

การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

Enhancing Grade 11Th Students' Competency to Interpret Data and Evidence Scientifically in Learning Polymer through Inquiry-based Learning integrated with Science Writing Heuristic Technique

พีรภาส ฤงเสน¹, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์², วิการัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์³
Phiraphat Thungsen¹, Skonchai Chanunan²,
Wipharat Chuachwad Chaiyasith³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 42 คน ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง พอลิเมอร์ ได้แก่ โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์, ผลิตภัณฑ์พลาสติก, ผลิตภัณฑ์เส้นใย, ผลิตภัณฑ์ยาง โดยใช้ใบกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 ชุด เก็บข้อมูลของนักเรียนในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแบบสังเกตสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ หลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นแล้ว สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาที่ดีความและอธิบายถึงการแสดงออกของตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

¹ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

² ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

³ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

¹ M.Ed. Candidate in Science Education, Faculty of Education, Naresuan University

² Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University

³ Department of Chemistry, Faculty of Science, Naresuan University



ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้
ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค
การเขียนทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการแสดงออกของตัวบ่งชี้ที่ 2 และตัวบ่งชี้ที่ 3 สูงที่สุดในระดับดี ซึ่ง
เกี่ยวกับความสามารถในการแสดงการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วลง
ข้อสรุป และสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
ได้ถูกต้องและครบถ้วน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการแปลความหมาย
ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

The objective of this research was to examine the development of students' competency to interpret data and evidence scientifically in learning polymer through inquiry-based learning integrated with Science Writing Heuristic technique. The participants were 42 grade 11th students of the science classroom from a school in Nan of the 2018 academic year. For data collection, the researcher implemented the four developed lesson plans using Inquiry-based learning integrated with Science Writing Heuristic technique on structure and properties of polymers, plastic products, fiber products, and rubber products. The activity sheets and behavior observation form were used during the learning activities. In addition, the writing test of competency to interpret data and evidence scientifically on polymer was also used after implementing learning activities was completed. For data analysis, the researcher employed content analysis method to interpret and explain the expression of interpretation and identification as indicated and referred to students' competency to interpret data and evidence scientifically.

The results of this research were as follows: the student's competency to interpret data and evidence scientifically was improved progressively as affected by the inquiry-based learning integrated with Science Writing Heuristic technique. Students expressed their competency at high level, especially indicators 2 and 3 which are about the abilities of data analysis, interpretation of data to draw and appropriate conclusions, identifying the assumptions, scientific evidences and scientific reasoning accurately and completely after learning through inquiry-based learning integrated with Science Writing Heuristic technique.

Keywords: Inquiry-based learning, science writing heuristic technique, interpret data and evidence scientifically competency



บทนำ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่บุคคลต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง แล้วลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป 3) ระบุข้อสันนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่น 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 20) ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน เช่น การสรุปข้อมูลจากข่าวสารทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีทั้งจริงและเท็จ การแยกแยะข้อโต้แย้งในสังคมที่มีหลักฐานน่าเชื่อถือทางวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งที่ไม่น่าเชื่อถือในแหล่งที่มาต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต หากนักเรียนมีสมรรถนะด้านนี้ไม่ดีพออาจส่งผลกระทบต่อความคิดและการให้เหตุผลที่นำไปสู่การตัดสินใจ ข้อมูลที่รับรู้อาจเปลี่ยนไปอย่างไม่ถูกต้อง (สันติชัยอนูรชัย, 2561: 57 ; Jeong, H. *et al.*, 2007: 76) ดังนั้น การศึกษาทางวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวของนักเรียนให้ดีขึ้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

จากการศึกษารายงานการประเมินผลนักเรียนในระดับนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) พบว่าผลการประเมิน PISA ปี ค.ศ. 2006 สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์นักเรียนทั่วโลกมีจุดอ่อนมากที่สุด และหาก

พิจารณาผลการประเมิน PISA สำหรับนักเรียนไทยในแต่ละปีของการประเมินผลจนถึง ปี ค.ศ. 2015 พบว่า สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยรวมต่ำกว่ามาตรฐานของ OECD คิดเป็น 39.1 % และมีแนวโน้มลดต่ำลง สะท้อนให้เห็นถึงนักเรียนไทยยังมีความสามารถในการวิเคราะห์และตีความจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551: 58 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561: 100-104) อีกทั้งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน จำนวน 2 ท่าน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ร่วมกับพิจารณาผลจากใบกิจกรรมของนักเรียนที่เป็นกิจกรรมเน้นการทดลองเคมีที่แก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มาจากการสืบค้นหรือการทดลองเพื่อนำไปลงข้อสรุปได้ อีกทั้งนักเรียนนำเสนอข้อมูลและคำกล่าวอ้าง โดยขาดการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปของตนเอง เมื่อมีผลการทดลองที่แตกต่างไปนักเรียนไม่สามารถใช้ประจักษ์พยานที่มีอยู่มาใช้ในการโต้แย้งและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสรุปว่า นักเรียนมีปัญหาเกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาสมรรถนะในด้านนี้ให้ดีขึ้น

ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์



นักเรียนต้องอาศัยทักษะการเก็บรวบรวม การจัดลำดับและการแปลความหมายข้อมูลจากหลักฐานที่เกิดขึ้นเพื่อหาคำตอบ และสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผล นำเพื่อถือ (OECD, 2017: 284) สอดคล้องกับการสืบเสาะทางด้านวิทยาศาสตร์ที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งให้ความสำคัญกับการทดลองหรือการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Pedaste, M. *et al.*, 2015: 51) โดยการสืบเสาะมักมีการจดบันทึกและเขียนเรื่องราวเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งที่ศึกษา ทำให้การเขียนเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการคิดซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (สกนธ์ชัย ชะนุพันธ์, 2557: 207) ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic) มาปรับรูปแบบโดยใช้กลยุทธ์การเขียนร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ควบคู่กับกิจกรรมการทดลอง ที่ส่งเสริมการอธิบายและการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (เตชทัต เรื่องธรรม, 2559: 7) โดยมีขั้นตอนการสอน 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการกำหนดปัญหา/คำถาม 2) ขั้นตอนการทดลอง 3) ขั้นตอนการสังเกต 4) ขั้นตอนการลงข้อสรุป 5) ขั้นตอนการระบุประจักษ์พยาน 6) ขั้นตอนการสังเคราะห์และการโต้แย้ง 7) ขั้นตอนสะท้อนความคิด และ 8) ขั้นตอนเขียน ซึ่งมีจุดเด่นที่เน้นการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลอง และลงข้อสรุปของนักเรียนบนพื้นฐานของประจักษ์พยานที่มีอยู่ และสามารถนำผลจากการศึกษาที่แตกต่างกันมาตั้งประเด็นในการโต้แย้ง และส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น (Buerke, K.A. *et al.*, 2006: 1033)

นอกจากนี้ในเรื่อง พอลิเมอร์ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีมวลโมเลกุลมากประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ

ของสารที่เรียกว่า มอนอเมอร์ ที่อาจจะเหมือนกันหรือต่างกันมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ และสามารถนำสารพอลิเมอร์เหล่านั้นมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจได้ยากเนื่องจากเนื้อหาเน้นนำความรู้เชื่อมโยงไปสู่การประยุกต์ใช้ นักเรียนอาจมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ส่งผลต่อการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เช่น ความรู้ในเรื่องโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์เพื่อการกำจัดและการคัดแยกขยะพลาสติก หรือการช่วยลดมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ (ปฐมพงษ์ เทียงเพชร, 2560: 1042) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนในการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เน้นวิเคราะห์และการตีความข้อมูลจากผลการประเมินจากเครื่องมือที่ใช้ และมีการใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ในการอธิบายผลเพื่อประกอบข้อมูลเชิงคุณภาพที่อธิบายถึงสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์



ของนักเรียน (ลือชา ลดาชาติ, 2558: 2-21) มีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน จำนวน 1 ห้อง รวมนักเรียน 42 คน เป็นนักเรียนชาย 15 คน นักเรียนหญิง 27 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งนักเรียนห้องนี้มีความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมต่ำกว่านักเรียนห้องอื่นๆ โดยพิจารณาจากผลคะแนนของการทำกิจกรรมรายวิชาเคมีของนักเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพอลิเมอร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ย่อย 4 แผน ใช้เวลาแผนละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง และใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เก็บข้อมูลของนักเรียน จำนวน 4 กิจกรรม ได้แก่ 1) โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์, 2) ผลิตภัณฑ์พลาสติก, 3) ผลิตภัณฑ์เส้นใย และ 4) ผลิตภัณฑ์ยาง ซึ่งผ่านการพิจารณาความเหมาะสม 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยที่ 4.19-4.51 ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

2. แบบสังเกตสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยออกแบบขึ้นในลักษณะแบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย ข้อรายการของพฤติกรรมที่สังเกต และกรอบสำหรับบันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติม ใช้เก็บข้อมูลของนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม ซึ่งผ่านการพิจารณาความเหมาะสม 5 ระดับ โดย

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ 4.51

3. แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยออกแบบแบบทดสอบที่มีสถานการณ์สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน และมีการตอบ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ข้อ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน 2 ข้อ และแบบเขียนตอบ 7 ข้อ โดยมีจำนวน รวมทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 40 นาที ใช้เก็บข้อมูลนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผ่านเกณฑ์อยู่ในระหว่าง 0.67-1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 6 คาบ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง โดยสรุปรายละเอียดแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนกำหนดคำถามและปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อเป็นแนวทางในการทำกิจกรรม แล้วให้นักเรียนออกแบบ วางแผนและทำการทดลอง อีกทั้งบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงจากการสังเกต แล้วทำการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปที่เชื่อมโยงกับหลักฐานที่ได้จากการทดลอง โดยการเขียนข้อมูลทั้งหมดลงในใบกิจกรรม

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อสนับสนุนผลการทดลองและข้อสรุปให้มีความน่าเชื่อถือ โดยการสังเคราะห์ข้อมูลแล้วเรียบเรียงเป็นแนวคิดของตนเอง นำข้อมูลทั้งหมดมานำเสนอเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลกับเพื่อน ทำการโต้แย้งในประเด็นที่ทำการศึกษ แล้วให้นักเรียนประเมินแนวคิดของตนเองและเขียนอธิบายองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ลงในใบกิจกรรม

2. ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยทำการสังเกตสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตสมรรถนะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการเก็บข้อมูลนักเรียน อีกทั้งใช้กล้องบันทึกภาพและเสียง จำนวน 3 เครื่อง เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ในห้องเรียนได้ชัดเจนและเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน

3. ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 40 นาที จากนั้นตรวจสอบและรวบรวมคำตอบเพื่อทำการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อตีความถึงพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงสมรรถนะที่ศึกษา เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การจัดระเบียบข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบคำตอบของนักเรียนทุกคนในใบกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และคำตอบในแบบทดสอบสมรรถนะ อีกทั้งถอดรายละเอียดพฤติกรรมที่แสดงออกจากแบบสังเกตและเทปบันทึกภาพเพื่อเรียบเรียงประเด็นสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์และตีความ

2. การให้รหัสข้อมูล (Coding) ผู้วิจัยอ่านและตีความจากประเด็นสำคัญที่ได้จากการตอบคำถามการถอดพฤติกรรมจากแบบสังเกตและเทปบันทึกภาพ โดยแตกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่มีการแสดงออกตามตัวบ่งชี้ของสมรรถนะเดียวกันใช้ตัวอักษรในการให้รหัสข้อมูล 5 ตัวบ่งชี้ที่อ้างอิง OECD, (2017: 286) ประกอบด้วย 1) การแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป 3) ระบุข้อสันนิษฐานจากประจักษ์พยาน และให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 4) การแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับพิจารณาจากสิ่งอื่น และ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

3. การจัดกลุ่ม (Categorization) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยการจัดกลุ่มที่ใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแบบรูปรีด 3 ระดับ โดยอ้างอิงจากการจำแนกตามความสามารถในการแสดงประจักษ์พยาน ตามแนวทางของ Jeong, H. *et al.*, (2007: 81-89) ได้แก่ ดี ผ่าน และไม่ผ่าน โดยเกณฑ์ในแต่ละระดับความสามารถแสดงดังนี้



ตาราง 1 แสดงรายละเอียดในแต่ละกลุ่มของระดับความสามารถตามตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้ที่	ระดับความสามารถของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ผ่าน (Progressing)	ดี (Good)
1	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอออกมาในรูปแบบการเขียนเพื่ออธิบายที่มีรายละเอียดไม่ถูกต้อง	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์แบบการเขียนเพื่ออธิบายได้ แต่มีข้อมูลไม่ครบถ้วน	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์แบบการเขียนเพื่ออธิบายได้ถูกต้อง และครบถ้วน
2	ไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปที่ไม่การเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น หรือมีข้อสรุปบางส่วนที่ไม่ถูกต้อง	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปที่เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามข้อมูลที่ปรากฏ
3	ไม่สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่ศึกษาได้	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่ศึกษาไม่สอดคล้องกับข้อสรุปบางส่วน และมีข้อมูลไม่ครบถ้วน	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่ศึกษาได้ถูกต้อง สอดคล้องกับข้อสรุป และมีข้อมูลครบถ้วน
4	ไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้	แยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ถูกต้องบางส่วน	แยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ถูกต้อง
5	ไม่สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้ และไม่ระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยาน	ประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้ถูกต้องแต่ไม่ระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือได้	ประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้ถูกต้องและระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือได้

4. การหาข้อสรุป ผู้วิจัยรายงานผลโดยแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนจากคำตอบในใบกิจกรรมและแบบทดสอบเพื่ออธิบายถึงการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละตัวบ่งชี้วัด ซึ่งผู้วิจัยอ้างถึงนักเรียนแต่ละคนโดยใช้ตัวอักษร S แล้วตามด้วยหมายเลข 1-42 (เช่น S1-S42) ทั้งนี้เพื่อรักษาจริยธรรมในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) โดยใช้ใบกิจกรรม แบบสังเกต

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Method triangulation)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยรายงานผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ตัวบ่งชี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาสมรรถนะ



การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ตัวบ่งชี้ที่ 1) การแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

จากการวิเคราะห์คำตอบและพฤติกรรม

ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความสามารถในการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ที่เป็นการเขียนเพื่ออธิบายข้อความสั้นๆ ที่ประกอบด้วย 3-6 ประโยค จากชุดข้อมูลที่เป็นกราฟ ตาราง หรือการแปลงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตขณะทำการทดลองได้ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ผ่าน (Progressing) มากที่สุด โดยแสดงผลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงร้อยละของข้อมูลนักเรียนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งสามชนิดตามตัวบ่งชี้ที่ 1

ตัวบ่งชี้ที่	ระดับความสามารถของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ผ่าน (Progressing)	ดี (Good)
1	11.91	57.14	30.95

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การให้นักเรียนจงระบุนการเปลี่ยนแปลงของพลาสติกที่ทดสอบโดยการสังเกต พบว่ามีข้อมูลคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนร้อยละ 57.14 (ระดับผ่าน) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลงข้อมูลจากการสังเกตไปสู่รูปแบบการเขียนเพื่ออธิบายได้มากขึ้น แต่อาจมีการแปลงข้อมูลบางอย่างไม่ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “เมื่อทดสอบพลาสติกชนิด A ด้วยความร้อนจะมีลักษณะที่เปลี่ยนไปคืออ่อนตัวลง (S12)” ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลของนักเรียนร้อยละ 30.95 (ระดับดี) นักเรียนในระดับนี้สามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบการเขียนเพื่ออธิบายได้ถูกต้อง และครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “เมื่อทดสอบพลาสติกชนิด A ที่มีความแข็งมากด้วยร้อนพลาสติกมีลักษณะที่เปลี่ยนไปคือมีการอ่อนตัวสามารถพับหรือบิดได้ง่ายขึ้นแต่เมื่อปล่อยให้ทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะกลับมาแข็งตัวอีกครั้ง (S18)” นักเรียนเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะแสดงความสามารถในการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นได้ดีมากขึ้น

แต่ยังมีข้อมูลของนักเรียนบางส่วนร้อยละ 11.91 (ระดับไม่ผ่าน) ที่ไม่สามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอออกมาในรูปแบบอื่นได้ อีกทั้งยังมีข้อมูลไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “มีการเปลี่ยนแปลง (S31)” หรือ “เปลี่ยนแปลงจากเดิมเล็กน้อย (S5)” นักเรียนเหล่านี้มีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดลองเพียงระยะสั้นๆ จึงทำให้มีการแปลงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตไม่ครบถ้วน และมีข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

ตัวบ่งชี้ที่ 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

จากการวิเคราะห์คำตอบและพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความสามารถในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จากชุดข้อมูลที่เป็นการบันทึกผลการทดลองหรือชุดข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น เพื่อลงข้อสรุปที่มีการเชื่อมโยงถึงหลักฐานหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้ถูกต้องส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี (Good) มากที่สุด โดยแสดงผลปรากฏดังตาราง 3



ตาราง 3 แสดงร้อยละของข้อมูลนักเรียนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งสามชนิดตามตัวบ่งชี้ที่ 2

ตัวบ่งชี้ที่	ระดับความสามารถของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ผ่าน (Progressing)	ดี (Good)
2	7.14	40.48	52.38

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การให้นักเรียน วิจารณ์วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบพลาสติก แล้วลงข้อสรุปที่ถูกต้อง พบว่ามีข้อมูลคำตอบ และพฤติกรรมของนักเรียนร้อยละ 52.38 (ระดับ ดี) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปที่เชื่อมโยงความรู้และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามข้อมูลที่ปรากฏ ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “ความหนาแน่นกับความแข็งของพอลิเมอร์มีความสัมพันธ์กัน เพราะเมื่อนำพอลิเมอร์ที่มีเนื้อแข็งมากมาใส่ในสารละลาย จะจมจึงทราบว่ามีความหนาแน่นสูง แตกต่างกับพอลิเมอร์ที่มีเนื้ออ่อนจะลอยตัวในสารละลาย ที่ความหนาแน่นสูงกว่า (S9)” ส่วนข้อมูลของนักเรียนร้อยละ 40.48 (ระดับผ่าน) นักเรียนในระดับนี้สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แล้วลงข้อสรุปที่ไม่การเชื่อมโยงความรู้และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้ในบางประเด็น หรือมีข้อสรุปบางส่วนที่ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “ความหนาแน่นกับความแข็งของพอลิเมอร์มีความสัมพันธ์กัน เพราะเมื่อนำพอลิเมอร์ที่มีความแข็งมากไปลอยในสารละลายจะจมลงที่ก้นภาชนะ (S30)”

ซึ่งนักเรียนเหล่านี้มีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้ดีมากขึ้น แต่ยังมีข้อมูลของนักเรียนบางส่วนร้อยละ 7.14 (ระดับไม่ผ่าน) ไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปที่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้อง ตัวอย่างคำตอบ เช่น “ความหนาแน่นกับความแข็งของพอลิเมอร์มีความสัมพันธ์กัน (S1)” นักเรียนเหล่านี้วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลไม่ถูกต้องและไม่ระบุเหตุผลหรือหลักฐานประกอบข้อสรุปของตนเอง จึงไม่มีรายละเอียดที่สนับสนุนข้อสรุป

ตัวบ่งชี้ที่ 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์คำตอบและพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความสามารถในการเขียนเพื่ออธิบายถึงการตั้งข้อสันนิษฐาน และระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับพร้อมให้เหตุผลประกอบที่สอดคล้องกับข้อสรุปที่มีความถูกต้องและครบถ้วน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี (Good) มากที่สุด โดยแสดงผลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงร้อยละของข้อมูลนักเรียนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งสามชนิดตามตัวบ่งชี้ที่ 3

ตัวบ่งชี้ที่	ระดับความสามารถของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ผ่าน (Progressing)	ดี (Good)
3	4.76	35.71	59.53

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การให้นักเรียน จงระบุหลักฐานการทดสอบพลาสติกและให้ เหตุผลประกอบเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ถูกต้อง พบว่ามีข้อมูลคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียน ร้อยละ 59.53 (ระดับดี) นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่ศึกษาได้ถูกต้อง สอดคล้อง กับข้อสรุปและมีข้อมูลครบถ้วน ดังตัวอย่าง คำตอบที่ระบุว่า “จากการทดลองทำให้ทราบว่า พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีความแข็งที่ต่างกันเมื่อนำ ตะปูขีดที่ผิวจะเกิดรอย เพราะพอลิเมอร์เนื้อแข็ง มีการเชื่อมโยงของพันธะที่แข็งแรงกว่าและมี สายโซ่ที่เรียงชิดติดกันมาก จึงเป็นรอยยากกว่า พอลิเมอร์เนื้ออ่อนและมีรอยลึกไม่เท่ากัน และ ผลจากการทดสอบในสารละลาย พอลิเมอร์แต่ละ ชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากันเนื่องจากผลของ การจัดเรียงตัวกันของโครงสร้างสร้างพอลิเมอร์ ที่มีความแตกต่างกัน (S18)” ส่วนข้อมูลนักเรียน ร้อยละ 35.71 (ระดับผ่าน) นักเรียนในระดับนี้ระบุ ข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผล ในเรื่องที่ศึกษาไม่สอดคล้องกับข้อสรุปบางส่วน และมีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุ ว่า “จากการทดลองทราบว่าพอลิเมอร์แต่ละชนิด มีความแข็งแรงที่แตกต่างกันเมื่อนำพอลิเมอร์ที่มี

เนื้ออ่อนเมื่อขีดด้วยตะปูจะเป็นรอยได้ง่าย (S40)” ซึ่งนักเรียนเหล่านี้มีแนวโน้มในการพัฒนาความ สามารถในการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้ดีมากขึ้น แต่มีข้อมูลของนักเรียนบางส่วน ร้อยละ 4.76 (ระดับไม่ผ่าน) ไม่สามารถระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลใน เรื่องที่ศึกษาได้ ตัวอย่างคำตอบ เช่น “จากการ ทดลองพอลิเมอร์เนื้ออ่อนเกิดรอยได้ง่าย (S6)” นักเรียนเหล่านี้ไม่ทราบว่าต้องใช้หลักฐานหรือ ประจักษ์พยานใดมาสนับสนุนข้อสรุป จึงทำให้ไม่ สามารถแสดงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ออกมาได้

ตัวบ่งชี้ที่ 4) การแยกแยะระหว่างข้อ โต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์กับพิจารณาจากสิ่งอื่น

จากการวิเคราะห์คำตอบและพฤติกรรม ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความสามารถ ในการแยกแยะว่าข้อโต้แย้งใดมาจากการอ้างอิง ถึงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งใดมา จากความคิดเห็นส่วนตัวหรือจากประสบการณ์ ที่ไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนได้ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ผ่าน (Progressing) มาก ที่สุด โดยแสดงผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงร้อยละของข้อมูลนักเรียนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งสามชนิดตามตัวบ่งชี้ที่ 4

ตัวบ่งชี้ที่	ระดับความสามารถของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ผ่าน (Progressing)	ดี (Good)
4	9.52	66.67	23.81

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การให้ นักเรียนจงแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากหลักฐาน วิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่น พบว่ามี ข้อมูลคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนร้อยละ 66.67 (ระดับผ่าน) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถ

แยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณา จากสิ่งอื่นได้ถูกต้องบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบที่ ระบุว่า “ขวดพลาสติกแบบใสจะเกิดอันตรายอย่าง มากหากโดนความร้อนเป็นเวลานานพิจารณาจาก



บทความที่เป็นประเด็นในข่าวออนไลน์ เช่น ขวดน้ำที่ทิ้งไว้ในรถยนต์ (S20)” ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลของนักเรียนร้อยละ 23.81 (ระดับดี) นักเรียนในระดับนี้สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “การเลือกใช้ขวดพลาสติกที่มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงแบบใสจะสามารถใช้งานได้มากกว่าขวดพลาสติกแบบขุ่นที่มีโครงสร้างแบบกึ่ง เพราะมาจากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยชื่อดังแห่งหนึ่งระบุว่าขวดพลาสติกแบบขุ่นมีสารปนเปื้อนสูงอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งและมีอายุการใช้งานที่น้อยกว่าไม่แข็งแรง (S36)” นักเรียนเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะแสดงความสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ดีมากขึ้น แต่ยังมีข้อมูลของนักเรียนบางส่วน

ร้อยละ 9.52 (ระดับไม่ผ่าน) ที่ไม่สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่นได้ จึงทำให้นักเรียนไม่แสดงข้อโต้แย้งใดเลยในขณะทำกิจกรรม

ตัวบ่งชี้ที่ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

จากการวิเคราะห์คำตอบและพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงความสามารถในการเขียนเพื่อประเมินว่าข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ ซึ่งมีการพิจารณาจากการอ้างอิงจากหลักฐานที่สนับสนุนจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น หนังสือ วารสาร อินเทอร์เน็ต ส่วนใหญ่อยู่ในระดับผ่าน (Progressing) มากที่สุด โดยแสดงผลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงร้อยละของข้อมูลนักเรียนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งสามชนิดตามตัวบ่งชี้ที่ 5

ตัวบ่งชี้ที่	ระดับความสามารถของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ไม่ผ่าน (Unsatisfactory)	ผ่าน (Progressing)	ดี (Good)
5	14.29	59.52	26.19

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การให้นักเรียนจึงประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และระบุประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ พบว่ามีข้อมูลคำตอบและพฤติกรรมของนักเรียนร้อยละ 59.52 (ระดับผ่าน) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้แต่ระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่ไม่น่าเชื่อถือ ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “จากผลการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์มีผลที่สอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นผลการทดลองที่มาจากวิกิพีเดีย (S11)” ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลของนักเรียนร้อยละ 26.19

(ระดับดี) นักเรียนในระดับนี้สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้ถูกต้องและระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือได้ ดังตัวอย่างคำตอบที่ระบุว่า “จากผลการทดสอบคุณสมบัติของพอลิเมอร์มีผลที่สอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาตรฐานในการผลิตพลาสติกจากวารสารวิชาการทางวิทยาศาสตร์ (S23)” นักเรียนเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะแสดงความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้ดีมากขึ้น แต่ยังมีข้อมูลของนักเรียนบางส่วน

ร้อยละ 14.29 (ระดับไม่ผ่าน) ที่ไม่สามารถประเมินข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาต่างๆ ได้ และไม่ระบุแหล่งที่มาของประจักษ์พยาน จึงทำให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งจากความคิดของตนเองและไม่แหล่งที่มาของหลักฐาน

อภิปรายผล

จากการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยรายงานผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ที่เป็นองค์ประกอบหลักของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ตัวบ่งชี้ที่ 1) แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับ ผ่าน คิดเป็นร้อยละ 57.14 เนื่องจากการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบของการเขียนเพื่ออธิบายข้อความสั้นๆ จากข้อมูลที่เป็นตารางบันทึกผลการทดลอง การแปลงข้อมูลจากการสังเกตขณะทำการทดลอง และการสืบค้นข้อมูลได้ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนยังมีการแปลงข้อมูลบางอย่างจากทดลองไม่ครบถ้วนหรือแปลงข้อมูลผิดพลาดจึงทำให้ข้อสรุปบางประเด็นไม่ชัดเจน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Gillespie A. (2014: 52-53) ระบุว่า การส่งเสริมความสามารถในการแปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบของการเขียนทำให้นักเรียนได้คิดและแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบต่างๆ ได้ดีขึ้น เช่น การแปลงข้อมูลจากตารางเป็นการเขียนอธิบาย หรือเป็นรูปแบบของกราฟ ทั้งนี้ในการทำกิจกรรมควรให้นำแนะนำ

และตรวจสอบข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาให้นักเรียนได้อ่าน วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่มีความถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้นำมาแปลงข้อมูลและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง (Pedaste, M. et al., 2015: 57)

ตัวบ่งชี้ที่ 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับ ดี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 52.38 เนื่องจากการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากชุดข้อมูลที่เป็นการบินที่ผลการทดลองหรือชุดข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น เพื่อลงข้อสรุปที่มีการเชื่อมโยงถึงหลักฐานหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tucel, T.S. (2016: 102) ระบุว่า การใช้เทคนิคการเขียนร่วมกับการทำกิจกรรมการทดลองแบบปกติสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลได้ดีขึ้น เพราะเนื่องจากนักเรียนได้จดบันทึกและเขียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกขั้นตอน เก็บข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน จนนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากที่สุด ผู้สอนควรทำหน้าที่ในการให้คำแนะนำสำหรับการสำรวจตรวจสอบข้อมูลของนักเรียน

ตัวบ่งชี้ที่ 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับ ดี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 59.53 เนื่องจากการเขียนเพื่อตั้งข้อสันนิษฐาน และระบุหลักฐานที่มีอยู่ได้ถูกต้องและครบถ้วน แต่อย่างไรก็ตามในด้านของการให้เหตุผลประกอบกับการใช้หลักฐานเพื่อลงข้อสรุป นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ



หรือมีเหตุผลบางประเด็นไม่ชัดเจน ผลการวิจัยนี้จึงสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Nurnberg, D. (2017: 85-86) ระบุว่า การใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์มาช่วยกับการเรียนรู้แบบปกติสามารถพัฒนาสมรรถนะแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานของนักเรียนได้ในระดับสูง เพราะมีขั้นตอนการสอนที่ส่งเสริมและสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ของสมรรถนะดังกล่าว แต่สำหรับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่นักเรียนต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์ เพื่อชี้แจงว่าหลักฐานต่างๆ สนับสนุนข้อสรุปนั้นอย่างไร ผู้สอนต้องมีกิจกรรมอื่นมาเพิ่มเติมเพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในด้านนี้ชัดเจนมากขึ้น เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ดีขึ้นจะส่งผลต่อความสามารถในการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ดีมากขึ้นด้วย (Jeong, H. *et al.*, 2007: 90)

ตัวบ่งชี้ที่ 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการพิจารณาจากสิ่งอื่น นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับผ่าน คิดเป็นร้อยละ 66.67 เนื่องจากมีการแยกแยะว่าข้อโต้แย้งใดที่มาจากอ้างอิงถึงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งใดมาจากความคิดเห็นหรือจากประสบการณ์ที่ไม่มีหลักฐานมาสนับสนุน แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนยังมีบางประเด็นที่ไม่สามารถแยกแยะได้ เช่น ประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kingir, S. *et al.*, (2012: 430) ระบุว่า การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการโต้แย้ง จำเป็นต้องให้นักเรียนมีการจดบันทึกขณะทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งระหว่างที่มาจากประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งที่มาจากสิ่งอื่น หากนักเรียนยังคงเกิดความสับสนอยู่

ผู้สอนควรให้คำแนะนำกับนักเรียนให้เห็นพิจารณาข้อโต้แย้งที่มีประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้นซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความสับสนลดน้อยลงได้

ตัวบ่งชี้ที่ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับ ผ่าน คิดเป็นร้อยละ 59.52 เนื่องจากมีการประเมินว่าข้อโต้แย้งที่มาจากแหล่งต่างๆ มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ ซึ่งพิจารณาจากหลักฐานที่มีอยู่ แต่นักเรียนเหล่านี้ขาดการระบุแหล่งที่มาของหลักฐานจึงทำให้การประเมินข้อโต้แย้งและการแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากหลักฐานกับการพิจารณาจากสิ่งอื่นไม่ถูกต้องและนักเรียนบางคนเกิดความสับสน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Arnold, P.A. (2011: 104) ระบุว่า การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการโต้แย้งในชั้นเรียนส่งผลให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งและหลักฐานที่มาจากแหล่งที่มาต่างๆ ได้ดีมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะได้เปรียบเทียบแนวคิดกับแหล่งข้อมูลของบุคคลอื่น หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น แล้วทำการประเมินแนวคิดพร้อมกับการให้เหตุผลประกอบเพื่อแสดงถึงความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาอยู่ ผู้สอนควรแนะนำแหล่งเรียนรู้บางอย่างให้นักเรียนได้เลือกใช้เพื่อฝึกการตัดสินใจ (Rudd, A.J. *et al.*, 2007: 2010)

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า จากการศึกษานักเรียนมีพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการแสดงออกของตัวบ่งชี้ที่ 2 และ 3 สูงสุดในระดับดีซึ่งเกี่ยวกับความสามารถใน

การแสดงผลการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วลงข้อสรุป และสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการทดลองเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากการสังเกตจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในสรุปแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา ดังนั้นครูควรกำชับให้นักเรียนเก็บรวบรวมผลการทดลองที่ได้จากการสังเกตให้ครบถ้วน เพื่อใช้เป็นหลักฐาน

นำไปสู่การลงข้อสรุปและสร้างแนวคิดได้ถูกต้อง อาจให้นักเรียนทำการทดลองซ้ำเพื่อตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของข้อมูล

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถระบุประจักษ์พยานเพื่อนำมาลงข้อสรุปได้ แต่นักเรียนเหล่านั้นมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์บางประเด็นที่ไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง และนักเรียนบางส่วนไม่สามารถให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้งของตนเองได้ จึงส่งผลทำให้นักเรียนมีการลงข้อสรุปที่เกิดความผิดพลาด ดังนั้นสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- เดชทัต เรืองธรรม. (2559). SWH การเขียนทางวิทยาศาสตร์. *นิตยสาร สสวท.*, 45(203): 7-13.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ปฐมพงษ์ เทียงเพชร. (2560). *วิธีการจำแนกชนิดพอลิเมอร์อย่างง่ายโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้* (รายงานผลการวิจัย). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- ลือชา ลดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สกนธ์ชัย ชะนูนันท์. (2557). การเขียนเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: บทวิพากษ์เชิงทฤษฎี และแนวปฏิบัติในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(4): 200-211.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอสพีบีเคชั่น.
- สันติชัย อนุราชย์. (2561). การส่งเสริมความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ระบบนิเวศจำลองร่วมกับการกระตุ้นด้วยการประเมิน. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2(1): 56-68.
- สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์ย์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. กรุงเทพมหานคร: เซเว่นพริ้นติ้ง กรุ๊ป.



- Arnold, A.P. (2011). *Investigating the impact of the science writing heuristic on student learning in high school chemistry*. (Master's thesis). University of Wisconsin, Faculty of the Graduate School of Science in Education.
- Buerke, K.A., Greenbowe, T.J. & Hand, B.M. (2006). Implementing the science writing heuristic in the chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 83(7): 1032-1038.
- Gillespie, A. (2014). *Writing to learn in science: effects on fourth-grade students' understanding of balance*. (Doctor of Philosophy' thesis). Vanderbilt University, Faculty of the Graduate School of Special Education.
- Jeong, H., Songer, N.B. & Lee, S.Y. (2007). Evidentiary competencies: sixth graders' understanding for gathering and interpreting evidence in scientific investigations. *Research Science Education*, 2007(37): 75-97.
- Kingir, S., Gebanb, O. & Gunelc, M. (2012). How does the science writing heuristic approach affect students' performances of different academic achievement levels? A case for high school chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 2012(13): 428-436.
- Nurnberg, D. (2017). *Writing-to-learn in high-school chemistry: The effects of using the science writing heuristic to increase scientific literacy*. (Doctor of Philosophy's thesis). University of San Francisco, Faculty of the School of Education Learning and Instruction Department.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2017). *Proficiency scale construction*. Retrieved August 10, 2018, from: <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2015-Technical-Report-Chapter-15-Proficiency-Scale-Construction.pdf>
- Pedaste, M., Maeots, M. & Siiman, L.A. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 2015(14): 47-61.
- Rudd, A.J., Greenbowe, J.T. & Hand, M.B. (2007). Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 84(12): 2007-2011.
- Tucel, T.S. (2016). *Exploring the effects of science writing heuristic (SWH) approach on the eight grade students' achievement, metacognition and epistemological beliefs*. (Doctor of Philosophy's thesis). University of Iowa, Faculty of the Graduate School of Social Sciences.