

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใน
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

The Development of 11th Grade Students' Science Communication in Writing Skill in
the Unit of Digestive System Using Model-Based Inquiry Teaching

ญาสุมิน วรกีจจานนท์ (Yasumin Worakitchanon)* ดร.ศศิเทพ พิติพรเทพิน (Dr.Sasithev Pitiporntapin)**

ดร.บุญเสฐียร บุญสูง (Dr.Boonsatien Boonsoong)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้เข้าร่วมวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ชิ้นงานนักเรียน และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งระดับของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับคือ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดี ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จึงเสนอเป็นแนวทางในการนำไปใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

ABSTRACT

This study aimed to develop students' science communication in writing skill in the unit of digestive system using model-based inquiry teaching. The participants were 38 11th grade students. The data were collected using model-based inquiry teaching plans, students' works and science communication evaluation form. The students' science communication skill was divided into 4 level; excellent, good, fair and improvement. Content analysis was employed for analyzing data. The results revealed that students' science communication skill increase from fair to good. Therefore, model-based inquiry teaching can be used to develop students' science communication in writing skill so this finding could be a reference for those who intend to develop model-based inquiry learning activities for enhancing students' writing skill.

คำสำคัญ: ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระบบย่อยอาหาร

Keywords: Science communication, Model-based inquiry, Digestive system

*นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

***รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ตลอดจนการสร้างเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกจำนวนมากซึ่งวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์จะเผยแพร่สิ่งที่ได้ค้นพบออกสู่สาธารณะชนได้นั้นจำเป็นจะต้องอาศัยความสามารถในการสื่อสาร (Greenwood, Riordan, 2001; Leshner, 2003) การนำความรู้ใหม่ที่ได้รับการค้นพบนั้นไปใช้เป็นไปได้อย่างยากลำบากเนื่องจากนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไปยังขาดความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งการพัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสามารถช่วยในการลดช่องว่างระหว่างวิทยาศาสตร์กับประชาชนทั่วไปได้ การสื่อสารองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ประชาชนเข้าใจจะช่วยให้ประชาชนได้มีความรู้ มีกระบวนการคิดตามหลักวิทยาศาสตร์ ทำให้รู้จักคิด วิเคราะห์ และแยกแยะ เมื่อประชาชนส่วนใหญ่มีกระบวนการคิดตามหลักวิทยาศาสตร์แล้วก็จะช่วยส่งเสริมให้ประชาชนมีความพร้อมในการปรับตัว สามารถนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการขับเคลื่อนประเทศได้ (ปฐมสุดา, 2560)

ประกอบกับกระแสสังคม ณ ปัจจุบันได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาคนเพื่อให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต องค์กร World Economy Forum (WEF) จึงได้ทำการสำรวจวิเคราะห์ความต้องการของตลาดแรงงานและสรุปออกมาเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) โดยการสื่อสารนั้นได้ถูกรวมเข้าไปอยู่ในหมวดการเรียนรู้และนวัตกรรม (Partnership for 21st century, 2007) กระทรวงศึกษาธิการ (2551) จึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาเยาวชนเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้มีการกำหนดให้การสื่อสารให้เป็นสมรรถนะสำคัญที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ตลอดจนแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ของประเทศไทยได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่ 3 ให้เป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ระบุให้คนไทยในอนาคตต้องเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สมบูรณ์ ซึ่งหมายรวมถึงการสื่อสารด้วย (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารในนักเรียนไทยพบว่า การสื่อสารเป็นทักษะที่นักเรียนมีปัญหาค่อนข้างมาก เมื่อมีการสื่อสารออกมาก็เป็นเพียงการอ่านข้อความ นักเรียนไม่สามารถนำเสนอเป็นความคิดเห็นของตนเองและไม่สามารถชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญของสารนั้นได้ (วรพจน์, 2558) ประกอบกับการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสไปสังเกตการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนแห่งหนึ่งซึ่งผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพพบว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ซึ่งสังเกตได้จากการที่นักเรียนออกมานำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียนพบว่านักเรียนไม่ทราบว่าการนำเสนอผลงานนั้นควรเลือกประเด็นใดมานำเสนอบ้าง และนักเรียนไม่ได้มีการเตรียมสิ่งแทนความมาใช้ ประกอบกับการนำเสนอทำให้เป็นเพียงการพูดปากเปล่าเท่านั้น นอกจากนี้งานวิจัยของธนกร (2558) พบว่านักเรียนยังขาดการพิจารณาความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงบทเรียนกับชีวิตจริงได้ การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลโดยใช้หลักเหตุผลและความถูกต้องเป็นฐาน นอกจากนี้ยังพัฒนาให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ผู้อื่นได้รับทราบและเข้าใจได้ จึงจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

ความรู้เกี่ยวกับระบบร่างกายของมนุษย์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน นักเรียนควรจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำงานของแต่ละระบบร่างกาย ความผิดปกติของแต่ละระบบและผลต่อร่างกายมนุษย์ และการดูแลรักษาระบบร่างกายต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญ และสามารถนำความรู้ที่มีไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ระบบย่อยอาหารเป็นระบบเริ่มต้นของทุก ๆ ระบบ มนุษย์ต้องการสารอาหารเพื่อที่จะนำไปใช้สร้างเป็นพลังงานในการดำรงชีวิต จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่านักเรียนยังคงมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องระบบย่อย

อาหาร เช่น อธิบายคำจำกัดความของระบบย่อยอาหารว่าเป็นท่อที่มีปลายเปิด 2 ด้าน หรือบอกว่ากระเพาะอาหารเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญมากที่สุดในระบบย่อยอาหาร (Carvalho, Silva, Clement, 2003 อ้างถึงใน Cardak, 2015) ซึ่งแนวคิดที่คาดเคลื่อนนี้อาจเกิดมาจากลักษณะเนื้อหาที่มีความซับซ้อนเข้าใจยาก และเป็นนามธรรม หรืออาจเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยายมุ่งสอนเนื้อหามากกว่าการจัดการกิจกรรมก็เป็นได้ ซึ่งการมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนี้สามารถนำไปสู่การสื่อสารความรู้วิทยาศาสตร์ที่ผิดพลาดได้

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีความมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการที่จะได้มาซึ่งองค์ความรู้หนึ่ง ๆ โดยกระบวนการนี้เรียกว่า การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่ในห้องเรียนนั้นมีทั้งแบบ 5E และ 7E ทั้งสองรูปแบบมีความเกี่ยวข้องกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์คือ มีขั้นตอนในการให้นักเรียนอธิบายความรู้ ถ่ายทอดความรู้ที่ได้มาและแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ซึ่งในการสื่อสารที่ตื้นนั้นจำเป็นต้องมีสิ่งที่เป็นตัวแทนในการนำเสนอความคิดของนักเรียน โดยแบบจำลองจัดว่าเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจหรือความรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (Schwarz et al., 2009) แบบจำลองหรือโมเดล (model) ถูกนำมาใช้ประกอบกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มากมาย เช่น นักเคมีใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายข้อมูล ทำนายเหตุการณ์ และช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Justi, Gilbert, 2002) เนื่องจากแบบจำลองสามารถช่วยในการนำเสนอรูปแบบความคิดที่นักเรียนมีได้เป็นอย่างดี อีกทั้งนักเรียนยังสามารถใช้แบบจำลองเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ อีกด้วย (Windshittl, Thompson, 2006) เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารวิทยาศาสตร์นั้นจะเห็นได้ว่าสามารถช่วยให้การสื่อสารเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้นเมื่อสื่อสารผ่านแบบจำลอง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Inquiry, MBI) เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาเป็นหลักแล้วใช้แบบจำลองอธิบายที่สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นได้ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นเน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหลักฐานหลังจากลงมือปฏิบัติการทดลองผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลองใหม่ให้สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำแบบจำลองมาใช้เป็นตัวแทนในการสื่อสาร (Neilson et al., 2010)

จากการศึกษาต่าง ๆ ดังที่กล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยพบว่าในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้อย่างสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียวยังคงไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความคิดในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยในชั้นเรียน (classroom research) ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษประเภทสหศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 38 คน นักเรียนอยู่ในห้องเรียนทั่วไปซึ่งมีความสามารถเป็นลำดับที่หนึ่งของชั้นเรียนซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากการเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ตลอดปีการศึกษา 2562 และนักเรียนมีความสนใจในการเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ชิ้นงานนักเรียน และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยการดำเนินการวิจัยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ศึกษาผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร และออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ชิ้นงานนักเรียน และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

2. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 6 แผน (9 คาบ) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานตามรูปแบบของ Windschitl et al. (2008) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นจัดระบบสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่ต้องการรู้ (organizing what we know and what we want to know) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และตกลงร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นที่ต้องการศึกษาซึ่งในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 หัวข้อคือ การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว การย่อยอาหารของสัตว์ และการย่อยอาหารของมนุษย์

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างสมมติฐาน (generating testable hypotheses) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้และสามารถตรวจสอบได้แล้วนำมาสร้างเป็นแบบจำลอง (ชั่วคราว)

ขั้นที่ 3 ขั้นการค้นหาหลักฐาน (seeking evidence) นักเรียนสืบค้นข้อมูล ข้อเท็จจริงนำมาปรับปรุงแบบจำลองในข้างต้นให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างข้อโต้แย้ง (constructing an argument) นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเองพร้อมทั้งอภิปราย และวิเคราะห์แบบจำลองของตนเองและคนอื่น ๆ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนจัดทำชิ้นงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกเขียนสื่อสารได้ทั้งภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษตามความถนัดของนักเรียนโดยในแต่ละครั้งโดยมีหัวข้อดังนี้

ครั้งที่ 1 เรื่อง การย่อยอาหารของรา อะมีบา และพารามีเซียม

ครั้งที่ 2 เรื่อง การย่อยอาหารในปากและกระเพาะอาหาร

ครั้งที่ 3 เรื่อง การย่อยอาหารของมนุษย์

3. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาองค์ประกอบของการสื่อสารตามกรอบแนวคิดของ Kulgemeyer, Schecker (2013) ซึ่งมีองค์ประกอบคือ เนื้อหา (factual content) บริบท (context) ภาษา (code) และสิ่งแทนความ (representation form) โดยแต่ละองค์ประกอบมีเกณฑ์การพิจารณาระดับคุณภาพดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การพิจารณาระดับคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
เนื้อหา	สื่อสารเนื้อหาสำคัญ ได้ถูกต้องทั้งหมด	มีการสื่อสารเนื้อหาไม่ ถูกต้อง 1-2 ประเด็น	มีการสื่อสารเนื้อหาไม่ ถูกต้อง 3-4 ประเด็น	สื่อสารเนื้อหาส่วน ใหญ่ไม่ถูกต้อง มากกว่าครึ่งหนึ่งของ เนื้อหาทั้งหมด
	สื่อสารเนื้อหาสำคัญ ได้ครบถ้วนทุก ประเด็น	สื่อสารเนื้อหาสำคัญ ได้ครอบคลุมเกือบทุก ประเด็น แต่ยังมี ประเด็นที่ขาดไป	สื่อสารเนื้อหาสำคัญ ขาดไป 3-4 ประเด็น	สื่อสารเนื้อหาสำคัญ เพียงบางประเด็น เนื้อหามากกว่า ครึ่งหนึ่งไม่เกี่ยวข้อง
	เรียบเรียงเนื้อหาได้ อย่างเป็นลำดับ	เรียบเรียงเนื้อหาได้ ค่อนข้างเป็นลำดับ แต่ยังมีการสลับ เนื้อหา 1-2 ประเด็น	เรียบเรียงเนื้อหาได้ ค่อนข้างเป็นลำดับ แต่ยังมีการสลับ เนื้อหา 3-4 ประเด็น	เรียบเรียงเนื้อหาไม่ เป็นลำดับ
	สื่อสารเนื้อหาให้เกิด ความน่าสนใจแก่ผู้รับ สาร	สื่อสารเนื้อหาให้เกิด ความน่าสนใจแก่ผู้รับ สารปานกลาง	สื่อสารเนื้อหาให้เกิด ความน่าสนใจแก่ผู้รับ สารน้อย	สื่อสารเนื้อหาที่ไม่ทำ ให้ผู้รับสารเกิดความ สนใจ
บริบท	มีการเชื่อมโยงเนื้อหา เข้ากับตัวอย่างที่พบ ในชีวิตประจำวัน	มีการเชื่อมโยงเนื้อหา เข้ากับตัวอย่างที่พบ ได้ในชีวิตประจำวัน แต่ตัวอย่างที่ยกมา สอดคล้องกับเนื้อหา เพียงบางส่วน	มีการเชื่อมโยงเนื้อหา เข้ากับตัวอย่างที่พบ ได้ในชีวิตประจำวัน แต่ตัวอย่างที่ยกมายัง ไม่สอดคล้องกับ เนื้อหา	ไม่มีการเชื่อมโยง เนื้อหาเข้ากับตัวอย่าง ที่พบได้ใน ชีวิตประจำวัน
	ตัวอย่างที่นำเสนอ ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจ เนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์มากขึ้น	ตัวอย่างที่นำเสนอ ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจ เนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์บางส่วน	ตัวอย่างที่นำเสนอไม่ ช่วยทำให้ผู้รับสาร เข้าใจเนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์	ไม่มีการเชื่อมโยง เนื้อหาเข้ากับตัวอย่าง ที่พบได้ใน ชีวิตประจำวัน
ภาษา	เลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (technical term) หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อ การสื่อสารได้อย่าง เหมาะสม	เลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อ การสื่อสารได้อย่าง เหมาะสมเป็นส่วน ใหญ่	เลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อ การสื่อสารได้อย่าง เหมาะสมบางครั้ง	ไม่มีการเลือกว่าควร ใช้คำศัพท์เฉพาะหรือ คำศัพท์ทั่วไปเพื่อ สื่อสารให้ผู้รับสาร เข้าใจ
	มีการขยายความ คำศัพท์เฉพาะหรือ	ไม่มีการขยายความ คำศัพท์เฉพาะหรือใช้	ไม่มีการขยายความ คำศัพท์เฉพาะหรือใช้	ไม่มีการขยายความ คำศัพท์เฉพาะหรือใช้

องค์ประกอบ	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
	เปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจง่ายทุกครั้ง	ค่าเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจง่าย 1-2 ค่า	ค่าเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจง่าย 3-4 ค่า	ค่าเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจง่าย
สิ่งแทนความ	เลือกใช้รูปภาพ	เลือกใช้รูปภาพ	เลือกใช้รูปภาพ	ไม่มีการใช้รูปภาพ
	แผนภูมิ กราฟ	แผนภูมิ กราฟ	แผนภูมิ กราฟ	แผนภูมิ กราฟ
	แผนผัง หรือ	แผนผัง หรือ	แผนผัง หรือ	แผนผัง หรือ
	ภาพเคลื่อนไหว	ภาพเคลื่อนไหว	ภาพเคลื่อนไหว	ภาพเคลื่อนไหว
	ประกอบการสื่อสารที่ถูกต้อง เหมาะสมกับเนื้อหา	ประกอบการสื่อสารที่ถูกต้อง เหมาะสมกับเนื้อหาบางส่วน	ประกอบการสื่อสารที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา	ประกอบการสื่อสาร
	เลือกใช้รูปภาพ	เลือกใช้รูปภาพ	เลือกใช้รูปภาพ	ไม่มีการใช้รูปภาพ
	แผนภูมิ กราฟ	แผนภูมิ กราฟ	แผนภูมิ กราฟ	แผนภูมิ กราฟ
	แผนผัง หรือ	แผนผัง หรือ	แผนผัง หรือ	แผนผัง หรือ
	ภาพเคลื่อนไหว	ภาพเคลื่อนไหว	ภาพเคลื่อนไหว	ภาพเคลื่อนไหว
	ประกอบการสื่อสารที่ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจง่ายขึ้น	ประกอบการสื่อสารที่ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาบางส่วน	ประกอบการสื่อสารที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา	ประกอบการสื่อสาร

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้แบ่งระดับคุณภาพออกเป็น 4 ระดับคือ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง โดยอ้างอิงจากการวิเคราะห์ระดับคุณภาพสมรรถนะการสื่อสารของสำนักทดสอบทางการศึกษา (2555) โดยมีการแบ่งช่วงคะแนนและระดับคุณภาพดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน โดยมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน

คะแนน	ระดับคุณภาพ
24.01 – 30.00	ดีเยี่ยม
19.51 – 24.00	ดี
15.01 – 19.50	พอใช้
0.00 - 15	ปรับปรุง

ตารางที่ 3 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในองค์ประกอบด้านเนื้อหา โดยมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน

คะแนน	ระดับคุณภาพ
9.61 – 12.00	ดีเยี่ยม
7.81 – 9.60	ดี
6.01 – 7.80	พอใช้
0.00 – 6.00	ปรับปรุง

ตารางที่ 4 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในองค์ประกอบด้านบริบท ภาษา และ สิ่งแทนความ โดยมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

คะแนน	ระดับคุณภาพ
4.81 – 6.00	ดีเยี่ยม
3.91 – 4.80	ดี
3.01 – 3.90	พอใช้
0.00 – 3.00	ปรับปรุง

3. ผู้วิจัยส่งแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่านได้ทำการตรวจสอบแล้วนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมโดยให้แก้ไขในส่วนของการใช้ภาษาในการถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เพิ่มเติมคำถามย่อยเพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายในแต่ละประเด็นให้ชัดเจน และปรับประเด็นในส่วนของการสร้างข้อโต้แย้งที่อาจมีการซ้ำซ้อนกันโดยนักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มควรนำเสนอในประเด็นที่แตกต่างกัน

4. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนจากนั้นนำชิ้นงานของนักเรียนมาทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความสอดคล้องของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิจากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยการอ่านคำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มคำตอบที่นักเรียนเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ และหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแล้วระบุเป็นระดับคุณภาพการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวม รวมทั้งระบุระดับคุณภาพของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลงานของนักเรียน และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนและระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 ครั้ง

องค์ประกอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
เนื้อหา	10.00	10.84	10.14
	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
บริบท	1.00	1.66	3.72
	ปรับปรุง	ปรับปรุง	ดี
ภาษา	2.55	3.55	3.03
	ปรับปรุง	พอใช้	พอใช้
สิ่งแทนความ	5.21	4.50	4.94
	ดีเยี่ยม	ดี	ดีเยี่ยม

เฉลี่ย	18.76	20.55	21.83
	พอใช้	ดี	ดี

เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนพบว่าในภาพรวมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเพิ่มมากขึ้นโดยในครั้งที่ 1 ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 18.67 (พอใช้) ส่วนในครั้งที่ 2 และ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 20.55 (ดี) และ 23.58 (ดี) ตามลำดับ ผู้วิจัยได้พิจารณาระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

เนื้อหา

ผลการศึกษาในองค์ประกอบด้านเนื้อหาในงานวิจัยนี้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในองค์ประกอบเนื้อหาอยู่ในระดับดีเยี่ยมทั้ง 3 ครั้งที่มีการประเมิน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 10.00 10.84 และ 10.14 ตามลำดับ

บริบท

ผลการศึกษาในองค์ประกอบบริบทในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนพบว่าในการประเมินครั้งที่ 1 จากชิ้นงานเรื่องการย่อยอาหารของรา อะมีบา และพารามีเซียม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง มีคะแนนเฉลี่ย 1.00 ในครั้งที่ 2 เรื่องการย่อยอาหารในปากและกระเพาะอาหาร นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง มีคะแนนเฉลี่ย 1.66 และในครั้งที่ 3 เรื่องการย่อยอาหารของมนุษย์ นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ย 3.72

ภาษา

ผลการศึกษาในองค์ประกอบภาษาในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนพบว่าในการประเมินครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.55 และในการประเมินครั้งที่ 2 และ 3 นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับพอใช้ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.55 และ 3.03 ตามลำดับ

สิ่งแทนความ

ผลการศึกษาในองค์ประกอบสิ่งแทนความในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนพบว่าในการประเมินครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม มีคะแนนเฉลี่ย 5.21 ในการประเมินครั้งที่ 2 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 และในการประเมินครั้งที่ 3 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม มีคะแนนเฉลี่ย 4.94

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานตามรูปแบบของ Windschitl et al. (2008) สามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเพิ่มขึ้นในแต่ละครั้งที่ประเมิน เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบ องค์ประกอบด้านเนื้อหาของนักเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกครั้ง องค์ประกอบด้านบริบทในครั้งที่ 1 และ 2 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง และในครั้งที่ 3 นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับดี องค์ประกอบด้านภาษาในครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง และในครั้งที่ 2 และ 3 นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับพอใช้ และองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความในครั้งที่ 1 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม และในครั้งที่ 2 และ 3 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี และดีเยี่ยมตามลำดับ ผลวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ดังนี้

องค์ประกอบด้านเนื้อหาในงานวิจัยนี้นักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนในห้องเรียนที่มาจากการสอบคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนสูงที่สุดของระดับชั้น ความรู้เดิมที่นักเรียนมีและความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจึงมีผล นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนได้สืบค้นความรู้ สร้างแบบจำลอง แล้วนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียนคนอื่น ๆ ในห้องเรียนจนกระทั่งได้เป็นองค์ความรู้ที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนจึงสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนา และร่มเกล้า (2560) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมการเรียนรู้นำไปสู่ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน

องค์ประกอบด้านบริบท ในการนำเนื้อหาวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียนนั้นยังคงทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากเหตุผล 2 ประเด็นคือ เนื้อหาที่สื่อสารนักเรียนมีความคุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เช่น การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว จุลินทรีย์ เช่น รา เป็นสิ่งที่นักเรียนค่อนข้างมีความคุ้นเคยทำให้มีการใช้บริบทในการสื่อสารได้โดยการยกตัวอย่างราที่ขึ้นบนขนมปังหรือราที่อยู่บนอาหารต่าง ๆ แต่สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา และพารามีเซียมเป็นสิ่งที่ไม่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวันจึงไม่มีการนำบริบทมาเพื่อใช้อธิบายสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ส่วนเนื้อหาเรื่องการย่อยอาหารในมนุษย์เป็นเรื่องที่นักเรียนมีความคุ้นเคยมากกว่าและมีเนื้อหาบางส่วนที่นักเรียนสามารถนำมาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้จึงมีการนำบริบทมาใช้ ประเด็นถัดมาคือในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ไม่ได้มีขั้นตอนในการเชื่อมโยงถึงบริบทในชีวิตประจำวันจึงทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกฝนการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันอย่างเพียงพอ

สำหรับองค์ประกอบด้านภาษา ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน กิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำนั้นอยู่ในรูปแบบของการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ต่าง ๆ ภายในกลุ่มและมีครูช่วยอธิบายและตรวจสอบความถูกต้องของคำศัพท์ต่าง ๆ ทำสำคัญทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนได้มีการเตรียมนำเสนอแบบจำลองของตนเองจึงได้ฝึกฝนการใช้ภาษาในการพูดอธิบาย แต่อย่างไรก็ตามในกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้ไม่ได้ให้นักเรียนฝึกใช้ภาษาในการเขียนจึงทำให้องค์ประกอบด้านภาษาของนักเรียนนั้นยังไม่ได้มีการฝึกฝนอย่างเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนกร (2558) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนที่ได้ทำรายงานสรุปผลการศึกษาและได้ฝึกการใช้ภาษาในการเขียนบทความ นักเรียนจึงมีองค์ประกอบในด้านภาษาอยู่ในระดับดี

ส่วนองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านการสร้างแบบจำลองในคาบเรียนซึ่งแบบจำลองที่นักเรียนได้สร้างขึ้นนี้ได้มีการปรับปรุงแก้ไขจนมีความถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนส่วนใหญ่จึงนำแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมาใช้ประกอบกับการเขียนสื่อสารเพื่อใช้ในการอธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ และกระบวนการที่เป็นขั้นตอนตามลำดับ ทำให้ผู้รับสารสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ดังนั้นข้อค้นพบของการทำวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสิ่งที่ส่งผลต่อความสามารถด้านการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการเรียนรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และระยะเวลาในการฝึกฝน โดยความสามารถในการเรียนรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิมนั้นมีผลต่อองค์ประกอบด้านเนื้อหาของนักเรียน รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ในบางองค์ประกอบซึ่งในงานวิจัยนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถส่งเสริมองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความของนักเรียนได้ แต่ยังคงขาดการส่งเสริมด้านบริบทที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และองค์ประกอบด้านภาษาของนักเรียนใช้เวลาในการฝึกฝน ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานครั้งต่อไปครูควรมีการสอดแทรกการเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาบทเรียนเข้ากับชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ประกอบด้านบริบท และควรมีการ

เพิ่มเติมในส่วนของการทำรายงานสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ในแต่ละครั้งเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนการใช้ภาษาเขียนเพื่อพัฒนาองค์ประกอบด้านภาษาให้แก่นักเรียน เพื่อให้ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นมีการพัฒนาได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยสำหรับนิสิตทุนโครงการส่งเสริมครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประจำปีการศึกษา 2561

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย. 2551.

ธนกร อรรถนาวัดน์. การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2558.

ปฐมสุดา อินทุประภา. 2560. การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในบริบทนักวิจัยไทย [ออนไลน์]. 2560 [อ้างเมื่อ 16 เมษายน 2562]. จาก <https://www.tistr.or.th/tistrblog/?tag=การสื่อสารวิทยาศาสตร์>.

พณินดา มีลา, ร่มเกล้า อัจฉเดช. การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2560; 19(3): 1-12.

วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง. จากโลกสู่ไทย ทิศทางใหม่ของการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21 ปรับห้องเรียน เปลี่ยนอนาคต: ทักษะการคิดแบบผู้เชี่ยวชาญ และการสื่อสารที่ซับซ้อน (ตอนที่ 1) [ออนไลน์]. 2558 [อ้างเมื่อ 16 เมษายน 2562]. จาก https://thaipublica.org/2015/03/education-for-the-future_1/.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. ร่างยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี [ออนไลน์]. 2560 [อ้างเมื่อ 16 เมษายน 2562]. จาก [https://www.nesdb.go.th/download/document/ร่างยุทธศาสตร์ชาติระยะ20ปี\(พ.ศ.2560-2579\).pdf](https://www.nesdb.go.th/download/document/ร่างยุทธศาสตร์ชาติระยะ20ปี(พ.ศ.2560-2579).pdf).

สำนักทดสอบทางการศึกษา. คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. 2555.

Partnership for 21st century skills. P21 framework definitions [online]. 2007 [cited 16 April 2019] Available from: <http://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>.

Carvalho G. S., Silva R., Clement P. Epistemological and didactical learning obstacles identified in Portuguese primary school pupils (Synopsis). Research and the Quality of Science Education 2003. Cited in Cardak, O. Student Science Teachers' Ideas of the Digestive System. Journal of Education and Training Studies 2015; 3(5): 127-133.

Greenwood M., Riordan D. 2001. Civic scientist/Civic Duty. Science Communication 23(1): 28-40.

Justi R., Gilbert J. Modeling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. International Journal of Science Education 2002; 24(4): 369-387.



- Kulgemeyer C., Schecker H. Student explaining science-assessment of science communication competence. *Research in Science Education* 2013; 43(6): 2235-2256.
- Leshner A. Public engagement with science. *Science* 2003; 299(5609): 977.
- Neilson D., Campbell T., and Allred B. Model-based inquiry in physics: A buoyant force module. *The Science Teacher* 2010; 77(8): 38-43.
- Windschitl M., Thompson J. Transcending simple forms of school science investigation: the impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Education Research Journal* 2006; 43(4): 783-835.
- Windschitl M., Thompson J., Braaten M. Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education* 2008; 95(5): 941-967.