

การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละแมวิทยา จังหวัดชุมพร
The Development Interpret Data and Evidence Scientifically Competency
in the Topic of Ecosystem for Grade 9 student by Using Argument-driven
Inquiry Model at Lamaewittaya School Chumphon Province

Received : 2023-02-24

Revised : 2023-05-15

Accepted : 2024-08-08

ผู้วิจัย สุนิสา เพชรรัตน์¹

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป²

ดวงเดือน สุวรรณจินดา³

Sunisa Petrat

Sunisapet11@gmail.com

Jurarat Thammaprteep

Duongdearn Suwanjinda

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละแมวิทยา ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศ และ 2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อนุทินสะท้อนความคิด ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา

¹นักศึกษาระดับมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Student in the Degree of Master of Education in Science Education, School of Education Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

²รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Associate Professor Dr. in Science Education, School of Education Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

³รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Associate Professor Dr. in Science Education, School of Education Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ความสามารถที่นักเรียนมีพัฒนาการมากที่สุด คือ ความสามารถในการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี ร้อยละ 21.62 และระดับผ่าน ร้อยละ 72.97 และ 2) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้ (1) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบตารางบันทึกผลกิจกรรมและได้แปลงข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ทำให้นักเรียนมีโอกาสพิจารณาข้อมูลมากกว่าหนึ่งครั้งและสามารถเลือกหลักฐานจากข้อมูลมาสนับสนุนข้อสรุปและเชื่อมโยงเหตุผลได้ และ (2) การที่นักเรียนแปลงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และเชื่อมโยงหลักฐานเข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติที่ดี

Abstract

The objectives of this research were 1) to enhance 9 grade students interpret data and evidence scientifically competency using the argument-driven inquiry model in the topic of ecosystems and 2) to identify effective practices in learning management utilizing the argument-driven inquiry model to develop the aforementioned competency. The participants were 37 of 9 grade students in the first semester of the academic year 2022. The research tools used were: a learning management plan using the argument-driven inquiry model, a test on interpret data and evidence scientifically competency, teacher's journal, students' worksheets, and students' learning experience recording forms. The data collected were analyzed using frequency analysis, inductive content analysis, and content analysis techniques.

The research findings showed that: 1) all students had improved their interpret data and evidence scientifically competency after learning under the argument-driven inquiry model. The students made most progress in transforming data from one representation to another. 21.62% of the students displayed a good level of competency in this skill, while 72.97% exhibited a pass level proficiency. 2) The best practices of the argument-driven inquiry model were found to be: (1) providing students with opportunities to design tables to record activity results and convert data into various formats. This allows students to view the data multiple times and to select evidence to support their conclusions and connections; (2) enabling students to transform data into different formats and link the evidence, which helps them draw conclusions.

Keywords: Argument-driven Inquiry Model, Interpret Data and Evidence Scientifically Competency, Best Practices

บทนำ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในสามของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) (OECD, 2015) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สมรรถนะนี้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างมาก เช่น การสรุปข้อมูลจากข่าวสารทางด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละวันที่มีทั้งข่าวจริงและเท็จปะปนกัน การรู้จักแยกแยะข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคม (Jeong, Songer and Lee, 2007)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลแล้วลงข้อสรุปจากการบันทึกข้อมูลการสำรวจตรวจสอบ การตอบคำถาม และการลงข้อสรุปในงานของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางบันทึกผลนำมาสรุปได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น การจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของสภาพแวดล้อม นักเรียนบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมทางกายภาพและข้อมูลสิ่งมีชีวิตที่พบลงในตาราง นักเรียนบางส่วนเว้นว่างการสรุปผลบางส่วนเขียนสรุปได้ แต่ขาดคำอธิบายที่เชื่อมโยงไปยังหลักฐานที่เป็นข้อมูลการสำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับปัญหาในห้องเรียนของ สนิธิ พลชัยยา (2562) พบว่า การสรุปผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มองข้ามหรือไม่ได้นำผลการทดลองมาใช้ นักเรียนยังพยายามสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับทฤษฎี โดยมองข้ามหรือไม่ได้เชื่อมโยงกับผลการทดลองที่ได้ ทำให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ขาดลักษณะสำคัญบางประการของการสืบเสาะหาความรู้ กล่าวคือ นักเรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับหลักฐานเชิงประจักษ์ และไม่ได้สร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ

นอกจากนี้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศเป็นแนวคิดที่ได้มาจากการสังเกต รวบรวมข้อมูลที่เป็นตัวเลขและข้อความที่มีความซับซ้อนของข้อมูลจากสภาพแวดล้อม และนำมาตีความหมายเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่สมเหตุสมผล ตัวอย่างเช่น การจัดการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต นักเรียนบันทึกอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ พบว่า นักเรียนบางส่วนไม่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแปลความหมายเพื่อลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล จะส่งผลต่อการทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงควรที่สอดคล้องกับธรรมชาติของความรู้และการได้มาซึ่งความรู้ ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องระบบนิเวศได้ดี

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ Grooms, Enderle, Hutner, Murphy and Sampson (2016) ระบุว่า รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว มีขั้นตอนที่ครูเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาและมีการสร้างภาระงานให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง และอนาวิล สีนสิงห์ (2563) ระบุว่า ขณะทำกิจกรรมมีการโต้แย้งและแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น ส่งผลให้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลัง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง อย่างไรก็ตามยังมีคำถามที่น่าสนใจว่าการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้ และตัวบ่งชี้ด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มีการพัฒนาน้อยที่สุด (จิรารัตน์ แสงศร, 2560 และ จารุพันธ์ พากักดี, 2563)

นอกจากนี้ ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่องระบบนิเวศที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการศึกษาสภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละแมวิทยา ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศ
2. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect) งานวิจัยนี้จัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติ ในแต่ละวงจรปฏิบัติประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 2 แผน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละแมวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 37 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยปรับจากแนวทางของ Grooms, Enderle, Hutner, Murphy and Sampson (2016) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมโต้แย้ง และ 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติ ประกอบด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต 3) การถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร 4) ความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ในระบบนิเวศ 5) การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร 6) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 คาบ ผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้

ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีความเหมาะสมมาก เนื่องจากได้ค่าผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เท่ากับ 4.61

2. แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ แบ่งออกเป็นตัวบ่งชี้ละ 3 ข้อ ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 1) แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป 3) ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น และ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย นำข้อสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ได้ข้อสอบมีค่า IOC มากกว่า 0.6 นำแบบวัดไปหาค่าความเที่ยงได้ 0.86 ความยากง่าย (p) ได้ 0.25 - 0.75 และอำนาจจำแนก (r) ได้ 0.33 - 0.83 โดยคัดเลือกข้อสอบตามตัวบ่งชี้ละ 3 ข้อ

3. อนุทินสะท้อนความคิด เป็นแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ บันทึกการสะท้อนถึงปัญหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

4. ใบกิจกรรมของนักเรียน เป็นแบบบันทึกสำหรับให้นักเรียนเขียนหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

5. แบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกที่ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ข้อ 3-5 ผ่านการตรวจสอบและพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเหมาะสมนำไปใช้ได้

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำมาจัดกลุ่มคำตอบและนำเสนอข้อมูลต่อไป

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องระบบนิเวศ ตามขั้นของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติ วงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 วงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 และวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6

3. ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการหาแนวปฏิบัติที่ดีโดยใช้อนุทินสะท้อนความคิด ใบกิจกรรมของนักเรียน แบบบันทึกประสบการณ์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อจัดกลุ่มคำตอบและนำเสนอข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1 ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบ โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ปรับมาจากเกณฑ์การประเมินตามแนวทางของ Jeong, et al. (2007) ผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละตัวบ่งชี้ โดยปรับลักษณะคำตอบในแต่ละระดับคะแนนให้มีความชัดเจน และตรงประเด็น

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้	ดี (2)	พอใช้/ผ่าน (1)	ไม่ผ่านหรือไม่เกี่ยวข้อง (0)
1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นได้ถูกต้องครบถ้วนตามข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นได้ถูกต้องบางส่วนหรือแปลงข้อมูลไม่ครบถ้วนตามข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นได้ โดยนักเรียนไม่สามารถแปลงข้อความที่กำหนดให้อ่านจากบทความ
2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วนตามข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วนตามข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วนหรือถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และไม่สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วนตามข้อมูลที่กำหนดให้
3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้
4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ถูกต้องและให้เหตุผลในการแยกแยะได้อย่างชัดเจน	นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ถูกต้องและให้เหตุผลในการแยกแยะได้อย่างชัดเจน	นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ถูกต้องแต่บอกเหตุผลไม่ชัดเจน	นักเรียนไม่สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่น ๆ ได้

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้ที่	ดี (2)	พอใช้/ผ่าน (1)	ไม่ผ่านหรือไม่เกี่ยวข้อง (0)
5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์	นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น	ไม่ผ่านหรือไม่เกี่ยวข้อง นักเรียนไม่สามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจาก

พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร ได้ถูกต้อง และเลือกหรือระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือได้	หนังสือพิมพ์อินเทอร์เน็ต และวารสารได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเลือกหรือระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือได้ หรือนักเรียนเลือกหรือระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือ	แหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสารได้
------------------------------	--	---	---

1.2 จากนั้นผู้วิจัยกับเพื่อนครูที่มีประสบการณ์การทำวิจัย ตรวจสอบให้คะแนนแบบวัดตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของค่าความถี่และร้อยละ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.1 ผู้วิจัยอ่านอุทิสสะท้อนความคิด จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง

2.2 อ่านใบกิจกรรมและแบบบันทึกประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน

2.3 วิเคราะห์หาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยนำองค์ความรู้ที่ค้นพบจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 และวงจรปฏิบัติที่ 3 ก่อนที่จะลงข้อสรุปองค์ความรู้ที่ค้นพบของแนวปฏิบัติที่ดี และนำข้อมูลจากแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ที่อยู่ในระดับสูงมาสนับสนุนแนวปฏิบัติที่ดีที่ค้นพบด้วย

2.4 ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์หาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ค้นพบทั้งหมดเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละแมวิทยา ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศ

1.1 การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 แสดงความถี่และร้อยละของระดับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รายการ	จำนวนและร้อยละตามระดับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (N=37)		
	ดี (Good)	ผ่าน (Progressing)	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)
แบบทดสอบก่อนเรียน	0 (0%)	2 (5.41%)	35 (94.59%)
แบบทดสอบหลังเรียน	7 (18.92%)	20 (54.05%)	10 (27.03%)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ภาพรวมของการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ

การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเรื่อง ระบบนิเวศ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้น นักเรียนมากกว่าร้อยละ 54.05 (20 คน) อยู่ในระดับผ่าน นักเรียนที่แสดงความสามารถที่อยู่ในระดับดี (Good) คิดเป็นร้อยละ 18.92 (7 คน) ก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมากกว่าร้อยละ 94.59 (35 คน) และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในระดับดี

1.2 การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในตัวบ่งชี้ย่อย

ตารางที่ 3 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

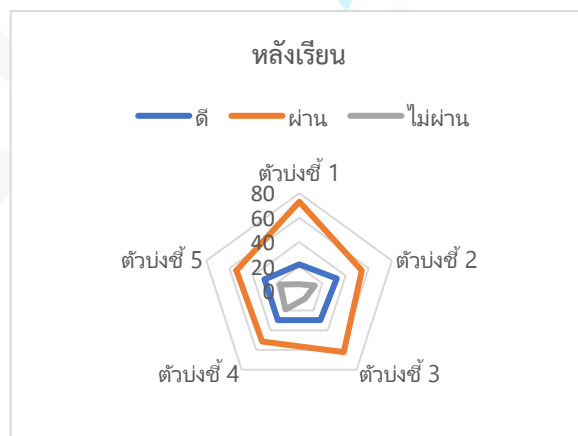
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (N=37)					
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง			หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง		
	ดี (Good)	ผ่าน (Progressing)	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ดี (Good)	ผ่าน (Progressing)	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)
1) แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์	0 (0%)	2 (5.41%)	35 (54.59%)	8 (21.62%)	27 (72.97%)	2 (5.41%)

ตารางที่ 3 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ต่อ)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนและร้อยละของนักเรียนตามระดับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (N=37)					
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง			หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง		
	ดี (Good)	ผ่าน (Progressing)	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ดี (Good)	ผ่าน (Progressing)	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)
2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	0 (0%)	2 (5.41%)	35 (54.59%)	12 (32.43%)	20 (54.05%)	5 (13.51%)
3) ระบุนิยามพื้นฐานประจักษ์พยานและ	0 (0%)	2 (5.41%)	35 (54.59%)	11 (29.73%)	23 (62.16%)	3 (8.11%)

เหตุผลในเรื่องที่ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์						
4)แยกแยะระหว่าง ข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการ พิจารณาจากสิ่งอื่น	0 (0%)	1 (2.70%)	36 (97.30%)	11 (29.73%)	19 (51.35%)	7 (18.92%)
5)ประเมินข้อโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจาก แหล่งที่มาที่หลากหลาย	0 (0%)	1 (2.70%)	36 (97.30%)	11 (29.73%)	20 (54.05%)	6 (16.22%)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ในตัวบ่งชี้ย่อยของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทุกตัวบ่งชี้ย่อย โดยตัวบ่งชี้ที่ 2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป มีนักเรียนที่พัฒนาอยู่ในระดับดี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.43 (12 คน) ตัวบ่งชี้ 3 ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้ที่ 4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และตัวบ่งชี้ที่ 5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย มีนักเรียนที่พัฒนาอยู่ในระดับดี เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 29.73 (11 คน) แต่พบว่า ในตัวบ่งชี้ที่ 1 แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น และตัวบ่งชี้ที่ 3 ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีนักเรียนที่พัฒนาอยู่ในระดับผ่านและระดับดี รวมกันมากที่สุด จำนวน 35 คน และ 34 คน ตามลำดับ ก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกัน



กลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมากกว่าร้อยละ 97.30 (36 คน) อยู่ในระดับไม่ผ่าน ในตัวบ่งชี้ที่ 4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในระดับดี

ภาพที่ 1 แสดงระดับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในรูปแบบของคำร้อยละ

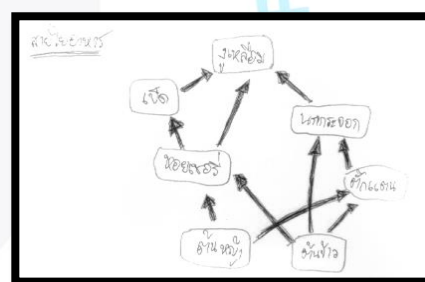
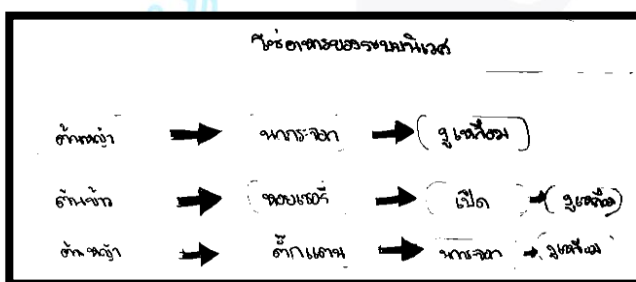
2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

แนวปฏิบัติที่ดี 1 ผู้วิจัยพบว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบตารางบันทึกผลกิจกรรมและได้แปลงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีโอกาสพิจารณาข้อมูลและสามารถเลือกหลักฐานจากข้อมูลมาสนับสนุนข้อสรุปและเชื่อมโยงเหตุผลได้

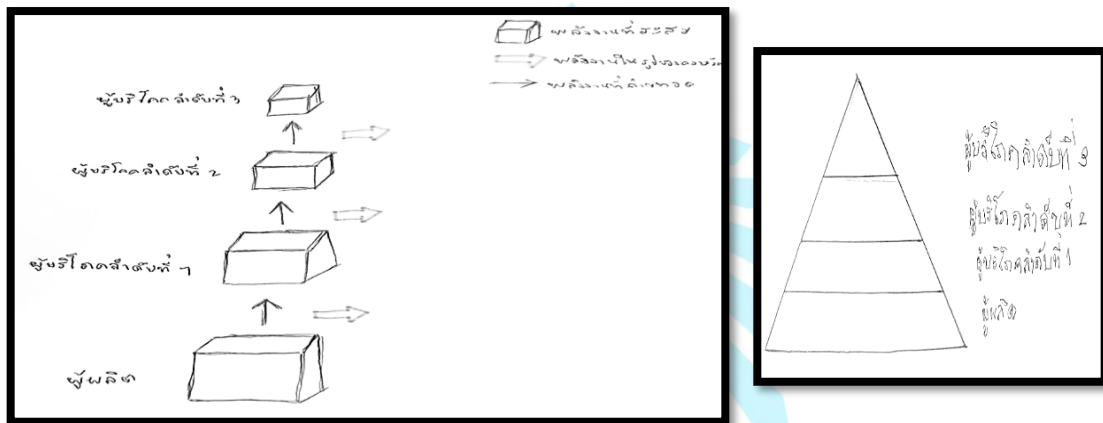
ตัวอย่างเช่น ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการสำรวจระบบนิเวศที่สนใจ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการสำรวจ ตรวจสอบ การสังเกต และการอ่านข้อมูลจากใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนต้องนำข้อมูล หลักฐานมาลงในตารางบันทึกผลกิจกรรมที่ได้ออกแบบไว้ด้วยตนเอง ดังแสดงในภาพที่ 2 จากนั้นนำข้อมูล หลักฐานที่ได้มาแปลงข้อมูลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3 ทำให้นักเรียนมีโอกาสพิจารณาข้อมูลมากกว่าหนึ่งครั้งและสามารถเลือกหลักฐานจากข้อมูลมาสนับสนุนข้อสรุปและเชื่อมโยงเหตุผลได้ ดังแสดงในภาพที่ 4

ตารางบันทึกผลผลทำกิจกรรม					
สิ่งมีชีวิตที่สำรวจได้	อาหารที่บริโภค	ผู้ผลิต	ประเภทของสิ่งมีชีวิต		
			ผู้บริโภคลำดับที่ 1	ผู้บริโภคลำดับที่ 2	ผู้บริโภคลำดับที่ 3
ตั๊กแตน	-	✓			
ตั๊กแตน	-	✓			
ตั๊กแตน	ตั๊กแตน ตั๊กแตน		✓		
จิ้งจอก	ตั๊กแตน ตั๊กแตน		✓		
นก	ตั๊กแตน ตั๊กแตน			✓	
งู	จิ้งจอก นก			✓	✓

ภาพที่ 2 การออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม ของนักเรียนกลุ่ม 4



ภาพที่ 3 การออกแบบแผนภาพโซ่อาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศ ของนักเรียนกลุ่ม 4



ภาพที่ 4 การออกแบบแบบจำลองการ

ถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร ของนักเรียนกลุ่ม 4 และกลุ่มที่ 6

สะท้อนความคิด สิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยได้เรียนรู้คือ การให้นักเรียนได้มีโอกาสออกแบบตารางบันทึกผลกิจกรรม และได้มีการแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปรูปแบบอื่น นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อให้สามารถออกแบบตารางการบันทึกผลกิจกรรมได้ แล้วนำข้อมูล หลักฐาน มาวิเคราะห์และนำเสนอหลักฐานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสพิจารณาข้อมูล ทำให้มองเห็นหลักฐานเชิงประจักษ์และนำหลักฐานนั้นมาสนับสนุนข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

แนวปฏิบัติที่ดี 2 การที่นักเรียนแปลงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และเชื่อมโยงหลักฐานเข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้

ตัวอย่างเช่น ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ "แม่น้ำแห่งหนึ่งมีการปนเปื้อนสารดีดีที (DDT : Dichlorodiphenyltrichloroethane) ซึ่งเป็นสารอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและเข้าไปสะสมในสาหร่าย โดยสาหร่ายเป็นอาหารของปลาชิว และปลาชิวเป็นอาหารของลูกปลาช้อน นอกจากนี้ยังมีนกยางกินลูกปลาช้อนเป็นอาหารอาศัยอยู่ในแม่น้ำแห่งนี้ด้วย" จากสถานการณ์ครูกำหนดข้อมูลการบริโภคของสิ่งมีชีวิต ดังนี้ ปลาชิวแต่ละตัวกินสาหร่ายครั้งละ 3 เซลล์ ลูกปลาช้อนแต่ละตัวกินปลาชิวครั้งละ 2 ตัว และนกยางแต่ละตัวกินลูกปลาช้อนครั้งละ 2 ตัว

ก่อนอื่นนักเรียนต้องวิเคราะห์ให้อาหารเพื่อให้เห็นว่า สิ่งมีชีวิตใดคือผู้ผลิต ผู้บริโภคลำดับที่ 1 ผู้บริโภคลำดับที่ 2 และผู้บริโภคลำดับที่ 3 ซึ่งได้มาจากการเรียนครั้งที่แล้ว ดังแสดงในภาพที่ 5 แต่ข้อมูลชุดที่ 2 ได้จากการเปลี่ยนตารางมาเป็นแผนภาพ เมื่อนำข้อมูลชุดที่ 1 และข้อมูลชุดที่ 2 มาเชื่อมกัน ดังแสดงในภาพที่ 6 นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างอิงข้อมูลทั้งสองชุด และสามารถใช้ในการโต้แย้งและลงข้อสรุปได้

โซ่อาหารจากผลจกการณ ดัด

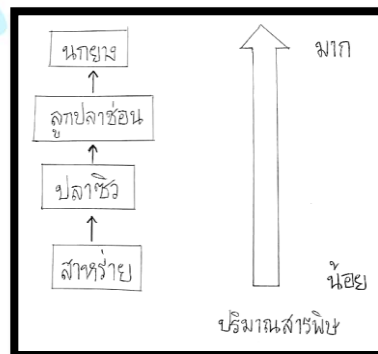
สาหร่าย → ปลาฉวี → ลูกปลาคฉวี → ปลาฉวี

การ บำบัดกผลจกกิจกรรม

สภณณสภณ ในทงฉวีฉวี	สภณณสภณทงฉวีฉวีฉวีฉวีฉวี			ค่าเฉลี่ย สภณณสภณ
	รณณ 1	รณณ 2	รณณ 3	
ปลาฉวี	2/1/3/0	1/1/0/2	3/2/2/1	1.5
ค่าเฉลี่ยในปลาฉวี	$6 \div 4 = 1.5$	$4 \div 4 = 1$	$6 \div 4 = 1.5$	
ลูกปลาคฉวี	4/2	1/3	3/5	3
ค่าเฉลี่ยในลูกปลาคฉวี	$6 \div 2 = 3$	$4 \div 2 = 2$	$6 \div 2 = 3$	
สาหร่าย	6	4	6	6
ค่าเฉลี่ยในสาหร่าย	$6 \div 1 = 6$	$4 \div 1 = 4$	$6 \div 1 = 6$	

ภาพที่ 5 การบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผลกิจกรรมที่ 5 ของนักเรียนกลุ่ม 3

ภาพที่ 6 แผนภาพการสะสม



นักเรียนกลุ่ม 3

สารพิษในโซ่อาหารกิจกรรมที่ 5 ของ

การให้นักเรียนได้มีการออกแบบการบันทึกผลกิจกรรมและนำข้อมูลที่ได้มาเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 7

5.	หลักฐาน
	ปริมาณสารพิษที่สะสมในนกยาง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย ปริมาณสารพิษลดลงเรื่อยๆ ในลูกปลาช่อน ปลาช่อน สารราย มีค่าเฉลี่ยสารพิษสะสมน้อยที่สุด เป็นผู้ผลิตในโซ่อาหารนี้
6.	ข้อสรุปและให้เหตุผล
	ปริมาณสารพิษสะสมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับชั้นการกิน พบสารพิษน้อยที่สุดในผู้ผลิต และพบสารพิษมากที่สุดในผู้บริโภคลำดับสุดท้าย เนื่องจากผู้บริโภคลำดับสูงกว่าจะบริโภคผู้บริโภคลำดับต่ำกว่าในปริมาณมาก เพื่อให้พลังงานเพียงพอในการดำรงชีวิต

ภาพที่ 7 การลงข้อสรุป เรื่องการสะสมสารพิษในโซ่อาหาร ในรายงานผลการตรวจสอบ
เป็นรายบุคคลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม ของนักเรียน S01 กลุ่มที่ 3

สะท้อนความคิด สิ่งที่ผู้วิจัยได้เรียนรู้คือ เมื่อมีข้อมูลสองชุด ครูให้นักเรียนนำข้อมูลสองชุดนั้น มาอยู่ในข้อมูลชุดเดียวกัน ซึ่งนักเรียนต้องแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งเป็นรูปแบบอื่นในแต่ละชุดข้อมูลก่อนแล้วจึงนำข้อมูลทั้งสองชุดมาเชื่อมโยงกัน จึงทำให้นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยอ้างข้อมูลทั้งสองชุดได้

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72.97) มีความสามารถในการระดับผ่าน มากที่สุด ในตัวบ่งชี้ที่ 1 แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เช่น การสังเกต การอ่านข้อมูล การสำรวจ การทดลอง และจดบันทึกข้อมูลในรูปแบบของตารางบันทึกผลการที่นักเรียนได้ออกแบบไว้และการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสื่อข้อมูลเชิงประจักษ์ให้เพื่อนเข้าใจ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ใช้แผนภาพในการนำเสนอข้อมูล นอกจากนี้การแปลงข้อมูลยังมีส่วนช่วยพัฒนาการแปลความหมายและใช้ประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติชัย อนุวรชัย (2561) ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ระบบนิเวศจำลองร่วมกับการกระตุ้นด้วยการประเมิน เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม พบว่า การให้นักเรียนอ่านบทความแล้วให้เขียนแผนภาพที่เกิดขึ้นในเนื้อความที่นักเรียนอ่านได้ อาจเป็นเพราะนักเรียนได้เคยนำเสนอแผนภาพจากการสังเกตในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างขึ้นมาแล้ว สอดคล้องกับ พิรภาส ถุงเสน (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องพอลิเมอร์ พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ที่เป็นการเขียนเพื่ออธิบายข้อความสั้น ๆ จากชุดข้อมูลที่เป็นกราฟ ตาราง หรือการแปลงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตขณะทำการทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Walker, Grooms and Sampson (2012) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง การมีส่วนร่วมในคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อออกแบบและดำเนินการตรวจสอบ เป็นผลให้นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานและเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำอธิบายทั้งในบริบทที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยได้ดีขึ้น

ผลการวิจัยในตัวบ่งชี้ที่ 4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น ของความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับไม่ผ่าน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.92 อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังมีความสับสน และยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับหลักการสร้างข้อโต้แย้ง รวมทั้งในขณะที่เพื่อนแสดงความคิดเห็นในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนไม่ได้จดบันทึกความคิดเห็นของเพื่อน จึงไม่สามารถแยกแยะข้อแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุนันท์ พากักดี (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบย่อยอาหาร ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้ และในการแสดงข้อคิดเห็นของนักเรียนยังไม่ ชัดเจน ครูจึงแนะนำให้ให้นักเรียนจดบันทึกความคิดเห็นเมื่อเพื่อนแสดงความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การทำการแยกแยะ ข้อโต้แย้งว่าเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นข้อโต้แย้งที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น สอดคล้องกับงานวิจัย ของ จิรารัตน์ แสงศร (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง พบว่า นักเรียนได้รับการฝึกฝนตัวบ่งชี้ด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) หรือตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่น ๆ เฉพาะชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง จึงทำให้ตัวบ่งชี้นี้ มีการพัฒนาน้อยที่สุด และนักเรียนยังไม่เข้าใจว่า ข้อโต้แย้งแบบไหนที่เป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อครูได้ชี้แจง และยกตัวอย่างข้อโต้แย้งทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tuba and Sedat (2015) ระบุว่า รูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งทำให้นักเรียนได้อธิบายและสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น และแยกแยะข้อโต้แย้งที่ผิดพลาด ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการโต้แย้ง สามารถทำให้เกิดการโต้แย้งเพื่อคัดค้าน ข้อเสนอที่ผิดได้

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในการพัฒนาสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หากครูใช้การสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการ โต้แย้ง ควรให้นักเรียนได้ออกแบบการบันทึกผลกิจกรรม มีโอกาสโต้แย้งข้อสรุปของตนเอง แล้วให้นักเรียนเขียนรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสวิเคราะห์ข้อมูลผ่านการแปลงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การแปลง ข้อมูลที่เป็นข้อความ ตัวเลข ในใบกิจกรรมมาเป็นตารางบันทึกผลกิจกรรม หรือการที่นักเรียนเปลี่ยนจากตารางที่เป็น ตัวเลขไปเป็นกราฟทำให้นักเรียนมีโอกาสได้พิจารณา แยกแยะข้อมูลมากกว่าหนึ่งครั้ง ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็น หลักฐานเชิงประจักษ์และนำหลักฐานนั้นมาสนับสนุนข้อสรุปอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนาวิน สินสิงห์ (2562) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนา สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส พบว่า ขั้นตอนการออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล เปิดโอกาสให้นักเรียน ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง การสืบค้น และให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อนำไปสู่ ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งและอภิปรายโดยการ นำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบการคาดคะเนคำตอบ ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปพร้อมใช้ หลักฐานและเหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson, Grooms and Walker (2010) ระบุว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ครูคอยให้คำแนะนำ เน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่ดีขึ้น ได้แก่ การทบทวนความรู้เดิมในชั้นเรียนภาระงาน กระตุ้นให้นักเรียนฝึกสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และในชั้นกิจกรรมโต้แย้ง ควรกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง

2. ในช่วงที่มีกิจกรรมการออกแบบการบันทึกผลกิจกรรมจำเป็นต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูอาจจะยืดหยุ่นเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม แต่ควรกำกับเวลาให้มีความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ในกระบวนการโต้แย้ง นักเรียนมีการสนทนา พูดคุย และแสดงหลักฐานจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ไม่ได้เก็บหลักฐานการสนทนาระหว่างที่นักเรียนที่กำลังโต้แย้งกัน ทำให้ไม่เห็นลักษณะของกระบวนการโต้แย้งและภาษาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนจากข้อโต้แย้งชั่วคราวมาเป็นข้อโต้แย้งที่ถูกต้อง สมบูรณ์ งานวิจัยต่อไป ควรศึกษาทักษะการโต้แย้งว่า บทสนทนาใดส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนข้อโต้แย้งชั่วคราวไปเป็นข้อโต้แย้งที่สมบูรณ์มากขึ้น

บรรณานุกรม

- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- จิรารัตน์ แสงศร. (2560). *การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จารุนันท์ พากิตติ. (2563). *การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิรภาส อุณเสน. (2562). *การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สนธิ พลชัยยา. (2562). “ไขปริศนา.....กับการหาหลักฐานเชิงประจักษ์”, *นิตยสาร สสวท.* 47(216), 13-17.
- สันติชัย อนูราชัย. (2561). “การส่งเสริมความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ระบบนิเวศจำลองร่วมกับการกระตุ้นด้วยการประเมิน”, *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 2(1), 43-55.
- อนาวิล สิ้นสิงห์. (2563). *การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์*

เรื่อง การไต่เทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).
พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- Gormally, Brickman, Hallar and Armstrong. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching & Learning*, 3(2).
- Grooms, Enderle, Hutner, Murphy, and Sampson. (2016). *Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6–8*. National Science Teachers Association.
- Jeong, H., Songer, N.B., and Lee, S.Y. (2007). Evidentiary Competencies: Sixth Graders, Understanding for Gathering and Interpreting Evidence in Scientific Investigations. *Research Science Education*. 37. 75-97.
- Sampson, Grooms and Walker. (2010). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Wiley Online Library*. 217-257.
- Tuba Demircioglu and Sedat Ucar. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(1), 268-283.
- Walker, Sampson, Grooms, Anderson and Zimmerman. (2012). Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4). 81-89.