**การพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง**

นางสาวปณาลี สติคราม1, ผศ.ดร.สกลรัชต์ แก้วดี2

1สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ สังกัด คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โทรศัพท์ 0824767226

2สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ สังกัด คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1e-mail : leepana.fah@gmail.com

**บทคัดย่อ**

 การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 22 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นโดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง เก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสถิติที (t-test) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี 2) คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ :** การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ, การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

**Development of Written Science Communication Abilities of Upper Secondary School Students Using Inquiry Instruction and Collaborative Writing**

Panalee Satikram1, Asst. Prof.Sakolrat Kaewdee2

1 Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education
Chulalongkorn University, Tell. 0824767226

2 Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education
Chulalongkorn University

1e-mail : leepana.fah@gmail.com

**Abstract**

The purpose of this research were to 1) examine science communication writing abilities of students after using inquiry instructions and collaborative writing and 2) compare the science communication writing abilities of students between before and after learned through inquiry instructions and collaborative writing. The research group was eleventh-grade students from a large secondary school in Bangkok. The design of this pre-experimental research was a one-group pretest-posttest design. The data of the students' science communication writing was collected before and after the instruction. The research instruments were used 1) science communication writing test and 2) science communication writing evaluation forms. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean percentage score, standard deviation, and *t-*test. The research findings were as follows: 1) the written science communication abilities mean post test score of students was rated at good level. 2) the written science communication abilities mean posttest score of students was significantly higher than the mean pretest score *(p=0.05)*

**Keywords :** written science communication, inquiry instruction, collaborative writing

**บทนำ**

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นทักษะการคิดขั้นสูง พหุปัญญา เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่สำคัญคือทักษะการสื่อสาร (Partnership for 21st century Learning, 2017) สอดคล้องกับ Kulgemeyer and Scheker (2013) ที่ระบุว่า การพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์จำเป็นต้องอาศัยการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในหลายประเทศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2556) ได้กำหนดเป้าหมายการจัด
การเรียนการสอนของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร เนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ หรือการนำแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง โดยการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านงานเขียนเป็นรูปแบบของการสื่อสารที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณชน (Dennison, 2010) เพราะเป็นการสื่อสารความรู้ ความคิด ทัศนคติเป็นลายลักษณ์อักษร เป็นสื่อกลางที่สามารถเผยแพร่ได้อย่างกว้างขวาง (อรทัย ลีลาพจนาพร, 2552; รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ, 2557) ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ระบุไว้ว่า การเขียนเป็นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่ผู้เขียนสามารถถ่ายทอดเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ไปยังผู้รับสาร ซึ่งการเขียนเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

 อย่างไรก็ตามผู้ที่เป็นตัวแทนในการสื่อสารข่าวสารทางวิทยาศาสตร์หรือสื่อมวลชนมักไม่ได้อยู่ใน
แวดวงวิทยาศาสตร์หรือมีความรู้ ความเชี่ยวชาญไม่มากพอทำให้การสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อาจถูกถ่ายทอดไปไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน ส่งผลให้ผู้รับสารได้รับข้อมูลที่ผิดพลาด จึงเป็นหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีทักษะในการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเองให้ถูกต้อง (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2018) และจากผลการวิจัยของ
ธนกร อรรจนาวัฒน์ (2558) ที่พัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ โดยผู้เรียนยังไม่แม่นเนื้อหา สืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้คำ ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันได้ จากปัญหาข้างต้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้สอนในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนได้อย่างถูกต้องและกว้างขวางเพื่อเป็นผู้สื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพแก่สังคม

 จากความสำคัญและปัญหาของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพยายามศึกษาหาแนวทางจากเอกสารและงานวิจัยทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ พบว่าแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างโอกาสในการถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนความเห็น (Kulgemeyer, 2018) นอกจากนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการทักษะ
การเขียนสื่อสาร ได้แก่ กิจกรรมการฝึกเขียนสรุปความ การเขียนบทความ การเขียนร่วมกันและการตรวจทานผลงานโดยเพื่อน (peer review) ซึ่งจะช่วยสะท้อนข้อบกพร่องของงาน และเพิ่มทักษะในการเขียนของทั้งผู้วิจารณ์และผู้รับคำแนะนำ (Partnership for 21st century Learning, 2017)

เมื่อพิจารณาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ข้างต้นพบว่าสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง Storch (2005) ระบุว่าการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Writing) เป็นการเขียนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน แลกเปลี่ยนความเห็น ร่วมกันเขียน และแก้ไขงานด้วยกัน เพื่อช่วยลดความกังวลและเพิ่มประสิทธิภาพของผลงาน ในขณะที่ Hansen and Lui (2005) ระบุว่าการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังรายคู่และการแก้ไขงานร่วมกันจะนำไปสู่ผลงานที่มีความหมายมากขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ นอกจากนี้ Mulligan and Garofalo (2011) ยังได้เสนอแนวคิดและขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งเป็นการมอบหมายงานเขียนรายคู่โดยให้ผู้เรียนวางแผนการทำงานร่วมกัน เรียนรู้และพัฒนาทักษะผ่านการสลับบทบาทการเขียนและการปรับปรุงแก้ไขงาน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ได้มีโอกาสเขียนงานบ่อยครั้ง ฝึกการทบทวนและตรวจทานงานเขียนด้วยตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนเพื่อนำมาปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น

เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบสอบ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน พบว่า สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความเข้าใจต่อคำศัพท์ทางชีววิทยา (ศุจิกา จาตุรนต์พงศา, 2557; จรรยารักษ์ กุลพ่วง และคณะ, 2559) นอกจากนี้ Jensen (2008) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือพบว่าช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความมั่นใจในตนเอง และเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์และได้รับองค์ความรู้ที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามความสามารถในการเขียนเป็นประสบการณ์ทางภาษาที่ซับซ้อน ต้องได้รับ
การพัฒนาผ่านการลงมือปฏิบัติจริงซ้ำ ๆ แต่จากการศึกษาปัญหาและงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบการนำแนวคิด รูปแบบหรือวิธีการสอนเขียนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

**สมมติฐานของการวิจัย**

 1) หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังนักเรียนจะมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจะมีคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**การทบทวนวรรณกรรม**

ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1 การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์**

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถนำเสนอได้ 2 ประเด็น ดังนี้

**ความสำคัญและความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์**

การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557) และเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปถ่ายทอด แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านผลงานการเขียนได้อย่างถูกต้อง

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเขียน การสื่อสารวิทยาศาสตร์ และการเขียนเพื่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ว่าเป็นการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด หรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปยังผู้รับสารผ่านการเขียน (อรทัย ลีลาพจนาพร, 2552;
รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ, 2557; ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557)

**การประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์**

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะการเขียนร่วมกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยของนักการศึกษา สามารถสรุปองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ 5 องค์ประกอบ (Kulgemeyer and Schecker, 2013; Tsabari and Lewenstein, 2013; สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์, 2552; กมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2559) ดังนี้ (1) ความถูกต้องของเนื้อหา คือ การระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ถูกต้อง และครบถ้วน (2) การให้เหตุผล คือ การให้เหตุผลสนับสนุนในงานเขียน และอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ (3) การใช้ภาษา คือ เขียนสื่อความได้ชัดเจน การใช้ภาษาที่ง่าย และถูกต้องตามหลักภาษา หากมีการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (4) การเรียบเรียงเนื้อหา คือ การเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่ละย่อหน้าจำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน และ (5) การเทียบเคียง คือ การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

**ตอนที่ 2 การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง**

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถนำเสนอได้ 2 ประเด็น ดังนี้

**ความสำคัญและความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง**

การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังที่ให้ผู้เรียนเขียนเป็นรายคู่และช่วยกันปรับแก้ไขจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างความตระหนักและความรอบคอบต่องานเขียน (Hansen and Lui, 2005) สอดคล้องกับการศึกษาของ Storch (2005) ที่พบว่างานเขียนที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของผู้เรียนมีคะแนนสูงกว่าที่ทำรายบุคคลและมีแนวโน้มที่จะมีความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์มากขึ้น เพราะมีกระบวนการที่นำไปสู่ผลสะท้อนหรือข้อคิดเห็นมากกว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจึงช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะทางการเขียนได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานด้วยตนเอง

การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การเขียนรายคู่ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านการวางแผนการทำงาน แลกเปลี่ยนความเห็น สลับบทบาทการเขียนและการปรับแก้ไขงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Donato, 1994; Storch, 2005; Mulligan and Garofalo, 2011)

**ขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง**

Mulligan and Garofalo (2011) ได้เสนอขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังที่มีทั้งการจับคู่
การระดมความคิด การสลับบทบาทการเขียน และการตรวจแก้ไขผลงานเพื่อฝึกการให้ข้อคิดเห็นกับเพื่อนและรับคำแนะนำจากผู้สอนไปปรับปรุงงานเขียนให้ดียิ่งขึ้น จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปปรับใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนของผู้เรียนและเหมาะสมในการนำมาประยุกต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบในขั้นขยายความรู้ที่มีเป้าหมายในการนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายสู่สถานการณ์ใหม่ผ่านการสร้างผลงานเพื่อบริการสังคม

## กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
(Inquiry Instruction)

การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง
(Collaborative Writing)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Inquiry Instruction with Collaborative Writing)
(Inquiry Instruction)

ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
(Written Science Communication)
(Inquiry Instruction)15

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การจัดการเรียน
การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการตั้งคำถาม แสวงหาคำตอบโดยใช้กระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และขยายความรู้ผ่านการเขียนรายคู่แบบสลับบทบาทกัน

2) ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียน ประเมินด้วยแบบวัดและแบบประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง

**วิธีดำเนินการวิจัย**

 **กลุ่มที่ศึกษา** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 22 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

 **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** มี 2 ประเภท ได้แก่

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 4 แผน 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแต่ละแผนเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน และนำการสอนเขียนแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งเป็นวิธีการสอนเขียนที่ให้ผู้เรียนสร้างงานเขียนรายคู่โดยสลับบทบาทกันตามแนวคิดของ Mulligan and Garofalo (2011) มาประยุกต์ในขั้นขยายความรู้ แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยด้วยข่าวหรือบทความวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน และตรวจสอบความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นที่ผู้เรียนต้องการศึกษา

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ความรู้เดิมในการสร้างแนวคิดใหม่ ตรวจสอบประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษา จากนั้นวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือคำตอบที่เพียงพอต่อการสร้างคำอธิบาย

ขั้นที่ 3 สร้างคำอธิบาย (Explanation) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหรือสรุปความเข้าใจมโนทัศน์จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้ผ่านการเขียน การนำเสนอ และการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความคิดให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกและกว้างขึ้น ผ่านการสร้างงานเขียนรายคู่แบบสลับบทบาทกัน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยแทรกในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบวัดอัตนัยที่มีข้อคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานการเขียนโดยเลือกเขียน 1 หัวข้อ จากทั้งหมด 3 หัวข้อที่กำหนดให้ตามความสนใจ แบบวัดแบ่งเป็น 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดก่อนเรียน กำหนดหัวข้อที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบขับถ่าย ส่วนแบบวัดหลังเรียน กำหนดหัวข้อที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับฮอร์โมน และ
พีโรโมน (2) แบบประเมินการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง มีคะแนนเต็ม 36 คะแนน และมีระดับความสามารถแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง ตามช่วงคะแนนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน

|  |  |
| --- | --- |
| **คะแนน** | **ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์** |
| 28.81 - 36.0023.41 - 28.80 | ดีมากดี |
| 18.01 - 23.40 | พอใช้ |
| 0.00 - 18.00 | ปรับปรุง |

 **การวิเคราะห์ข้อมูล**

 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์จากคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ มาเทียบกับช่วงคะแนนเพื่อระบุระดับความสามารถ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยายโดยการหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ

2) หาค่าเฉลี่ย ($\overbar{x}$) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}$ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ และคะแนนเฉลี่ยโดยรวมหลังเรียน

3) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระต่อกัน (Paired t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

**ผลการวิจัย**

 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

 **ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา**

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\overbar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overbar{X}$ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **องค์ประกอบ** | **คะแนนเต็ม** | **คะแนนที่ได้** | **ระดับความสามารถ** |
| $$\overbar{X}$$ | $\overbar{X}$**ร้อยละ** | **S.D.** |
| 1. ความถูกต้องของเนื้อหา | 9 | 6.95 | 77.22 | 1.70 | ดี |
| 2. การให้เหตุผล | 9 | 6.27 | 69.67 | 1.28 | ดี |
| 3. การใช้ภาษา | 6 | 5.09 | 84.83 | 1.02 | ดีมาก |
| 4. การเรียบเรียงเนื้อหา | 6 | 4.45 | 74.17 | 1.22 | ดี |
| 5. การเทียบเคียง | 6 | 4.73 | 78.83 | 1.45 | ดี |
| คะแนนรวม | 36 | 27.49 | 76.36 | 4.68 | ดี |

 จากข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 76.36 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไปทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก คือ ด้านการใช้ภาษา โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 84.83 ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี ได้แก่ ด้านการเทียบเคียง ความถูกต้องของเนื้อหา การเรียบเรียงเนื้อหา และการให้เหตุผล

 นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 45.45 มีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และร้อยละ 36.37 มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระดับดีมาก แสดงดังภาพที่ 1

 ภาพที่ 1 ตัวอย่างงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อ ฟีโรโมนของผึ้งนางพญา



 จากตัวอย่างผลงานของนักเรียนข้างต้น สามารถอภิปรายความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบได้ดังนี้

 ด้านความถูกต้องของเนื้อหา นักเรียนระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ถูกต้อง และครบถ้วน ทั้งลักษณะของผึ้งนางพญา บทบาทของฟีโรโมน และพฤติกรรมของแมลงสังคม

 ด้านการให้เหตุผล นักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า "ผึ้งนางพญาเป็นผึ้งที่มีอำนาจมากที่สุดในรัง" โดยอธิบายเกี่ยวกับผลของฟีโรโมนจากผึ้งนางพญาที่ส่งผลต่อการควบคุมพฤติกรรมของสมาชิกในรัง

 ด้านการใช้ภาษา นักเรียนเขียนสื่อความได้ชัดเจน และเลือกใช้ภาษาที่ง่ายในการอธิบายขยายความ เช่น "ทำหน้าที่วางไข่เพียงแค่ตัวเดียวในรัง หมายความว่าผึ้งในรังทุกตัวจะเกิดจากแม่เดียวกัน"

 ด้านการเรียบเรียงเนื้อหา นักเรียนเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน โดยลำดับจากการกล่าวถึงการแบ่งวรรณะในสังคมของผึ้ง ลักษณะของผึ้งนางพญา การสื่อสารด้วยฟีโรโมนและการตอบสนองทางพฤติกรรม

 ด้านการเทียบเคียง คือ นักเรียนเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันโดยเปรียบเทียบว่า "มนุษย์ไม่ได้เป็นเพียงสัตว์ชนิดเดียวบนโลกที่มีชนชั้นวรรณะ เพื่อนร่วมโลกของเรา เช่น ผึ้ง ก็มีชนชั้นและสังคมในแบบของพวกมันเอง"

 **ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง**

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\overbar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overbar{X}$ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  ค่าสถิติค่าเฉลี่ยฯ | $$\overbar{X}$$ | $\overbar{X}$ร้อยละ | S.D. | ระดับความสามารถ | t | Sig.(1-tailed) |
| ก่อนเรียน | 22.00 | 61.11 | 3.93 | พอใช้ | 5.53 | 0.00 |
| หลังเรียน | 27.50 | 76.39 | 4.68 | ดี |  |

\*p< .05

 จากข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.11 จัดเป็นความสามารถในระดับพอใช้ และหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.39 จัดเป็นความสามารถในระดับดี เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (paired t-test) พบว่าคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

**อภิปรายผล**

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สามารถอภิปรายได้ด้วยเหตุผล ดังนี้

 (1) เมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบพบว่านักเรียนมีระดับความสามารถด้านการใช้ภาษาอยู่ในระดับดีมาก เนื่องมาจากการสร้างงานเขียนรายคู่แบบร่วมมือรวมพลังเป็นการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการสร้างผลงานการเขียนร่วมกัน นักเรียนต้องสลับบทบาทการเป็นผู้เริ่มต้นเขียน และผู้ตรวจแก้ไข ทำให้ทั้งคู่ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นระหว่างกัน ทั้งในด้านการเลือกใช้คำที่เหมาะสม อ่านเข้าใจง่าย และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องตามหลักภาษา เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขให้งานเขียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดสรรคนิยมเชิงสังคมที่เชื่อว่าการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการตรวจสอบโดยเพื่อนส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนภายในกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ทั้งยังให้ความสำคัญกับการใช้ภาษาในการสื่อสารเพื่ออธิบายเหตุผลของตนเองหรือปฏิเสธความคิดเห็นของเพื่อน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Storch (2005) ที่พบว่างานเขียนที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของผู้เรียนจะมีความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์มากขึ้น เพราะมีกระบวนการที่นำไปสู่ผลสะท้อนหรือข้อคิดเห็นมากกว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจึงช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะทางการเขียนได้มีประสิทธิภาพมากกว่างานเขียนที่มอบหมายเป็นรายบุคคล

 (2) เมื่อเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับ
การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่ามีนักเรียน 4 คน ที่มีการพัฒนาระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับ โดยมีทั้งจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก และระดับปรับปรุงเป็นระดับดี สามารถอภิปรายได้ว่า เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังทำให้นักเรียนได้รับความรู้ผ่านการสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านการทำงานกลุ่ม การระดมความคิด การนำเสนอ และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องจะสามารถนำมาประยุกต์ในการเขียนได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวยังได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนที่มีระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์สูงกว่าตนผ่านขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังทั้งในการวางโครงร่าง การเลือกใช้คำ การเรียบเรียงเนื้อหา การให้เหตุผล หรือแม้แต่การเลือกแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (Vygotsky, 1978) ที่เชื่อว่าการพัฒนาของมนุษย์เกิดขึ้นผ่านกิจกรรมทางสังคม ผู้เริ่มต้นเรียนรู้จะมีพัฒนาการทางปัญญาเมื่อได้รับการส่งเสริมหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีความสามารถสูงกว่า

**ข้อเสนอแนะ**

**ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้**

1. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ครูควรกำชับนักเรียนให้แบ่งบทบาทหน้าที่ในการเขียนกันอย่างชัดเจนตั้งแต่งานเขียนคู่ครั้งแรกว่าใครจะเป็นผู้เริ่มต้นเขียนและใครเป็นผู้ตรวจแก้ไข ส่วนในการเขียนครั้งถัดไปครูควรนำนักเรียนทบทวนบทบาทและหน้าที่ของตนเอง และหาวิธีตรวจสอบว่านักเรียนได้สลับบทบาทกันจริง เพื่อให้นักเรียนทั้งคู่ได้มีโอกาสในการฝึกฝนและพัฒนาการเขียนอย่างเท่าเทียม

2.ครูควรนำนักเรียนทบทวนหลักการพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนมอบหมายให้เขียนงาน เช่น เป้าหมายของการเขียนเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้อ่าน สารคือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความเครียดและฮอร์โมนคอร์ติซอล เป็นต้น

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนต้องค้นคว้าข้อมูลเพื่อปฏิบัติกิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา และเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเขียนงานในขั้นขยายความรู้ ครูจึงควรจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น หนังสือ หนังสือพิมพ์ บทความ งานวิจัย เป็นต้น

**ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านความคงทนในการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนสะท้อนความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังกระตุ้นให้นักเรียนต้องค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง โดยเฉพาะในกิจกรรมการเขียนที่ต้องสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากหลากหลายแหล่งมาประกอบ ทั้งยังต้องอ่านทบทวนหลายครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาทำให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งในการเรียน การทำวิจัย ตลอดจนการทำงานและการใช้ชีวิต ทั้งยังผลักดันและให้กำลังใจเพื่อให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและครูในหมวดวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ในสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่ พี่สาว และครอบครัว ที่คอยสนับสนุน และเป็นกำลังใจสำคัญในการศึกษาและการทำวิจัยมาโดยตลอด

**เอกสารอ้างอิง**

กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2559). *การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่ง
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.*
 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จรรยารักษ์ กุลพ่วง และคณะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเจตคติต่อการจัด
 การเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(3).

ทิศนา แขมมณี . (2559). *ศาสตร์การสอน.* พิมพ์ครั้งที่ 20. กรุงเทพมหานคร :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนกร อรรจนาวัฒน์. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีม
 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*.
 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ. (2557). *การเขียนเพื่อการประชาสัมพันธ์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). *วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร (Science and Communication)*.
 กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอพริล เรน พรินติ้ง จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มาhttp://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/
 ManualScienceM1.pdf (20 เมษายน 2561).

อรทัย ลีลาพจนาพร. (2552). บทความวิทยาศาสตร์เขียนง่ายมาก. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.*
 52(181): 17-18.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2018). *Communicating
 Science: Tools for Scientists and Engineers.* Retrieved 21 October, 2018, from https://
 www.aaas.org/programs/center - public - engagement – science – and - technology/
 communicating-science-online

Dennison, B. (2010). *Communicating Science to Effect Social Change* Available from http://
 ian.umces.edu/blog/2010/07/19/communicating-science-to-effect-social-change/

Donato, R. (1994). Collective scaffolding in second language learning. *Vygotskian approaches
 to second language research*, *33456*.

Hansen, J., & Lui, J. (2005). Guiding principles for effective peer response. *ELT Journal*, 59(1),
 31-38.

Jensen, J. L. (2008). *Effects of Collaboration and Inquiry On Reasoning and Achievement in
 Biology*. Doctor of Philosophy Arizona State University.

Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2013). Students explaining science – assessment of science
 communication competence. *Research in Science Education*. 43(6), 2235-2256.

Kulgemeyer, C. (2018). Impact of secondary students’ content knowledge on their
 communication skills in science. *International Journal of Science and Mathematics
 Education,* 16(1), 89-108.

Mulligan, C. & Garofalo, R. (2011). A collaborative writing approach: Methodology and
 student assessment. *The Language Teacher*, 35(3).

Partnership for 21st century Learning (2017). *Skills for Today: What We Know about
 Teaching and Assessing Communication*. London: Pearson.

Storch, N. (2005). Collaborative writing: Product, process, and students’ reflections. *Journal
 of Second Language Writing*, 14(3), 153-173.

Tsabari B. & Lewenstein, B. V. (2013). An instruments for Assessing Scientists’ Written Skills
 in Public Communication of Science. *Science Communication*, 35(1), 56-85.