเป็นต้องคาดคะเนคำตอบหรือกำหนดข้อกล่าวอ้างเบื้องต้นของตนเองก่อนเสมอ ซึ่งจะช่วยฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานและกำหนดสถานการณ์เริ่มต้นของกิจกรรมอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานอยู่ในระดับสูง และการที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลแบบอธิบายสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อาจเนื่องมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ในหลายขั้นตอนที่มุ่งฝึกให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์อย่างเป็นระบบ โดยนักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นกับหลักการทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้อง และต้องนำเสนอเหตุผลสนับสนุนคำอธิบายต่อเพื่อนร่วมชั้น พร้อมทั้งเปิดรับการซักถามและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำอธิบายดังกล่าว กระบวนการเรียนรู้เช่นนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงลึก และสามารถสังเคราะห์องค์ความรู้เพื่อนำไปสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ McNeill (2011, pp. 793–823) ที่เน้นว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างหลักฐานและเหตุผลที่เชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน การที่นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายและนำเสนอต่อเพื่อน ๆ

อย่างสม่ำเสมอ ทำให้พัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางตรงกันข้ามการให้เหตุผลแบบอุปนัยไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 70 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการให้เหตุผลแบบอุปนัยต้องอาศัยการสังเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลายเพื่อสรุปเป็นข้อสรุปทั่วไป ประกอบกับเนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ มีลักษณะที่เป็นนามธรรมสูงและเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การที่ผู้เรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองหรือแผนภาพกระบวนการหรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ภาพรวมของกระบวนการหายใจระดับเซลล์ จึงเป็นเรื่องที่ซับซ้อน ซึ่งผู้เรียนอาจยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีลักษณะเป็นนามธรรมไปสู่ข้อสรุปของปัญหาได้ อีกทั้งกระบวนการคิดดังกล่าวเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับแนวคิดของ Lawson (2009, pp. 338–345) ที่ระบุว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการสังเคราะห์ข้อมูลหรือหลักฐานจากการสังเกตหลายกรณี แล้วนำไปสร้างข้อสรุปทั่วไป โดยอาศัยรูปแบบหรือแนวโน้มที่ปรากฏจากหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้ ซึ่งการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ใหม่ที่ยังไม่ถูกกำหนดไว้ในทฤษฎีเดิม นอกจากนี้ นริศรา มหาฤทธิ์ (2568, หน้า 209–210) ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์เป็นหลักในการนำมาเป็นหลักฐานประกอบการให้เหตุผล จึงทำให้ไม่เกิดการเปรียบเทียบข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถระบุหลักฐานที่ใช้สนับสนุนคำตอบได้อย่างครบถ้วนในทุกประเด็น และด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการให้เหตุผลเชิงนิรนัยต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกของหลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นหลักฐานในการอ้างอิงประกอบการอธิบายถึงเหตุและผลของข้อกล่าวอ้าง อีกทั้งนักเรียนต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงเชิงตรรกะที่เป็นระบบจากหลักการทั่วไปสู่กรณีเฉพาะ ซึ่งเนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ประกอบด้วยกลไกที่ซับซ้อนและมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ หากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงหลักการพื้นฐานทางทฤษฎีได้อย่างถูกต้อง ย่อมไม่สามารถให้เหตุผลเชิงตรรกะ

เพื่ออธิบายกรณีศึกษาเฉพาะได้ และจากการทดลองสังเกตเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่อาจจะมีประสบการณ์ในการใช้เหตุผลเชิงนิรนัยไม่มากนัก จึงส่งผลให้พัฒนาความสามารถด้านดังกล่าวยังไม่เต็มที่ภายในระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ที่จำกัด สอดคล้องกับแนวคิดของ จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542, หน้า 71) กล่าวว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นกระบวนการให้เหตุผลที่เริ่มต้นจากหลักการทั่วไป ทฤษฎี หรือกฎ แล้วเชื่อมโยงลงสู่กรณีเฉพาะโดยใช้หลักการระบในการอธิบายปรากฏการณ์หรือสรุปความรู้ใหม่ กระบวนการนี้เน้นความถูกต้องตามตรรกะและความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับข้อสรุปที่ได้ ซึ่งต้องการทักษะที่ซับซ้อนและการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศพล สุวรรณพุด (2562, หน้า 150–153) การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง พบว่า แม้นักเรียนจะได้รับเนื้อหาที่บรรยายถึงแนวทางหรือหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนทฤษฎีในเนื้อหาอยู่แล้ว แต่เมื่อนักเรียนต้องประเมินข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบหรือข้อโต้แย้ง นักเรียนยังต้องการคำแนะนำจากครูผู้สอนช่วยในการประเมินและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ความสามารถด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม แม้นักเรียนจะมีคะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่การที่นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยของผู้เรียนได้ ทั้งนี้ หากมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมที่เน้นการประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย และเสริมบทบาทของครูผู้สอนในการชี้แนะและให้คำแนะนำในการเชื่อมโยงหลักการทั่วไปไปสู่กรณีเฉพาะอย่างเป็นระบบ ย่อมเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยของนักเรียนให้บรรลุเกณฑ์ที่กำหนดได้ในระดับที่สูงขึ้น

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ไม่เพียงแต่ส่งผลให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การระบุปัญหา การรวบรวมหลักฐาน ไปจนถึงการอภิปรายโต้แย้งเพื่อหาข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และกระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยกระบวนการทางสังคม (Social Constructivist) ของวอยทือตสกี (Vygotsky) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ซึ่ง Sampson และคณะ ได้นำมาเป็นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เพื่อเปลี่ยนบทบาทผู้เรียนจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้สร้างความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสอดคล้องกับทัศนะของ Good (1973, p. 103) ได้กล่าวว่าการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดและแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง สามารถนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เนื่องจากเป็นการฝึกฝนทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางความคิดพร้อมกัน ไม่ใช่เพียงการจดจำเนื้อหาเพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นริศรา มหาฤทธิ์ (2568, หน้า 207) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนไม่เพียงแต่มีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่ยังเกิดการเรียนรู้ในระดับ

ที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คงทนและเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ผ่านการเขียนรายงานและการให้เหตุผลโต้แย้ง ซึ่งการที่นักเรียนต้องเรียบเรียงความคิดเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนและอธิบายให้เพื่อนร่วมชั้นฟัง หรือการแสดงข้อค้นพบของตนเองหน้าชั้นเรียน รวมถึงการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นกระบวนการตรวจสอบความเข้าใจที่เข้มข้น ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการทางชีววิทยากับหลักฐานเชิงประจักษ์ได้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้สามารถทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมพร จันชัยภูมิ (2563, หน้า 76–77) ได้ศึกษาผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ และงานวิจัยของ Sampson, Enderle, Grooms & Witte (2013, pp. 664–668) มุ่งสำรวจการเปลี่ยนแปลงด้านทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทั้งในด้านความเข้าใจเนื้อหาและการเขียนทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนภายหลังจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการดังกล่าว ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการโต้แย้งสามารถส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนื่องจากผู้เรียนยังขาดประสบการณ์และความคุ้นเคยในการสร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จึงเป็นความจำเป็นที่ผู้สอนควรสร้างความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้งอย่างชัดเจนและครบถ้วนก่อนการเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้

2. เนื่องจากเนื้อหาวิชา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ มีความซับซ้อนของกลไกและกระบวนการและมีความเป็นนามธรรมสูง ประกอบกับการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนั้น ผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการและจัดสรรเวลาการทำกิจกรรมอย่างยืดหยุ่น เพื่อให้ผู้เรียนมีระยะเวลาที่เพียงพอ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก การสังเคราะห์ความรู้ และการสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ ไม่ควรกำหนดระยะเวลากิจกรรมอย่างเร่งรัดจนกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรดำเนินการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งต่อตัวแปรด้านอื่นของผู้เรียนเพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหาขั้นสูง เป็นต้น
2. ควรพัฒนาหรือเลือกใช้เครื่องมือวัดที่มีความหลากหลาย และมีความเที่ยงตรงความเชื่อมั่นในระดับสูง เพื่อให้สามารถประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมและรอบด้านยิ่งขึ้น เช่น แบบประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบสถานการณ์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศพล สุวรรณพุม. (2562). พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นริศรา มหาฤทธิ์. (2568). การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 19(1), 200-210.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปณณพร จันชัยภูมิ. (2563). *ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2564). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- ภูรี สิริเถลิงเกียรติ. (2567). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง การรักษาสุขภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 21(3), 14-29.
- ภัสราภรณ์ พริกขุผล. (2562). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง น้ำและวัฏจักรของน้ำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดภูเก็ต. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 34(2), 20-30.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2568). *ผลการประเมิน PISA 2022 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2022-fullreport> 1 กรกฎาคม 2568.
- สิริกัลยา สุวะรักษ์ และอนุสรณ์ จันทร์ประทักษ์. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจ ระดับเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(2), 41–54.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). การสร้างกรอบแนวคิด “การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์” ผ่านประวัติของวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(1), 181–195.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. David London: McKay Company.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks, *Science Education*, 86(2), 175–218. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/sce.10001>
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw–Hill.
- Grooms, J., Enderle, P., & Sampson, V. (2015). Coordinating scientific argumentation and the Next Generation Science Standards through argument-driven inquiry. *Science Educator*, 24(1), 45–50.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education*, 94(2), 336–364. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/sce.20357>
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793–823.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Retrieved from <https://www.nationalacademies.org/read/13165/chapter/2> July 1st, 2025,
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington DC: The National Academies Press.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. Retrieved from <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 76(8), 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(2), 217–257.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, 97(5), 643–670.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 27(2), 172–223. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>