

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน
Development of 11th Grade Students' Science Communication
in the Learning Unit of Transport in Vascular Plant
Using Model-Based Inquiry Teaching

อัคราพรรณ ล้วนมณี^{1*}, ศศิเทพ ปิตีพรเทพิน² และบุญเสฐียร บุญสูง³
Attcharapan Luanmanee^{1*}, Sasithev Pitiporntapin² and Boonsatien Boonsoong³

(Received: Apr 6, 2022; Revised: May 29, 2022; Accepted: Jul 6, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 34 คน ที่ได้รับการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ และร้อยละของพัฒนาการ ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 52.94 (18 คน) มีพัฒนาการการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง และนักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 38.24 (13 คน) มีพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้แบบจำลองเป็นฐานในการเรียนรู้
การลำเลียงของพืช ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

¹ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

M.Ed., Student in Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

² ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

³ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

* corresponding author, e-mail: attcharapan@st.ac.th

ABSTRACT

This classroom action research aimed to develop of 11th grade students' science communication in the learning unit of "Transport in Vascular Plant" using model-based inquiry teaching. The participants were selected by purposive sampling consisted of 34 students in Mathematics-Science program. The research instruments included of 4 learning management plans, and an assessment of science communication ability. Data were analyzed by determining the frequency and percentage of development. The results were found that the Model-based quest-based learning management could be able to develop students' science communication abilities. Most of students (52.94 percent = 18 people) had a high level of development in science communication in speech, and the majority of students, (38.24 percent =13 students), had a moderate improvement in their ability to communicate in science in writing.

Keywords: Inquiry-based learning, Model-based learning method, Transport in vascular plant, Science communication abilities

บทนำ

การสื่อสารถือเป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่งของการดำเนินชีวิตและการขับเคลื่อนสังคม การสื่อสารได้รับการนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาสังคม ให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในด้านต่างๆ อาทิ เศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม การศึกษา และเทคโนโลยี ทำให้ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิต รวมทั้งการสื่อสารความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติมีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อพัฒนาคนในทุกมิติและในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ เป็นพลเมืองดีของชาติ มีหลักคิดที่ถูกต้อง มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ผู้การเป็นคนไทยที่มีทักษะสูง เป็นนวัตกรรม นวัตกรรม ผู้ประกอบการ เกษตรกรยุคใหม่ และอื่นๆ โดยมีสัมมาชีพตามความถนัดของตนเอง (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) อีกทั้ง ในปัจจุบันเป็นยุคของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความรู้ข้อค้นพบใหม่ทางวิทยาศาสตร์มากมายที่ได้รับการค้นพบ แต่ในการนำเสนอหรือสื่อสารข้อค้นพบต่างๆ สาธารณชนนั้นนักวิทยาศาสตร์มักประสบปัญหาด้านการสื่อสาร โดยไม่สามารถสื่อสารหรืออธิบายงานวิจัยของตนเองให้บุคคลทั่วไปเข้าใจได้ถูกต้อง การสื่อสารให้คนทั่วไปเข้าใจในความรู้หรือข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์เพื่อพยายามลดช่องว่างความเข้าใจของประชาชน กับความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงจำเป็นต้องมีการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science communication) อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างถ่องแท้ ซึ่งการสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นการผนวกกันระหว่างทักษะการสื่อสาร และการรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) (กมลชนก ชีวะกุล, 2562)

Baram-Tsabari and Osborne (2015, pp. 135-144) ได้นำเสนอมุมมองเกี่ยวกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นไปที่การให้การศึกษา แต่สำหรับ

การสื่อสารวิทยาศาสตร์เน้นไปที่การทำให้คนทั่วไปมีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ได้กล่าวถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า บุคคลที่ทำหน้าที่ส่งและรับสาร ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือนักวิทยาศาสตร์เสมอไป แต่สามารถเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวเนื่องหรือสนใจในวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน

ผู้วิจัยตระหนักถึงปัญหาทางการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง งานวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสื่อสารถ่ายทอดความรู้ของตนเอง สู่ผู้รับสารได้อย่างเหมาะสม นักเรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในยุคแห่งการสื่อสารนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยทำการศึกษาและตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ ของ Kulgemeyer and Schecker (2013, p. 2239) แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ องค์ประกอบด้านเนื้อหา (Factual content) คือ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้สื่อสารเลือกสำหรับการสื่อสาร องค์ประกอบด้านบริบท (Context) คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาข้อเท็จจริงกับตัวอย่างที่ประกอบการนำเสนอ องค์ประกอบด้านภาษา (Code) คือ คำที่ผู้สื่อสารเลือกที่จะสื่อสารข้อมูล ควรมีความเหมาะสมกับผู้รับสารและควรมีการยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย และองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ (Representation form) คือ วิธีการในการนำเสนอที่ผู้สื่อสารเลือกใช้ประกอบการอธิบาย เช่น ภาพประกอบ กราฟ แผนภูมิ

สำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์นั้น จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยพัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของการสื่อสารตามแนวคิดของ Kulgemeyer and Schecker (2013, p. 2239) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นสามารถช่วยส่งเสริมในแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ อาทิ ในส่วนของเนื้อหาโดยช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถเห็นได้จากนักเรียนสามารถอธิบายกลไก ความสัมพันธ์ และองค์ประกอบของปรากฏการณ์ได้ (Schwarz et al., 2009, pp. 632-654) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานยังสามารถช่วยพัฒนาในองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความโดยผ่านกระบวนการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองเพื่อนำมาใช้ในการสื่อสารได้ ซึ่งในกระบวนการสื่อสารนั้นนักเรียนยังสามารถพัฒนาองค์ประกอบด้านภาษาได้อีกด้วย รวมทั้งความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังสามารถพัฒนาผ่านกระบวนการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน เช่น การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนร่วมชั้น

ทั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานในรายวิชาชีววิทยา พบบางงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แบบจำลองมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยงานวิจัยระบุว่า การนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แบบจำลอง ช่วยดึงดูดนักเรียนให้มีความสนใจ มีแนวโน้มว่าประสบความสำเร็จในการสอน เรื่อง การสังเคราะห์แสงมากขึ้น มากกว่าวิธีการทั่วไป (Ray & Beardsley, 2008, pp. 20-21) สำหรับเนื้อหาการลำเลียงของพืช พบว่ามีการนำแบบจำลองมาใช้ในการขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ อาทิ การสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายแนวโน้มของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตำแหน่งต่างๆ ของพืช เชื่อมโยงกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องในพืช ในลักษณะกราฟ หรือการวาดภาพ ยังไม่พบงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นในเรื่อง การลำเลียงของพืช ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องการอธิบายปรากฏการณ์นามธรรม เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเซลล์หรือโครงสร้างต่างๆ ของพืช จึงเป็นช่องว่างที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจจะศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าว โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน นอกจากนี้ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาการลำเลียงของพืช โดย Vitharana (2015, pp. 281-283) ได้ยกตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำในไซเล็ม เนื่องจากปรากฏการณ์นี้ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เกิดขึ้นภายในเซลล์ของลำต้นพืช ซึ่งการใช้แบบจำลองจะทำให้การสื่อสารเป็นรูปธรรมได้มากยิ่งขึ้น โดยในการสร้างแบบจำลองและสื่อสารได้นั้น นักเรียนต้องมีการวางแผน สื่อสารการออกแบบชิ้นงานของตนเอง เพื่อนำมาสู่การปรับปรุงชิ้นงาน ก่อนที่จะมีการนำเสนอชิ้นงานพร้อมกับการถ่ายทอดความรู้ในประเด็นที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลอง เป็นฐานตามแนวทางของ Passmore, Stewart and Cartier (2009, p. 397) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบเสาะหาความรู้ 2) การให้นักเรียนใช้แบบจำลองที่ได้จากการสืบเสาะในการอธิบายปรากฏการณ์ 3) การกระตุ้นให้มีการสืบเสาะหาความรู้อีกครั้งเพื่อปรับปรุงแบบจำลอง 4) การสร้างคำอธิบายจากแบบจำลองที่ได้ปรับปรุงแล้ว 5) การใช้แบบจำลองในการสร้างความเข้าใจ และ 6) การมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนจะได้รับสถานการณ์เพื่อให้สืบเสาะหาความรู้ มาใช้ในการสร้างและปรับปรุงแบบจำลอง ใช้แบบจำลองในการสร้างความเข้าใจ โดยกิจกรรมออกแบบให้นักเรียนสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนให้เพื่อนในชั้นเรียนและครูเข้าใจในประเด็นของตนเอง โดยจะต้องสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำแบบจำลองมาใช้เป็นตัวแทนในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

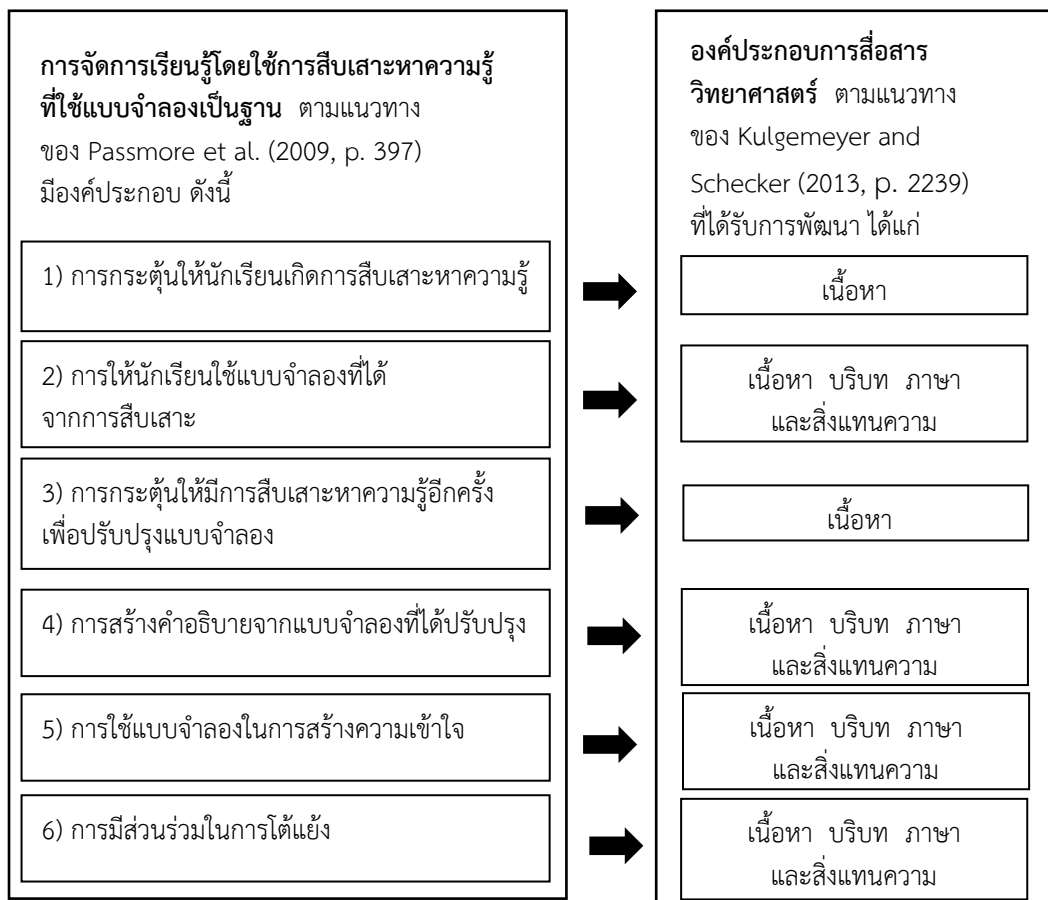
จากการที่ผู้วิจัยพบปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของนักเรียน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการลำเลียงของพืช มีความเป็นนามธรรม เป็นปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อน จึงมีความเหมาะสมในการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการผสมผสานวิธีการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้และการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการตั้งคำถามที่นำมาสู่การสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างแบบจำลองและคำอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ใช้ในการสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับผู้รับสาร ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวตามแนวทางของ Passmore et al. (2009, p. 397) โดยกรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2564 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 34 คน เป็นนักเรียนชาย 13 คน และนักเรียนหญิง 21 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากการเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาตลอดปีการศึกษา 2564 โดยผู้วิจัย

ได้ทำการขออนุญาตนักเรียนในการเก็บข้อมูลจากนักเรียนที่มีการเข้าเรียนเต็มเวลา ซึ่งนักเรียนทุกคนยินดีที่จะเข้าร่วมในการวิจัยด้วยความสมัครใจ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงของพืช จำนวน 4 แผน จำนวน 13 ชั่วโมง กำหนดตามเนื้อหา คือ การลำเลียงน้ำ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ การลำเลียงธาตุอาหาร และการลำเลียงอาหาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงได้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Passmore et al. (2009, p. 397) แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนเลือกศึกษาปรากฏการณ์ที่นักเรียนสนใจ แล้วให้นักเรียนอธิบายรูปแบบของปรากฏการณ์ เพื่อที่จะนำมาสร้างแบบจำลองเริ่มต้น ขั้นที่ 2 การให้นักเรียนใช้แบบจำลองที่ได้จากการสืบเสาะ ซึ่งนักเรียนจะเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลอง และสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้มีการสืบเสาะหาความรู้อีกครั้งเพื่อปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนพิจารณาถึงข้อจำกัดของแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นในตอนต้น ทำการศึกษาแนวคิดใหม่ และสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขั้นที่ 4 การสร้างคำอธิบายจากแบบจำลองที่ได้ปรับปรุงแล้ว เตรียมการสร้างคำอธิบายระหว่างปรากฏการณ์และแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะมาเป็นหลักฐานในการสนับสนุน ขั้นที่ 5 การใช้แบบจำลองในการสร้างความเข้าใจ นักเรียนได้ทำความเข้าใจในแบบจำลองของตนเอง และเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล และขั้นที่ 6 การมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง โดยนักเรียนและครูใช้ในการประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองและคำอธิบายปรากฏการณ์ที่สร้างขึ้น

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ปรับตามกรอบแนวคิดของ Kulgemeyer and Schecker (2013, p. 2239) ที่ได้พัฒนามาจากพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เนื้อหา 2) บริบท 3) ภาษา และ 4) สิ่งแทนความ ผู้วิจัยนำมาสร้างเป็นเกณฑ์ที่ระดับคะแนนของแต่ละองค์ประกอบให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานมากยิ่งขึ้น จากนั้น ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และครูในสถานศึกษา 1 ท่าน ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแบบประเมิน ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือทั้งหมดในงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ใช้สถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามที่นำมาสู่การสืบเสาะหาความรู้ และการปรับข้อความที่ปรากฏในเกณฑ์แต่ละระดับคะแนนของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นเมื่อผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขเครื่องมือวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจนเสร็จสิ้น แล้วนำเครื่องมือวิจัยไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงจนได้แบบวัดที่มีคุณภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน คือ 1) การลำเลียงน้ำ 2) การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ 3) การลำเลียงธาตุอาหาร และ 4) การลำเลียงอาหาร ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดเป็นเวลา 13 ชั่วโมง

หลังจากจัดการเรียนรู้ครบตามที่วางแผนไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบผลงานนักเรียนในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียน โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำมาหาค่าพัฒนาการการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อหาค่าความถี่ ร้อยละของแต่ละระดับ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ปรับตามกรอบแนวคิดของ ของ Kulgemeyer and Schecker (2013, p. 2239) ที่ได้พัฒนามาจากพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ นำมาสร้างเป็นเกณฑ์ที่ระบุระดับคะแนนของแต่ละองค์ประกอบให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยตรวจสอบให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยตรวจสอบใช้แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ระดับดีเยี่ยม 3 คะแนน ระดับดี 2 คะแนน ระดับพอใช้ 1 คะแนนและระดับปรับปรุง 0 คะแนน การตรวจสอบให้คะแนนพิจารณาแยกแต่ละองค์ประกอบและภาพรวมของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ จากนั้นใช้เกณฑ์คุณภาพในการแบ่งระดับคะแนน

โดยองค์ประกอบด้านเนื้อหาและสิ่งแทนความ แต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 9 คะแนน แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ 1) ระดับดีเยี่ยม คือ 7.21-9.00 คะแนน 2) ระดับดี คือ 5.86-7.20 คะแนน 3) ระดับพอใช้ คือ 4.51-5.85 คะแนน และ 4) ระดับปรับปรุง คือ 0.00-4.50 คะแนน ส่วนองค์ประกอบด้านบริบท และภาษา โดยแต่ละองค์ประกอบ มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ 1) ระดับดีเยี่ยม คือ 4.81-6.00 คะแนน 2) ระดับดี คือ 3.91-4.80 คะแนน 3) ระดับพอใช้ คือ 3.01-3.90 คะแนน และ 4) ระดับปรับปรุง คือ 0.00-3.00 คะแนน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์คุณภาพในการแบ่งระดับคะแนนเฉลี่ยของทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยภาพรวม แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ 1) ระดับดีเยี่ยม คือ 24.01-30.00 คะแนน 2) ระดับดี คือ 19.51-24.00 คะแนน 3) ระดับพอใช้ คือ 15.01-19.50 คะแนน และ 4) ระดับปรับปรุง คือ 0.00-15.00 คะแนน

จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อหาค่าพัฒนาการของนักเรียน ทั้งในภาพรวมและแบบแยกแต่ละองค์ประกอบ โดยการหาค่าพัฒนาการของนักเรียนของศิริชัย กาญจนวาสี (2557, น. 12-13) โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$GS\% = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

เมื่อ GS% = คะแนนร้อยละของพัฒนาการ, X = คะแนนที่วัดก่อนการจัดการเรียนรู้, Y = คะแนนที่วัดหลังการจัดการเรียนรู้ และ F = คะแนนเต็มของแบบประเมิน

จากนั้นนำคะแนนร้อยละของพัฒนาการมาแปลความหมายเป็นระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 1) ระดับสูงมาก คือ ร้อยละ 76-100 2) ระดับสูง คือ ร้อยละ 51-75 3) ระดับปานกลาง คือ ร้อยละ 26-50 4) ระดับต้น คือ ร้อยละ 1-25 5) ระดับไม่มีพัฒนาการ คือ ร้อยละเท่ากับ 0 และ 6) พัฒนาการลดลง คือ คะแนนติดลบ

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยแสดงผลการวิจัยในรูปแบบร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนตามลำดับ

ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนได้ โดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการระดับสูง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด (n = 34)

องค์ประกอบ	ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด					
	พัฒนา การลดลง	ไม่มี พัฒนาการ	ต้น	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ภาพรวม	0.00 (0)	0.00 (0)	2.94 (1)	38.24 (13)	52.94 (18)	5.88 (2)

จากตารางที่ 1 เมื่อจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยพบว่านักเรียนร้อยละ 100.00 (34 คน) มีการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด โดยภาพรวมอยู่ในระดับต้นจนถึงระดับสูงมาก เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) พัฒนาการระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 52.94 (18 คน) 2) พัฒนาการระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 38.24 (13 คน) 3) พัฒนาการระดับสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 5.88 (2 คน) และ 4) พัฒนาการระดับต้น คิดเป็นร้อยละ 2.94 (1 คน)

นอกจากนี้ผู้วิจัย มีการแยกพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด
แต่ละองค์ประกอบ (n = 34)

องค์ประกอบ	ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด					
	พัฒนาการ ลดลง	ไม่มีพัฒนาการ	ต้น	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
เนื้อหา	2.94 (1)	0.00 (0)	0.00 (0)	14.71 (5)	32.35 (11)	50.00 (17)
บริบท	0.00 (0)	17.65 (6)	0.00 (0)	0.00 (0)	58.82 (20)	23.53 (8)
ภาษา	2.94 (1)	2.94 (1)	17.65 (6)	32.35 (11)	41.18 (14)	2.94 (1)
สิ่งแทนความ	5.88 (2)	20.59 (7)	26.47 (9)	26.47 (9)	17.65 (6)	2.94 (1)

จากตารางที่ 2 องค์ประกอบด้านเนื้อหา นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 50.00 (17 คน) มีพัฒนาการระดับสูงมาก องค์ประกอบด้านบริบท นักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 58.82 (20 คน) มีพัฒนาการระดับสูง องค์ประกอบด้านภาษา นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 41.18 (14 คน) มีพัฒนาการระดับสูงมาก และองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ นักเรียนส่วนใหญ่มีร้อยละพัฒนาการระดับต้นและระดับปานกลางเท่ากัน คือร้อยละ 26.47 (9 คน) นอกจากนี้ยังพบว่า ในองค์ประกอบด้านเนื้อหา ภาษาและสิ่งแทนความ มีนักเรียนบางส่วนที่มีพัฒนาการลดลง เนื่องจากการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนที่มีพัฒนาการลดลง ด้านเนื้อหาร้อยละ 2.94 (1 คน) เกิดจากการขาดการลำดับเนื้อหา ด้านภาษาร้อยละ 2.94 (1 คน) เกิดจากการที่นักเรียนไม่มีการอธิบาย ขยายความคำศัพท์ และด้านสิ่งแทนความร้อยละ 5.88 (2 คน) นักเรียนไม่มีการใช้ภาพหรือสื่ออื่นๆ เพื่อประกอบการสื่อสาร ทั้งนี้ในแต่ละบุคคลอาจมีคะแนนการพัฒนางานองค์ประกอบย่อยของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นแตกต่างกันออกไป ส่งผลให้คะแนนการสื่อสารโดยภาพรวมเพิ่มมากขึ้น ระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด จึงไม่ปรากฏนักเรียนที่ไม่มีพัฒนา หรือพัฒนาการลดลง ดังแสดงในตารางที่ 1

สำหรับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน ผู้วิจัย พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนโดยภาพรวมของนักเรียนได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน
(n = 34)

องค์ประกอบ	ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน					
	พัฒนาการ ลดลง	ไม่มี พัฒนาการ	ต้น	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ภาพรวม	17.65 (6)	2.94 (1)	23.53 (8)	38.24 (13)	8.82 (3)	8.82 (3)

จากตารางที่ 3 เมื่อจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยพบว่านักเรียนปรากฏร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน ในทุกระดับพัฒนาการ โดยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) พัฒนาการระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 38.24 (13 คน) 2) พัฒนาการระดับต้น คิดเป็นร้อยละ 23.53 (8 คน) 3) พัฒนาการลดลง คิดเป็นร้อยละ 17.65 (6 คน) 4) พัฒนาการระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 8.82 (3 คน) ของแต่ละระดับ และ 5) ไม่มีพัฒนาการ คิดเป็นร้อยละ 2.94 (1 คน)

เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน ผู้วิจัยพบข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน
แต่ละองค์ประกอบ (n = 34)

องค์ประกอบ	ร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน					
	พัฒนาการ ลดลง	ไม่มี พัฒนาการ	ต้น	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
เนื้อหา	11.76 (4)	11.76 (4)	5.88 (2)	17.65 (6)	26.47 (9)	26.47 (9)
บริบท	20.59 (7)	47.06 (16)	0.00 (0)	0.00 (0)	11.76 (4)	20.59 (7)
ภาษา	29.41 (10)	20.59 (7)	14.71 (5)	5.88 (2)	20.59 (7)	8.82 (3)
สิ่งแทนความ	14.71 (5)	17.65 (6)	17.65 (6)	26.47 (9)	14.71 (5)	8.82 (3)

จากตารางที่ 4 องค์ประกอบด้านเนื้อหา นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 26.47 (9 คน) ของแต่ละระดับ องค์ประกอบด้านบริบท นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 47.06 (16 คน) ไม่มีพัฒนาการ องค์ประกอบด้านภาษา นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 29.41 (10 คน) มีพัฒนาการลดลง และองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ นักเรียนส่วนใหญ่

คิดเป็นร้อยละ 26.47 (9 คน) มีพัฒนาการระดับปานกลาง นอกจากนี้ ยังพบนักเรียนบางส่วนที่มีพัฒนาการลดลง ในทุกองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนที่มีพัฒนาการลดลง ด้านเนื้อหาร้อยละ 11.76 (4 คน) เกิดจากการขาดการลำดับเนื้อหา และการใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ ด้านบริบท ร้อยละ 20.59 (7 คน) นักเรียนมักไม่มีการยกตัวอย่างสถานการณ์มาประกอบการสื่อสาร ด้านภาษาร้อยละ 29.41 (10 คน) นักเรียนมักเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์โดยไม่มีการให้ความหมาย และด้านสิ่งแทนความร้อยละ 14.71 (5 คน) นักเรียนมักขาดการใช้รูปภาพหรือสื่ออื่น ๆ ในการสื่อสารและแบบจำลองที่สื่อสารมักไม่แตกต่างจากแบบจำลองเดิม ทำให้ขาดความน่าสนใจ ทั้งนี้ในแต่ละบุคคลมีการพัฒนาองค์ประกอบย่อยของการสื่อสารแตกต่างกันออกไป ส่งผลให้คะแนนการสื่อสารโดยภาพรวม ปรากฏระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนพัฒนาการลดลง ร้อยละ 17.65 (6 คน) ดังปรากฏในตารางที่ 3

อภิปรายผล

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการลำเลียงของพืช ผลการวิจัยการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด พบว่า ภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการระดับต้นจนถึงระดับสูงมาก โดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการระดับสูง สำหรับผลการวิจัยการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน พบว่า ภาพรวมนักเรียนปรากฏร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในทุกระดับพัฒนาการ โดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการระดับปานกลาง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนมีการใช้รูปภาพ คลิปวิดีโอ รวมทั้งตัวอย่างการทดลอง เพื่อการกระตุ้นการคิด การตั้งคำถาม และตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองโดยเนื้อหาเรื่อง การลำเลียงของพืช เน้นการอธิบายข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงที่นักเรียนต้องนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่างออกไปได้ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทั้งด้านเนื้อหา บริบท ภาษาและสิ่งแทนความ การจัดการเรียนรู้จะมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้แบบจำลองในการอธิบายแนวคิด ความรู้และปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสร้างบรรยากาศของการตั้งคำถามจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนและคุณครู นอกจากจะเป็นการกระตุ้นการสืบเสาะหาความรู้เพื่อปรับปรุงแบบจำลองแล้ว ยังเป็นการช่วยพัฒนาองค์ประกอบด้านเนื้อหาและสิ่งแทนความให้กับนักเรียนอีกด้วย แม้ว่าแบบจำลองจะผ่านการปรับปรุงแล้ว แต่ในขั้นตอนการมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง นักเรียนจะได้ร่วมกันวิพากษ์ถึงความเหมาะสม ความถูกต้อง และประสิทธิภาพในการนำแบบจำลองอีกครั้ง นำมาสู่การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Windschitl, Thompson & Braaten, 2008, pp. 941-967)

เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด องค์ประกอบด้านเนื้อหาและด้านภาษา นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการระดับสูงมาก องค์ประกอบด้านบริบทส่วนใหญ่ มีพัฒนาการระดับสูง และองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ นักเรียนส่วนใหญ่มีร้อยละ

พัฒนาการ ระดับต้นและระดับปานกลาง นอกจากนี้ในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน พบว่านักเรียนปรากฏร้อยละของระดับพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในทุกระดับพัฒนาการ องค์ประกอบด้านเนื้อหา นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงและสูงมาก องค์ประกอบด้านบริบท นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีพัฒนาการ องค์ประกอบด้านภาษา นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการลดลง และองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามผลการวิจัยบางส่วนแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่ลดลงในแต่ละองค์ประกอบ ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านเนื้อหา ทั้งในการสื่อสารด้านการพูดและการเขียน นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงและสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้ระบุประเด็นที่ผู้รับสารควรทราบ มีใบความรู้ และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-4 ผู้วิจัยได้แนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือให้กับนักเรียน ซึ่งการมีวิจาร์ณญาณในการตรวจสอบคัดเลือกข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องจากแหล่งต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งสำคัญต่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (ธนกร อรรถนาวัฒน์, 2558, น.115) ทั้งนี้ นักเรียนที่มีพัฒนาการลดลงเนื่องจากนักเรียนขาดความสนใจในการระบุประเด็น ไม่มีการจัดลำดับเนื้อหา อีกทั้งด้วยข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและการนำเสนอ ทำให้นักเรียนไม่สามารถสื่อสารเนื้อหาได้ครบถ้วน และมีนักเรียนบางส่วนที่เลือกใช้ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตโดยไม่มีการตรวจสอบ เลือกใช้แหล่งข้อมูลที่ไม่มีประสิทธิภาพ

2. องค์ประกอบด้านบริบท แสดงให้เห็นความแตกต่างของการสื่อสารด้านการพูดและการเขียน เนื่องจากในด้านการพูดนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในระดับสูง ขณะที่ในด้านการเขียนนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีพัฒนาการ เนื่องจากในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด จะมีความกระชับ รวดเร็ว ทำให้นักเรียนสื่อสารตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันสอดแทรกในการนำเสนอของตนเองอย่างชัดเจน แต่การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน นักเรียนมักขาดการยกตัวอย่างหรือเชื่อมโยงสถานการณ์ มักเขียนไล่เรียงตามลำดับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เกี่ยวกับการลำเลียงน้ำ มีการยกตัวอย่างเทียบกับการไหลของเลือดในหลอดเลือด เมื่อเป็นด้านการเขียนมักไม่ปรากฏข้อความเหล่านั้น ผู้สอนพัฒนาการสอนโดยครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุชัดเจนให้นักเรียนได้คิดเปรียบเทียบเนื้อหาที่เรียนเชื่อมโยงเนื้อหากับสถานการณ์ต่างๆ สอดคล้องกับญานสุมิน วรกิจจานนท์ (2563, น.559) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าวไม่ได้มีขั้นตอนในเชื่อมโยงถึงบริบทในชีวิตประจำวัน นักเรียนไม่ได้ฝึกฝนการเชื่อมโยงอย่างเพียงพอ ควรใช้ประเด็นในการสื่อสารที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้บริบทประกอบการสื่อสารได้อย่างหลากหลาย ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยจึงกำหนดสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับ เช่น หากเราพืชสร้างอาหารเองได้ จะมีทิศทางการลำเลียงอาหารอย่างไร นักเรียนจะมีการยกตัวอย่างพืชที่รากสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ หรือสถานการณ์ หากพืชเติบโตในสภาวะไร้แรงโน้มถ่วง ทิศทางการลำเลียงยังคงเป็นเช่นเดิมหรือไม่ นักเรียนส่วนหนึ่งมีการยกตัวอย่าง

การทดลองการปลูกพืชในอวกาศ แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้หรือยกตัวอย่างเกี่ยวข้องกับประเด็นในชีวิตประจำวัน ในการสื่อสารด้านการพูด ในด้านการเขียนนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีพัฒนาการเนื่องจากเมื่อตรวจสอบชิ้นงานของนักเรียนพบว่า นักเรียนไม่มีการยกตัวอย่างประกอบการสื่อสาร ในวงจรการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ จึงควรปรับเปลี่ยนโดยฝึกให้นักเรียนต้องยกตัวอย่างเปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป

3. องค์ประกอบด้านภาษา ด้านการพูดนักเรียนจะสามารถสื่อสารได้สะดวก รวดเร็วและชัดเจนมากกว่า โดยพบความแตกต่างอย่างชัดเจนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนมักเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่อธิบายความหมายหรือเปรียบเทียบขยายความ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการลำเลียงอาหารของพืช นักเรียนมีการขยายความคำศัพท์เฉพาะมากขึ้น ในการสื่อสาร วงจรการพัฒนาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกิจกรรม ผู้วิจัยมักกระตุ้นการทบทวนคำศัพท์ ให้นักเรียนขยายความคำศัพท์ในระหว่างการนำเสนอแบบจำลอง และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีโอกาสนในการสื่อสาร อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้แบบจำลอง ในการตั้งคำถามหรือสร้างข้อโต้แย้งกับเพื่อนในกลุ่มทำให้เกิดพัฒนาการด้านภาษาในระดับสูงมาก แต่ในการสื่อสารด้านการเขียน นักเรียนมีส่วนใหญ่มีพัฒนาการลดลง เนื่องจากนักเรียนมักเขียนสื่อสารในรูปแบบที่กระชับ ใช้คำศัพท์เฉพาะโดยเขียนเป็นคำทับศัพท์ หรือเขียนเป็นคำภาษาอังกฤษ ขาดการเขียนแปลเป็นภาษาไทย หรือขยายความคำศัพท์นั้นๆ และในการสื่อสารผู้รับสารเป็นเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่มีความเข้าใจคำศัพท์ทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ดังนั้นหากต้องการให้เกิดพัฒนาการ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนระบุเป้าหมายของการสื่อสาร และกำหนดตัวอย่างกลุ่มผู้รับสารให้ชัดเจน เช่น เป็นบุคคลทั่วไป เป็นนักวิทยาศาสตร์หรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาชีววิทยา ซึ่งสอดคล้องกับ American Association for the Advancement of Science (2018) ซึ่งได้ระบุหลักการพื้นฐาน 3 ประการที่ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายในการทำให้ผู้อ่านเข้าถึงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) เป้าหมาย (Goal) เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการสื่อสาร 2) ผู้รับสาร (Audience) โดยควรพิจารณาความต้องการ ประสบการณ์เดิมของผู้รับสาร และ 3) สาร (Message) ซึ่งเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หากเลือกใช้ไม่เหมาะสมอาจเกิดเป็นกำแพงในการสื่อสารได้นอกจากนี้ Metusalem, Belenky and DiCerbo (2017) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร ควรเปิดโอกาสให้มีการเขียนงานร่วมกัน มีการกำหนดเป้าหมายของการเขียนอย่างชัดเจน รวมทั้ง มีการตรวจสอบผลงานการเขียนโดยเพื่อน (Peer review) ช่วยสะท้อนให้เห็นข้อบกพร่องของงาน นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงงานเขียนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งควรนำมาปรับเพิ่มเติมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

4. องค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยพัฒนาในองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความได้ จากผลการวิจัยพบว่าส่วนใหญ่ักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากแบบจำลองส่วนใหญ่ไม่ได้มีความแตกต่างจากแบบจำลอง

เดิมมากนัก นักเรียนจะใช้การเชื่อมโยงสถานการณ์ผ่านการพูดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ตนเองได้รับ อย่างไรก็ตามมีนักเรียนบางส่วนที่มีการพัฒนาแบบจำลองของตนเองที่น่าสนใจ แตกต่างจากแบบจำลองเดิมของตนเอง เพื่อให้การสื่อสารวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ตนเองได้รับมากยิ่งขึ้น เช่น การลำเลียงอาหารของพืช นักเรียนที่ได้รับสถานการณ์หากรากพืชสามารถสร้างอาหารเองได้ นักเรียนมีการออกแบบแบบจำลองให้แหล่งสร้างอยู่ด้านล่าง และแหล่งรับอยู่ด้านบนของแบบจำลอง ซึ่งในการสื่อสารด้านการเขียน จะอธิบายควบคู่กับการยกตัวอย่างให้สัมพันธ์กับตัวอย่างพืช โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าว นักเรียนผ่านกระบวนการสร้างและปรับปรุงแบบจำลองเพื่อนำมาใช้ในการสื่อสารได้ อย่างไรก็ตามชาติรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557, น. 91) กล่าวว่า ครูต้องพัฒนาหรือจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้ครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นถึงข้อจำกัดของธรรมชาติของแบบจำลองด้วย อีกทั้งเนื้อหาเรื่องการลำเลียงของพืช เป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม การใช้แบบจำลอง รูปภาพ คลิปวิดีโอจะช่วยให้เสริมสร้างความเข้าใจด้านเนื้อหาให้กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนได้ฝึกการเลือกใช้สิ่งแทนความเหมาะสมการสื่อสาร ก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้น ข้อค้นพบของการทำวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในภาพรวมและแยกแต่ละองค์ประกอบได้ สำหรับองค์ประกอบที่ไม่มีการพัฒนา หรือพัฒนาการลดลง เป็นผลจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งควรพัฒนาเพิ่มเติม เช่น เพิ่มสถานการณ์เชื่อมโยงชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาองค์ประกอบด้านบริบท มีการกระตุ้นการทบทวนคำศัพท์เพื่อพัฒนาองค์ประกอบด้านภาษา และเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเขียนและตรวจสอบการเขียนงานของเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน ทำให้ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มตามศักยภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1.1 เนื่องจากการวิจัยดังกล่าวจัดทำขึ้นในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบออนไลน์ ครูผู้สอนจึงควรเพิ่มการกำกับ ติดตามการรายงานความคืบหน้าของนักเรียนเสริมนอกเวลาเรียนเพื่อให้สิ่งแทนความ (แบบจำลอง) ที่นักเรียนนำมาสื่อสาร เป็นไปตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ และเพิ่มการเปรียบเทียบ การยกตัวอย่างเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันให้มากยิ่งขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งฝึกให้นักเรียนเขียนหรืออ่านบทความที่มีการเขียนยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อพัฒนาองค์ประกอบด้านบริบทให้มากยิ่งขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อมีการแบ่งกลุ่มย่อย ควรมีกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากยิ่งขึ้น หรือมีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนอย่างชัดเจน

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีการออกแบบกิจกรรมที่พัฒนาความสามารถทางการสื่อสารด้านการพูดและการเขียนในเนื้อหาก่อนหน้านี้ เพื่อกระตุ้นความพร้อมทางการเรียนของนักเรียนอย่างเต็มตามศักยภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.2 ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอน อาทิ การจัดการเรียนการสอนแบบชัดแจ้ง (Explicit teaching method) การใช้เทคโนโลยีในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กมลชนก ชีวะกุล. (2562). การพัฒนาทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเครื่องมือไอซีที (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-Based Learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), น. 86-99.
- ญาสุมิน วรภิจจานนท์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ใน *การประชุมวิชาการเสนอ ผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธนกร อรรถนาววัฒน์. (2558). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). *วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร (Science and communication)*. กรุงเทพฯ: เอพริล เรน พรินติ้ง.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2557). การคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain scores). *สารสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย*, 1(1), น. 12-13.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ร่างยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี*. สืบค้นเมื่อ 14 พฤษภาคม 2564, จาก <http://nsr.nesdc.go.th/>
- American Association for the Advancement of Science. (2018). *AAAS Communication Toolkit*. Retrieved May 1, 2021, from, <https://www.aaas.org/resources/communication-toolkit>
- Baram-Tsabari, A. & Osborne, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), pp. 135-144.

- Kulgemeyer, C. & Schecker, H. (2013). Students explaining science-assessment of science communication competence. *Research in Science Education*, 43(6), pp. 2235-2256.
- Metusalem, R., Belenky, D. M. & DiCerbo, K. (2017). *Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Communication* (Research report). London: Pearson.
- Passmore, C., Stewart, J. & Cartier, J. (2009). Model-based inquiry and school science: Creating connections. *School Science and Mathematics*, 109(7), pp. 394-402.
- Ray, A. & Beardsley, P. (2008). Overcoming student misconceptions about photosynthesis: A model- and inquiry-based approach using aquatic plants. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 45(1), pp. 20-21.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D. & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *The Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), pp. 632-654.
- Vitharana, P. (2015). Student misconceptions about plant transport-A sri lankan example. *Science Mathematics Education*, 3(3), pp. 281-283.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education*, 92(5), pp. 941-967.