

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร

Development of Grade 10 Students' Scientific Explanation by Using Context-based Learning in Gastronomy

ณัฐวดี ปฐมมีโชค¹ เมษะยามาศ คงเสมา² และจีระวรรณ เกษสิงห์^{1*}Nattavadee Pathommeechok¹, Mesayamas Kongsema² and Jeerawan Ketsing^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ในหัวเรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร เครื่องมือวิจัยคือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบเป็น 3 กลุ่ม คือ ดี ปานกลาง ปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี (มากกว่าร้อยละ 50) รองลงมาคือนักเรียนมีความสามารถในการระดับปานกลาง (น้อยกว่าร้อยละ 36) ขณะที่นักเรียนส่วนน้อยอยู่ในระดับปรับปรุง (ร้อยละ 10.71) ผลการวิจัยนี้นำมาซึ่งข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในแง่ของบริบทหรือสถานการณ์ที่เลือกใช้

คำสำคัญ: การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ศาสตร์การบริโภคอาหาร

Abstract

This classroom action research aims to develop grade 10 student's scientific explanation by using context-based learning in Gastronomy. Data were obtained from the Scientific Explanation Diagnostic Test. Data were then analyzed by grouping it into 3 ability levels: good, fair and improvement levels. Finding reveals that after learning through the context-based learning approach, the majority of students is in the good level (more than 50%). Many students are at the fair level (less than 36%). A few number of students is at the improvement level (10.71%). Findings from this study provide guidelines for teaching scientific explanation, particularly in the domain of context selection.

Keywords: Scientific explanation, Context-based learning, Gastronomy

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding author; email: fedujwk@ku.ac.th

(Received: 22 September 2020; Revised: 17 December 2020; Accepted: 4 January 2021)

DOI: <https://doi.org/10.14456/psruhss.2022.50>

บทนำ

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เป็นความสามารถที่สำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) และเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจอย่างลุ่มลึกของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo Tsia & Schneider, 2010) เนื่องจากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่เพียงการบรรยายข้อเท็จจริงของปรากฏการณ์ที่ศึกษา หากแต่เป็นการอธิบายโดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ ตีความข้อมูล บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2558) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตื้นจะเกิดขึ้นได้จากการปฏิบัติเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ หมายความว่านักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการวิเคราะห์และตีความข้อมูลเพื่อหามาซึ่งหลักฐาน พร้อมหาเหตุผลโดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาพร้อมกับประสบการณ์เดิม เพื่อนำไปพัฒนาเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน (McNeil & Krajcik, 2008; Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2009) หากนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้ง รวมทั้งมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย (McNeil & Krajcik, 2006)

แม้ว่าการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะเป็นหัวใจของการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินกับการวิเคราะห์และตีความข้อมูล เพื่อสกัดหลักฐานและสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ (หรือที่เรียกว่าข้อกล่าวอ้าง) นักเรียนขาดความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของหลักฐานที่นำมาใช้ในการลงข้อสรุป (ลือชา ลดาชาติ, 2558) นักเรียนมักเลือกใช้หลักฐานที่ขาดความน่าเชื่อถือและไม่สอดคล้องกับข้อสรุปของตน อีกทั้งเหตุผลที่ยกมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปยังขาดน้ำหนักที่เพียงพอ (กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2553) สอดคล้องกับผลการวิจัยหลายชิ้นที่ชี้ว่านักเรียนไทยมีปัญหาเรื่องการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อาทิ ลือชา ลดาชาติ และคณะ (2558) รายงานว่านักเรียนไม่สามารถนำข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์มาเชื่อมโยงกันเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถพิจารณาหลักฐานอย่างละเอียด และมักมองว่าหลักฐานและข้อสรุปคือสิ่งเดียวกัน นอกจากนี้มักพบว่านักเรียนใส่ความรู้สึกลงไปในข้อสรุปด้วย

อีกทั้งงานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติ และ ภูภา สุธกกุล (2555) ชี้ให้เห็นว่านักเรียนไทยไม่สามารถนำหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของหลักฐานที่นำมาใช้ในการลงข้อสรุปและให้เหตุผล ซึ่ง กาญจนา มหาลี และ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2553) อธิบายสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถใช้หลักฐานมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า เกิดจากในห้องเรียนขาดการฝึกฝนให้นักเรียนพิจารณาประเมินความเหมาะสมของหลักฐาน ขณะที่งานวิจัยของ McNeil & Krajcik (2006) รายงานว่านักเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกามีปัญหาเกี่ยวกับการให้เหตุผลมากกว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างและการใช้หลักฐาน เพราะแม้นักเรียนจะสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ แต่นักเรียนมักไม่มีการเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและหลักฐานของตน ส่งผลให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นไม่สมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน รวมถึงอาจไม่ได้รับการฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนอย่างเพียงพอ

ในทำนองเดียวกัน จากการเข้าสังเกตการจัดการเรียนรู้และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียนเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาชีววิทยา ส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนมักตอบสั้น ๆ และเมื่อผู้วิจัยถามต่อไปว่าเพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนไม่

สามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ หรือนักเรียนมีการให้เหตุผลไม่เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น หากผู้วิจัยถามว่า “นักเรียนคิดว่า หากเซลล์เม็ดเลือดแดงอยู่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่าภายในเซลล์ เซลล์เม็ดเลือดแดงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเพราะเหตุใด” นักเรียนร้อยละ 80 ตอบว่า “เซลล์เต่ง” หรือ “เซลล์แตก” หรือ “เซลล์เต่งหรืออาจจะแตกได้ เพราะน้ำออสโมซิสเข้าเซลล์” แต่เมื่อให้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้น โดยเชื่อมโยงกับผลทดลองที่ได้ นักเรียนมักไม่สามารถอธิบายได้ เมื่อผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนบางส่วน พบว่า นักเรียนมีความเดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นออกมาเป็นคำอธิบายที่สมบูรณ์ได้ เช่นนี้จะเห็นว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในส่วนของการเชื่อมโยงหลักฐานกับคำกล่าวอ้างและการให้เหตุผล

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการนำบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน มาเป็นตัวกำหนดประเด็นปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหาผ่านการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ หรือการลงมือทำปฏิบัติการทดลอง (De Jong, 2006) และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปข้อค้นพบร่วมกัน อันเป็นการฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Gilbert, 2006) โดยจากการเข้าสังเกตนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน พบว่านักเรียนมักจะมีศรัทธาหรือเชื่อมั่นในการเรียนเมื่อผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งนักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน เช่น กิจกรรมการสืบค้น การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยบริบทที่นำมาจัดการเรียนรู้คือ ศาสตร์การบริโภคอาหาร เนื่องจากเกี่ยวข้องกับอาหารการกิน ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน อีกทั้งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาในช่วงชั้นต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับอาหารสอดแทรกอยู่ จึงเห็นว่าบริบทนี้น่าจะสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ศาสตร์การบริโภคอาหาร

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามกรอบแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1998) เนื่องจากรูปแบบการวิจัยนี้มีความยืดหยุ่นในการวางแผนและการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอน สามารถปรับเปลี่ยนแผนการวิจัยตามผลการวิจัยในวงจรก่อนหน้าและปรับการสอนให้เข้ากับสถานการณ์หน้างานที่เกิดขึ้นจริงได้ รวมทั้งการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจะแสดงให้เห็นข้อดีและข้อจำกัดของกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวิเคราะห์ได้จากการสะท้อนผลหลังสอนเสร็จในแต่ละแผน จากนั้นจึงนำสิ่งที่ได้อยู่แล้ว ไปปรับใช้ในอนาคตและนำข้อจำกัดมาปรับปรุงให้ดีขึ้นในการสอนครั้งถัดไป ซึ่งมีรูปแบบการดำเนินการวิจัยเป็นวงจรต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นวางแผน (Plan) (2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) (3) ขั้นสังเกต (Observe) และ (4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect) งานวิจัยนี้มี 4 วงจร แบ่งตามแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามิน แต่ละแผนมีการสอดแทรกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ใช้

เวลาจัดการเรียนรู้ 11 คาบเรียน ๆ ละ 50 นาที อย่างไรก็ตามเนื่องจากเนื้อหาในบทความมีจำกัด ผู้วิจัยจึงเลือกนำเสนอเฉพาะผลในส่วนของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นหลัก ส่วนตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใส่ไว้ในหัวข้อ “แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน” ดังปรากฏด้านล่าง

สถานที่ดำเนินการวิจัยและกลุ่มที่ศึกษา งานวิจัยนี้ดำเนินการในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสตรีล้วนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 กลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจงจากห้องเรียนที่ผู้วิจัย รับผิดชอบสอนและประสบปัญหาในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน การพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่ปรับมาจากกรอบแนวคิดของ Gilbert (2006) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนกำหนดสถานการณ์ (2) ขั้นตอนมือปฏิบัติ (3) ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ และ (4) ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังแสดงตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้และหลักการสอนในแต่ละขั้นในตารางที่ 1 และ 2 ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยทำการสอน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ (4 วงจร) ภายใต้หัวข้อเรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร ครอบคลุมเรื่อง (1) คาร์โบไฮเดรต บริบทที่ใช้คือคาร์โบไฮเดรตที่พบในอาหารในชีวิตประจำวัน (2) โปรตีน บริบทที่ใช้คือการออกกำลังกาย ควบคุมการรับประทานอาหารที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ (3) ไขมัน บริบทที่ใช้คือการบริโภคอาหารประเภทไขมันในผู้ที่ไขมันในเลือดสูง และ (4) วิตามิน บริบทที่ใช้คือโรคที่เกิดจากการขาดวิตามิน มีระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 11 คาบเรียน ๆ ละ 50 นาที แผนทั้งหมดผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์สองท่านและครูพี่เลี้ยง จากนั้นปรับแก้ไขแผนตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มที่ศึกษา เมื่อทำการสอนในแต่ละแผน มีการสะท้อนความคิดร่วมกันสามฝ่ายระหว่างครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์และผู้วิจัยเอง รวมทั้งได้นำผลจากการตรวจใบกิจกรรมของนักเรียน มาใช้ร่วมด้วยเพื่อบ่งชี้จุดดีและจุดที่ต้องแก้ไขต่อไป จากนั้นนำข้อความรู้ที่ได้ไปปรับปรุงกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ตาราง 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องคาร์โบไฮเดรต ในหัวข้อคาร์โบไฮเดรตที่พบในอาหารในชีวิตประจำวัน

ขั้นกำหนดสถานการณ์ : ครูนำเสนอสถานการณ์ที่น่าสนใจและพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอร่วมกันโดยใช้ความรู้เดิม เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามและสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
1) ครูกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนรับประทานเมื่อที่ผ่านมา เพื่อให้นักเรียนได้พูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และเชื่อมโยงไปสู่ประเด็นเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรตในอาหารโดยครูถามนักเรียนว่า “ส่วนประกอบในอาหารที่นักเรียนรับประทานส่วนใหญ่นั้นประกอบด้วยสารอาหารชนิดใดมากที่สุด”
2) ครูแสดงภาพเมนูอาหาร 3 เมนู ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว ข้าวเหนียวมะม่วง และน้ำหวาน จากนั้นนำเสนอประเด็นปัญหาว่า “นักเรียนคิดว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบในอาหาร 3 เมนูนี้ คือ ก๋วยเตี๋ยว ข้าวเหนียวมะม่วง และน้ำหวานนั้น เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร” โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน
ขั้นลงมือปฏิบัติ : ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ในขั้นที่ 1 โดยอาจใช้การศึกษาค้นคว้า การทำปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามของประเด็นปัญหาในตอนต้น
3) นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ทำการศึกษาประเภทของคาร์โบไฮเดรต และโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่าง ๆ ผ่านการสืบค้นข้อมูลและบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม
4) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำปฏิบัติการทดลอง การทดสอบแป้งและน้ำตาลในอาหาร 3 เมนูที่กำหนด พร้อมบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ : นักเรียนนำข้อมูลหลักฐานมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของความรู้และตอบคำถาม โดยนำความรู้มาใช้เป็นเหตุผลเพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

5) นักเรียนอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อยเพื่อสรุปความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรม จากนั้นนำมาใช้เป็นเหตุผลในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พร้อมนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในส่วนของหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามจากประเด็นปัญหาในขั้นที่ 1

6) ครูนำเสนอประเด็นปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การทดสอบคาร์โบไฮเดรตในอาหาร โดยให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อตอบคำถามในรูปแบบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ : ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่บนพื้นฐานขององค์ความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรม

7) นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสถานการณ์ใหม่ ลงในใบกิจกรรม โดยให้เขียนอธิบายว่า “หากนักเรียนรู้สึกเหนื่อยล้าและอ่อนเพลียหลังจากออกกำลังกาย และเมื่อกลับมาที่บ้านพบว่ามีน้ำเปล่า ข้าวกระเพาะไก่ เค้ก น้ำหวาน และผลไม้สดวางอยู่บนโต๊ะอาหาร นักเรียนจะเลือกรับประทานอะไร เพื่อให้ร่างกายของนักเรียนได้รับพลังงานอย่างรวดเร็ว เพราะอะไร”

สะท้อนความคิด ผลการสอนในแผนที่ 1 พบว่าการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้เก็บรวบรวมหลักฐานด้วยตนเองและสรุปความรู้ร่วมกัน สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทราบได้จากคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นในแต่ละกิจกรรม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี เนื่องจากการเก็บรวบรวมหลักฐานด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับที่มาที่ไปและบทบาทหน้าที่ของหลักฐาน สามารถพิจารณาและหยาบหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้การที่นักเรียนได้สรุปความรู้ร่วมกันภายในกลุ่มจะช่วยให้ นักเรียนสกัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการให้เหตุผลได้ดีขึ้น

อย่างไรก็ดี ผลการสอนชี้ว่าเมื่อนักเรียนต้องสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งปรากฏในการสอนขั้นสุดท้าย กลับพบว่ายังมีนักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 25) ไม่สามารถแสดงหลักฐานและเหตุผลได้ ซึ่งอาจเกิดจากการพิจารณาหลักฐานทำได้ยากกว่ากิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในห้องเรียนในขั้นก่อนหน้า ดังนั้นในการจัดกิจกรรมครั้งถัดไป ผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมโดยมีการเสนอแนะแนวทางในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนขึ้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นร่วมกันก่อน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โปรตีน ผู้วิจัยจึงได้ปรับรูปแบบกิจกรรมโดยมีการเสนอแนะแนวทางในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนมากขึ้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์องค์ประกอบของการคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นร่วมกัน เพื่อป้องกันจุดใดที่มีแล้วและจุดใดที่ยังขาดหรือไม่สมบูรณ์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โปรตีน ในหัวข้อการออกกำลังกายควบคู่กับการรับประทานอาหารที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ

ขั้นตอนสถานการณ์

1) ครูกระตุ้นนักเรียนโดยการแสดงภาพและโยเกิร์ตโปรตีนสูง จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับพฤติกรรมบริโภคอาหารที่ทำควบคู่กับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและรูปร่างที่ดี ซึ่งกำลังได้รับความนิยมจากคนทุกเพศทุกวัย เพื่อให้นักเรียนได้พูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และเชื่อมโยงไปสู่ประเด็นเกี่ยวกับโปรตีนในอาหาร

2) ครูแสดงภาพเมนูอาหาร 3 เมนู ได้แก่ สลัดอกไก่ น้ำเต้าหู้และโยเกิร์ต จากนั้นครูนำเสนอประเด็นปัญหาว่า “นักเรียนคิดว่าอาหาร 3 เมนู ได้แก่ สลัดอกไก่ น้ำเต้าหู้และโยเกิร์ต เมนูใดบ้างที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ และโปรตีนอยู่ในส่วนประกอบใดบ้างของอาหาร” โดยให้นักเรียนพูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน

ขั้นลงมือปฏิบัติ

3) นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน เพื่อศึกษาโครงสร้าง ชนิด และหน้าที่ของโปรตีนในอาหาร ผ่านการสืบค้นข้อมูลและบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม

4) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบโปรตีนในอาหาร 3 เมนูที่กำหนด และบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบที่ครูกำหนดให้

ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

5) นักเรียนอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อยเพื่อสรุปความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากกิจกรรม เพื่อนำมาใช้เป็นเหตุผลในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พร้อมนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในส่วนของหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามจากประเด็นปัญหาในขั้นที่ 1

6) ครูสุ่มเลือกตัวอย่างคำตอบจากคำถามท้ายกิจกรรมของนักเรียนมาแสดงหน้าชั้นเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายตัวอย่างคำตอบร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น [ปรับมาจากข้อค้นพบในแผนที่ 1]

7) ครูนำเสนอประเด็นปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การทดสอบคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในอาหาร โดยครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อตอบคำถามในรูปแบบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

8) นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง โปรตีน ลงในใบกิจกรรม โดยเขียนอธิบายว่า “ในช่วงเทศกาลกินเจ ซึ่งเป็นเทศกาลที่คนนิยมหันมาเข้าร่วมกันมากยิ่งขึ้น เพราะเป็นการรักษาศีลเนื่องจากการทานเจนั้นเป็นการงดทานเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์หรือเครื่องปรุงที่มีส่วนประกอบของสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์จากนมและไข่ นักเรียนคิดว่าผู้ที่รับประทานอาหารเจนั้นจะได้รับสารอาหารประเภทโปรตีนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายเท่ากับคนที่รับประทานอาหารปกติหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงอธิบาย”

สะท้อนความคิด ผลจากการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่มีการปรับรูปแบบการสอนจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยมีการเน้นเสนอแนะแนวทางในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมแก่นักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นร่วมกัน ซึ่งการทำเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างคำอธิบายได้ดีมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 92.86) สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันได้ในระดับปานกลางถึงระดับดี มีนักเรียนเพียงร้อยละ 7.14 ที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งลดลงเมื่อเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

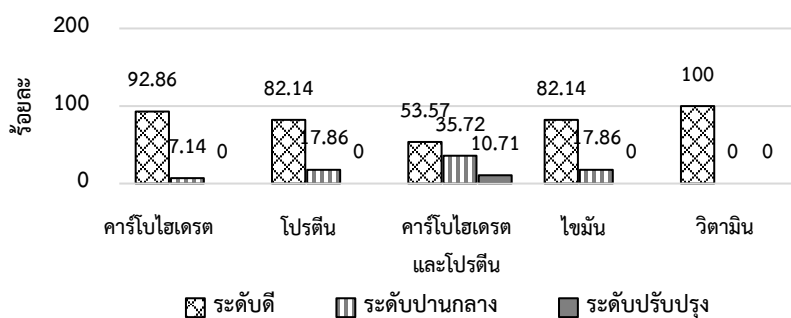
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยตรวจสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถามอันทันเขียนตอบแบบยาว จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1 คาร์โบไฮเดรต ข้อที่ 2 โปรตีน ข้อที่ 3 คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ข้อที่ 4 ไขมัน และข้อที่ 5 วิตามิน คำถามแต่ละข้อครอบคลุม 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (rubrics) ในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับรูปแบบมาจากเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ McNeil & Krajcik (2006) ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินรายชื่อแสดงในผลการวิจัย โดยแบบวัดและเกณฑ์ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ 1 ท่าน ครูผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยา 2 ท่าน แล้วนำแบบวัดไปทดลองใช้

กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา ในโรงเรียนเดียวกัน จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน จากนั้นวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินที่ได้สร้างขึ้น และปรับเกณฑ์การประเมินในแต่ละระดับคะแนนให้มีความชัดเจนและครอบคลุมคำตอบของนักเรียนทุกคน จากนั้นนำแบบวัดไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยทำการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร ด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์นิเทศก์และครูพี่เลี้ยงเข้าร่วมสังเกตการสอนและให้ข้อเสนอแนะหลังการสอนทุกครั้ง หลังเสร็จสิ้นแผนวิจัยในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทำแบบวัด ใช้เวลาทำ 30 นาที จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำคำตอบของนักเรียนมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง และปรับปรุง และใช้เทคนิคสร้างความเชื่อมั่นในการวิเคราะห์ข้อมูลเรียกว่า Inter-rater agreement check (Inoue, 2015) ด้วยการสุ่มแบบวัดมา 14 ฉบับ (ร้อยละ 50) จากทั้งหมด 28 ฉบับ มาแยกวิเคราะห์อย่างอิสระกับครูที่มีประสบการณ์การทำวิจัยและสอนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมอีกท่านหนึ่ง จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาพูดคุยกันจนได้ข้อสรุปที่ตรงกันเรื่องเกณฑ์และการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่เหลือ แล้วจึงส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทั้งสองท่านตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นคำนวณหาค่าความถี่และร้อยละของนักเรียนรายข้อในแต่ละองค์ประกอบ

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาตามเกณฑ์รูปрик แสดงในภาพ 1



ภาพ 1 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

จากภาพ 1 จะเห็นว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี รองลงมาคือนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่นักเรียนเพียงร้อยละ 10.71 มีความสามารถในระดับปรับปรุง มีรายละเอียดดังนี้

คาร์โบไฮเดรต ข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับการทดสอบแป้งที่ผสมอยู่ในลูกชิ้นหมูของร้านขายลูกชิ้นแผงลอย 3 ร้าน โดยทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน โดยนักเรียนต้องพิจารณาผลการทดสอบและนำมาตอบคำถามว่า จากผลการทดสอบดังกล่าวร้านใดมีการโฆษณาเกินจริงว่าลูกชิ้นของร้านตนเป็นลูกชิ้นหมูแท้ไม่ผสมแป้ง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 92.86 (26 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และนักเรียนที่เหลือร้อยละ 7.14 (2 คน) มีการ

สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เกณฑ์การให้คะแนน และผลการวิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย แสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรต

ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน	วิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย
ดี (92.86%)	ร้านที่ 1 และ 3 ให้คำโฆษณาไม่ตรงตามความจริง (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะหลังเติมสารละลายไอโอดีนลูกชิ้นหมูร้านที่ 1 เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และลูกชิ้นหมูร้านที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงเข้ม (หลักฐาน) เนื่องจากสารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบเมื่อเติมสารละลายไอโอดีนเข้าไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือสีม่วงแดง (เหตุผล) (รหัสนักเรียน S07)	ข้อกล่าวอ้าง : ลูกชิ้นของร้านที่ 1 และร้านที่ 3 โฆษณาไม่ตรงตามความเป็นจริง หลักฐาน : จากการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน พบว่าลูกชิ้นของร้านที่ 1 และร้านที่ 3 เปลี่ยนสีของสารละลายกลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม และสีม่วงแดงเข้ม เหตุผล : สารที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือสีม่วงแดง แสดงว่ามีส่วนผสมของแป้ง	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้สมบูรณ์ว่า ลูกชิ้นของร้านที่ 1 และ 3 ให้คำโฆษณาไม่ตรงตามความจริง หลักฐาน : นักเรียนเลือกใช้หลักฐานตามที่โจทย์กำหนดมาให้ได้สมบูรณ์ว่าหลังเติมสารละลายไอโอดีนลูกชิ้นหมูร้านที่ 1 เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และลูกชิ้นหมูร้านที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงเข้ม เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้อย่างสมบูรณ์ว่าสารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบ เมื่อเติมสารละลายไอโอดีนเข้าไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือสีม่วงแดง
ปานกลาง (7.14%)	ลูกชิ้นหมูร้านที่ 1 และ 3 (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะเมื่อนำลูกชิ้นจากร้านที่ 1 และ 3 มาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน พบว่าร้านที่ 1 สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม ส่วนร้านที่ 3 เป็นสีม่วงแดง (หลักฐาน) (รหัสนักเรียน S01)	ข้อกล่าวอ้าง : ลูกชิ้นของร้านที่ 1 และร้านที่ 3 โฆษณาไม่ตรงตามความเป็นจริง หลักฐาน : ระบุผลจากการทดสอบของร้านที่ 1 หรือร้านที่ 3 เพียงการทดลองเดียว เหตุผล : สารตัวอย่างที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบเมื่อทำการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำเงินเข้มแสดงว่ามีส่วนผสมของแป้ง หรือ สารตัวอย่างที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบเมื่อทำการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีม่วงแดงแสดงว่ามีส่วนผสมของแป้ง	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้สมบูรณ์ว่า ลูกชิ้นหมูร้านที่ 1 และ 3 หลักฐาน : นักเรียนแสดงหลักฐานได้สมบูรณ์ตามที่โจทย์กำหนดว่า เมื่อนำลูกชิ้นจากร้านที่ 1 และ 3 มาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน พบว่าร้านที่ 1 สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม ส่วนร้านที่ 3 เป็นสีม่วงแดง เหตุผล : นักเรียนไม่มีการแสดงเหตุผล

โปรตีน ข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โปรตีน เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการทดสอบโปรตีนและแป้งที่ผสมอยู่ในเต้าหู้ทอด 3 ยี่ห้อ โดยการทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต และสารละลายไอโอดีน โดยนักเรียนต้องพิจารณาผลการทดสอบและนำมาตอบคำถามว่า จากผลการทดสอบดังกล่าว นักเรียนคิดว่าเต้าหู้ทอดยี่ห้อใดที่มีส่วนประกอบของโปรตีนสูงและมีแป้งผสมอยู่น้อยที่สุด จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82.14 (23 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และนักเรียนที่เหลือร้อยละ 17.86 (5 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โปรตีน

ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน	วิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย
ดี (82.14%)	เลือกเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะเมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนพบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนที่สุด (หลักฐาน) ซึ่งเมื่อนำแป้งมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (เหตุผล) และเมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต พบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มที่สุด (หลักฐาน) ซึ่งเมื่อนำโปรตีนไปทดสอบกับสารละลายไบยูเรต จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง (เหตุผล) (รหัสนักเรียน S09)	ข้อกล่าวอ้าง : เลือกเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 หลักฐาน : เมื่อนำยี้ห่อที่ 1 ไปทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนพบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งมีสีอ่อนที่สุด และ เมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต สารละลายเปลี่ยน เป็นสีม่วงเข้มที่สุด เหตุผล : ในการทดสอบโปรตีน หากสารเปลี่ยนเป็นสีม่วงแสดงว่ามีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ และ ในการทดสอบแป้งหากสารเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือม่วงแดงแสดงว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบ	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้สมบูรณ์ว่า เลือกเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 หลักฐาน : นักเรียนเลือกใช้หลักฐานตามที่โจทย์กำหนดมาให้ได้สมบูรณ์ว่า เมื่อนำเต้าหู้มาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนพบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนที่สุด และเมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต พบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มที่สุด เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ได้อย่างสมบูรณ์ว่า เมื่อนำแป้งมาทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเมื่อนำโปรตีนไปทดสอบกับสารละลายไบยูเรต จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง
ปานกลาง (17.86%)	เลือกเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะเมื่อเติมน้ำสารละลายไบยูเรตลงในเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 สารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม (หลักฐาน) เนื่องจากสารที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง (เหตุผล) (รหัสนักเรียน S07)	ข้อกล่าวอ้าง : เลือกเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 หลักฐาน : เมื่อนำยี้ห่อที่ 1 ไปทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนพบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งมีสีอ่อนที่สุด หรือ เมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต สารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มที่สุด เหตุผล : ในการทดสอบโปรตีน หากสารเปลี่ยนเป็นสีม่วงแสดงว่ามีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ หรือ ในการทดสอบแป้งหากสารเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือม่วงแดงแสดงว่ามีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบ	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้สมบูรณ์ว่า เลือกเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 หลักฐาน : นักเรียนแสดงหลักฐานได้ไม่สมบูรณ์ตามที่โจทย์กำหนด โดยนักเรียนกล่าวถึงการทดสอบสารละลายไบยูเรต เพียงการทดสอบเดียวว่า เมื่อเติมน้ำสารละลายไบยูเรตลงในเต้าหู้ยี้ห่อที่ 1 สารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนกล่าวถึงการทดสอบสารละลายไบยูเรตเพียงการทดสอบเดียวว่า สารที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง

คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการทดสอบคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในข้าวกะเพราไก่และข้าวเหนียวสังขยา โดยการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ สารละลายไอโอดีน และสารละลายไบยูเรต โดยนักเรียนต้องพิจารณาผลของการทดสอบ 2 การทดสอบได้แก่ การทดสอบ A และการทดสอบ B และนำมาตอบคำถามว่า จากผลการทดสอบ 2 การทดสอบนักเรียนคิดว่าการทดสอบ A หรือการทดสอบ B เป็นผลที่เกิดจากการทดสอบคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในเมนูข้าวกะเพราไก่ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 53.57 (15 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี รองลงมาคือมีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง ร้อยละ 35.72 (10 คน) ขณะที่นักเรียนร้อยละ 10.71 (3 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังตาราง 5

ตาราง 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน

ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน	วิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย
ดี (53.57%)	กะเพราไก่คือการทดสอบ B (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม และเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง (หลักฐาน) เนื่องจากเมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าไม่มีน้ำตาล และเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแสดงว่ามีแป้งจากข้าวสวย และเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตได้สีม่วงเพราะมีโปรตีนจากไก่ (เหตุผล) (รหัสนักเรียน S07)	ข้อกล่าวอ้าง : ผลการทดสอบ B เป็นผลการทดสอบของเมนูข้าวกะเพราไก่ หลักฐาน : เมื่อนำส่วนประกอบของอาหารมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์พบว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง และ เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีนพบว่าเกิดสีน้ำเงินเข้ม และ เมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตพบว่าเกิดสีม่วง เหตุผล : ไม่มีส่วนประกอบของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เป็นน้ำตาล มีส่วนประกอบของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เป็นแป้ง ชนิดอะไมโลส และมีส่วนประกอบของสารอาหารประเภทโปรตีน	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้สมบูรณ์ว่า กะเพราไก่คือการทดสอบ B หลักฐาน : นักเรียนเลือกใช้หลักฐานตามที่โจทย์กำหนดมาให้ได้สมบูรณ์ว่าเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม และทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้อย่างสมบูรณ์ว่า เนื่องจากเมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าไม่มีน้ำตาล และเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแสดงว่ามีแป้งจากข้าวสวย และเมื่อทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตได้สีม่วงเพราะมีโปรตีนจากไก่
ปานกลาง (35.72%)	การทดสอบ B (ข้อกล่าวอ้าง) สังเกตจากการทดสอบ คาร์โบไฮเดรตด้วยสารละลายเบเนดิกต์หลังเติมกรด การทดสอบ A เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ เกิดตะกอนสีแดงอิฐ (หลักฐาน) จึงสามารถสรุปได้ว่าการทดสอบ A มีส่วนประกอบของซูโครสซึ่งคือน้ำตาลทรายที่ควรจะมีในเมนูข้าวเหนียวสังขยา (เหตุผล) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการทดสอบ B คือข้าวกะเพราไก่ (รหัสนักเรียน S19)	ข้อกล่าวอ้าง : ผลการทดสอบ B เป็นผลการทดสอบของเมนูข้าวกะเพราไก่ หลักฐาน : เมื่อนำส่วนประกอบของอาหารมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์พบว่า ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือ เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน พบว่าเกิดสีน้ำเงินเข้ม หรือ เมื่อนำมาทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตพบว่าเกิดสีม่วง เหตุผล : ไม่มีส่วนประกอบของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เป็นน้ำตาล หรือ มีส่วนประกอบของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เป็นแป้งชนิดอะไมโลส หรือ มีส่วนประกอบของสารอาหารประเภทโปรตีน	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้สมบูรณ์ว่า การทดสอบ B หลักฐาน : นักเรียนแสดงหลักฐานได้ไม่สมบูรณ์ตามที่โจทย์กำหนด โดยนักเรียนกล่าวถึงการทดสอบสารละลายเบเนดิกต์เพียงการทดสอบเดียวว่า สังเกตจากการทดสอบคาร์โบไฮเดรตด้วยสารละลายเบเนดิกต์หลังเติมกรด การทดสอบ A เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ เกิดตะกอนสีแดงอิฐ เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนกล่าวถึงทดสอบสารละลายเบเนดิกต์เพียงการทดสอบเดียวว่า สามารถสรุปได้ว่าการทดสอบ A มีส่วนประกอบของซูโครสซึ่งคือน้ำตาลทรายที่ควรจะมีในเมนูข้าวเหนียวสังขยา
ปรับปรุง (10.71%)	การทดสอบ A (ข้อกล่าวอ้าง) ทดสอบคาร์โบไฮเดรตด้วยสารละลายเบเนดิกต์แล้วได้ตะกอนสีแดงอิฐ และทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนได้สีน้ำเงินเข้ม (หลักฐาน) แสดงว่ามีคาร์โบไฮเดรต (เหตุผล) ทดสอบ	ข้อกล่าวอ้าง : ผลการทดสอบ A เป็นผลการทดสอบของเมนูข้าวกะเพราไก่ หลักฐาน : ไม่สามารถระบุเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหารในอาหารได้ หรือ ระบุเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหารในอาหารไม่ถูกต้องตามที่โจทย์กำหนด	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้ไม่ถูกต้อง หลักฐาน : นักเรียนแสดงหลักฐานได้ไม่ถูกต้อง เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง

ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน	วิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย
	ด้วยใบยูเรตได้ส้มม่วง (หลักฐาน) แสดงถึงโปรตีน (เหตุผล) แสดงว่า การทดสอบ A อาจจะเป็นการ ทดสอบกะเพราไก่ (ข้อสรุป) (รหัสนักเรียน S22)	เหตุผล : ไม่สามารถระบุเกี่ยวกับผล จากการทดสอบสารอาหารในอาหารได้	

ไข่ม้น ข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไข่ม้น เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการทดสอบไข่ม้นอิมตัวในน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหาร 5 ยี่ห้อ โดยทดสอบการฟอกจางสีของน้ำมันด้วยสารละลายไอโอดีน โดยนักเรียนต้องพิจารณาผลของการทดสอบและนำมาตอบคำถามว่า น้ำมันประกอบอาหารยี่ห้อใดที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการประกอบอาหารสำหรับคนที่มีความไข่ม้นในเลือดสูง

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82.14 (23 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และนักเรียนที่เหลือร้อยละ 17.86 (5 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไข่ม้น

ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน	วิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย
ดี (82.14%)	ยี่ห้อที่ 4 (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ จำนวนหยดของสารละลาย ไอโอดีนที่ใช้ทดสอบมากที่สุด คือ 15 หยด (หลักฐาน) แสดงว่า เป็นไข่ม้นไม่อิ่มตัวมาก (ข้อสรุป) เนื่องจากหากทดสอบ หากรดไข่ม้นอิมตัวโดยการฟอก จางสีสารละลายไอโอดีน ถ้าใช้ สารละลายไอโอดีนปริมาณมาก แสดงว่าเป็นไข่ม้นไม่อิ่มตัวมาก (เหตุผล) (รหัสนักเรียน S05)	ข้อกล่าวอ้าง : ยี่ห้อที่ 4 หลักฐาน : น้ำมันยี่ห้อที่ 4 ใช้จำนวน หยดของสารละลายไอโอดีนมากที่สุด คือ 15 หยด เหตุผล : มันที่มีส่วนประกอบของกรด ไข่ม้นไม่อิ่มตัวมากจะฟอกจางสี สารละลายไอโอดีน และ น้ำมันที่มี ส่วนประกอบของกรดไข่ม้นไม่อิ่มตัว มากจะใช้จำนวนหยดในการทดสอบ มาก	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้ สมบูรณ์ว่า ยี่ห้อที่ 4 หลักฐาน : นักเรียนเลือกใช้หลักฐาน ตามที่โจทย์กำหนดมาให้ได้สมบูรณ์ว่า จำนวนหยดของสารละลายไอโอดีนที่ใช้ ทดสอบมากที่สุด คือ 15 หยด เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลที่มีความ เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและ หลักฐานได้อย่างสมบูรณ์ว่า การทดสอบ หากรดไข่ม้นอิมตัวโดยการฟอกจางสี สารละลายไอโอดีน ถ้าใช้สารละลาย ไอโอดีนปริมาณมากแสดงว่าเป็นไข่ม้นไม่ อิ่มตัวมาก
ปานกลาง (17.86%)	ยี่ห้อที่ 4 (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะ จำนวนหยดของสารละลาย ไอโอดีนที่ใช้ทดสอบมากที่สุด (หลักฐาน) แสดงว่าเป็นไข่ม้นไม่ อิ่มตัวมากที่สุด (เหตุผล) (รหัส นักเรียน S02)	ข้อกล่าวอ้าง : ยี่ห้อที่ 4 หลักฐาน : จำนวนหยดมากที่สุด เหตุผล : น้ำมันที่มีส่วนประกอบของ กรดไข่ม้นไม่อิ่มตัวมากจะฟอกจางสี สารละลายไอโอดีน หรือ น้ำมันที่มี ส่วนประกอบของกรดไข่ม้นไม่อิ่มตัว มากจะใช้จำนวนหยดในการทดสอบ มาก	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้ สมบูรณ์ว่า ยี่ห้อที่ 4 หลักฐาน : นักเรียนแสดงหลักฐานได้ไม่ สมบูรณ์ตามที่โจทย์ โดยนักเรียนระบุ เพียงว่า จำนวนหยดของสารละลาย ไอโอดีนที่ใช้ทดสอบมากที่สุด แต่นักเรียน ไม่ระบุว่าใช้จำนวนหยดทั้งสิ้นกี่หยด เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลได้ไม่ สมบูรณ์ โดยนักเรียนไม่แสดงหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ประกอบการให้เหตุผล ว่า จากข้อมูลที่กำหนดแสดงว่ายี่ห้อที่ 4 เป็นไข่ม้นไม่อิ่มตัวมากที่สุด

วิตามิน ข้อคำถามที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิตามิน เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการเลือกอาหารเพื่อนำไปเยี่ยมเพื่อนซึ่งมีอาการป่วยเนื่องจากการขาดวิตามิน โดยนักเรียนต้องพิจารณาเมนูอาหารที่กำหนดให้ 5 เมนู แล้วตอบคำถามว่า นักเรียนจะเลือกอาหารเมนูใดบ้างเพื่อนำไปเยี่ยมเพื่อนที่มีอาการป่วยเนื่องจากการขาดวิตามิน ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนทุกคน (28 คน) มีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในตาราง 7

ตาราง 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิตามิน

ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน	วิเคราะห์คำตอบของผู้วิจัย
ดี (100%)	ผัดคะน้าใส่ตับหมูกับน้ำส้มคั้น ข้าว กล่าวอ้าง : เพราะจากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่าผัดคะน้าใส่ตับหมูมี วิตามิน K และวิตามิน E เป็น ส่วนประกอบ และน้ำส้มคั้นสดมี วิตามิน C และวิตามิน A เป็น ส่วนประกอบ (หลักฐาน) เนื่องจาก กูกไก่เป็นหวัดและเลือดกำเดาไหล ไม่หยุดจึงควรรับประทานอาหารที่ มีวิตามิน K ที่ช่วยให้เลือดแข็งตัว และวิตามิน C ที่ช่วยบรรเทาหวัด (เหตุผล) ดังนั้นจึงควรรับประทาน ผัดคะน้าใส่ตับหมูกับน้ำส้มคั้นสด (รหัสนักเรียน S21)	ข้อกล่าวอ้าง : ผัดคะน้าใส่ตับ หมู และ น้ำส้มคั้นสด หลักฐาน : ผัดคะน้าใส่ตับหมูมี วิตามิน K เป็นองค์ประกอบ และ น้ำส้มคั้นสดมีวิตามิน C เป็นองค์ประกอบ เหตุผล : วิตามิน K จะช่วยให้ เลือดหยุดไหลได้อย่างรวดเร็ว และช่วยในการแข็งตัวของเลือด และ วิตามิน C ช่วยเสริมสร้าง ภูมิคุ้มกันป้องกันหวัด	ข้อกล่าวอ้าง : นักเรียนระบุคำตอบได้ สมบูรณ์ว่า ผัดคะน้าใส่ตับหมูกับน้ำส้มคั้น หลักฐาน : นักเรียนเลือกใช้หลักฐานตามที่ โจทย์กำหนดมาให้ได้สมบูรณ์ว่า จากข้อมูล ข้างต้นจะเห็นว่าผัดคะน้าใส่ตับหมูมี วิตามิน K และวิตามิน E เป็นส่วนประกอบ และน้ำส้มคั้นสดมีวิตามิน C และวิตามิน A เป็นส่วนประกอบ เหตุผล : นักเรียนแสดงเหตุผลที่มีความ เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ได้อย่างสมบูรณ์ว่าเนื่องจากกูกไก่เป็นหวัด และเลือดกำเดาไหลไม่หยุดจึงควร รับประทานอาหารที่มีวิตามิน K ที่ช่วยให้ เลือดแข็งตัว และวิตามิน C ที่ช่วยบรรเทา หวัด

สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หัวเรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากหลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยเมื่อพิจารณาข้อคำถามในแบบวัดพบว่าข้อคำถามเรื่อง วิตามิน เป็นข้อคำถามที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมากที่สุด (ร้อยละ 100) เนื่องจากข้อมูลในข้อคำถามนี้มีปริมาณไม่มาก และมีความซับซ้อนน้อย ส่งผลให้นักเรียนสามารถพิจารณาและหยิบยกข้อมูลมาประกอบสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ ในทุกองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขณะที่ข้อคำถามเรื่อง คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน เป็นข้อคำถามที่นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีน้อยที่สุด (ร้อยละ 53.57) เนื่องจากข้อคำถามนี้มีข้อมูลให้นักเรียนพิจารณาจำนวนมาก โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาผลการทดลอง 3 การทดลอง ได้แก่ การทดสอบคาร์โบไฮเดรตด้วยสารละลายเบเนดิกต์ การทดสอบแป้งด้วยสารละลายไอโอดีน และการทดสอบโปรตีนด้วยสารละลายไบยูเรต รวมทั้งต้องเปรียบเทียบผลการทดลองของอาหาร 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวกะเพราไก่ และข้าวเหนียวสังขยา ซึ่งบริบทในข้อคำถามนี้เป็นบริบทที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ซึ่งตามเป็นจริงแล้วสถานการณ์ที่คนเราต้องพบเจอในชีวิตประจำวันมักเป็นบริบทที่มีความซับซ้อน มีข้อมูลหลากหลายให้พิจารณา จึงเป็นที่มาที่ผู้วิจัยเลือกออกแบบข้อคำถามนี้ให้นักเรียนต้องวิเคราะห์และพิจารณาข้อมูลที่ซับซ้อนกว่าข้ออื่น ๆ อย่างไรก็ดีผลการวิจัยชี้ว่านักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 46.43 รวมร้อยละของคนที่อยู่ในระดับปรับปรุงและระดับปาน

กลาง) ยังไม่สามารถพิจารณาและหิบบกข้อมูลมาใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าข้อคำถามนี้จะถือเป็นข้อคำถามที่ยาก กลับพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 53.57 สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี แม้ว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้จะยังไม่ได้มีการฝึกฝนให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจำนวนมากและซับซ้อนดังในข้อคำถามนี้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีแนวโน้มว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับ ตีรณา ชุมแสง (2560) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกลได้ โดยเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะ การจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการสอนตามวิธีนี้ได้มีการสอดแทรกการฝึกการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบอย่างตั้งใจ อาทิ ขั้นกำหนดสถานการณ์ ผู้วิจัยเน้นการนำเสนอบริบทในชีวิตประจำวัน โดยบริบทนั้นต้องเป็นบริบทที่น่าสนใจและใกล้ตัวนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยกำหนดประเด็นปัญหาจากบริบทดังกล่าว เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย และแสดงความคิดเห็นโดยใช้ความรู้เดิม เพื่อพัฒนาการสร้างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน ซึ่งข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นในขั้นนี้อาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากนั้นในขั้นลงมือปฏิบัติ นักเรียนจะได้รับการพัฒนาองค์ประกอบของการแสดงหลักฐาน เนื่องจากนักเรียนได้รวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งการที่นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานและพิจารณาหลักฐานด้วยตนเองนั้นมีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของหลักฐานได้ดียิ่งขึ้น สำหรับในขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนจะสามารถพัฒนาองค์ประกอบของการให้เหตุผล ผ่านการอภิปรายและลงข้อสรุปความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมร่วมกัน เพื่อนำความรู้นั้นมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ในขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนยังได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่น ๆ จึงทำให้สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ

เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะพบว่า องค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุดคือการสร้างข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruiz-Primo Tsia and Schneider (2010) และ ญัณฐพัชร ดุลยภัสสร (2562) ที่พบว่าองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถสร้างและพัฒนาได้ดีที่สุด เนื่องจากการตัดสินใจในการตอบคำถามของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นเพียงการตอบคำถามสั้น ๆ โดยใช้ความคิดเห็นส่วนตัวหรือความรู้เดิมที่มีอยู่ จึงทำให้องค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างถือเป็นองค์ประกอบที่มีความซับซ้อนไม่มาก และนักเรียนสามารถได้รับการพัฒนาได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบอื่น ๆ

รองลงมาคือหลักฐาน ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัณฐพัชร ดุลยภัสสร (2562) ที่พบว่าหลักฐานถือเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยที่สุด เนื่องมาจากเป็นองค์ประกอบที่เข้าใจยาก และนักเรียนมักละเลยรายละเอียดของหลักฐานทำให้ไม่สามารถแสดงหลักฐานได้อย่างสมบูรณ์ ขณะที่ผลของงานวิจัยนี้กลับพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงหลักฐานได้ดี ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะผู้วิจัยมีการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณาหลักฐานด้วยตนเองจากข้อมูลหลายรูปแบบ ทั้งหลักฐานที่กำหนดให้ในข้อคำถามของใบกิจกรรม และหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในกิจกรรมการทดลอง เช่น การทดสอบเป้ง การทดสอบโปรตีน การทดสอบกรดไขมันอิ่มตัว ในน้ำมัน หรือการสืบค้นข้อมูล เช่น การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเภทและโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน เป็นต้น ซึ่งการที่นักเรียนได้ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลและทำปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของหลักฐานมากขึ้น และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานจากข้อมูลที่รวบรวมได้ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่คำตอบของข้อคำถามได้ (McNeil & Krajcik, 2006) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ที่พบว่ากรณีที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากหลักฐานที่หลากหลายและพิจารณาหลักฐานเหล่านั้นด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการใช้หลักฐาน โดยสามารถคัดเลือกสิ่งใด

คือหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ และเกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลีอา ลดาชาติ และคณะ (2558) ที่พบว่า การที่นักเรียนได้ฝึกพิจารณาข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของหลักฐาน และเลือกใช้หลักฐานมาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

อย่างไรก็ตามงานวิจัยพบว่าส่วนองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือการให้เหตุผล โดยนักเรียนมักให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ออกนอกประเด็น หรือไม่แสดงเหตุผล สาเหตุอาจเนื่องมาจากนักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างหรือแสดงหลักฐานไม่ถูกต้องซึ่งจะส่งผลให้การให้เหตุผลของนักเรียนไม่ถูกต้องเช่นเดียวกัน นอกจากนี้นักเรียนอาจมีความสับสนระหว่างหลักฐานและการให้เหตุผลว่าเป็นสิ่งเดียวกัน ทำให้นักเรียนแสดงเพียงหลักฐานแต่ไม่แสดงเหตุผล (ศิริณา ชุมแสง, 2560)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeil & Krajcik (2006) ที่พบว่าองค์ประกอบของการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสร้างและเป็นพัฒนาได้ยากที่สุด เนื่องจากการให้เหตุผลนั้นต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเชื่อมโยงว่าหลักฐานนั้นสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร ดังนั้นงานวิจัยนี้เสนอแนะว่า การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบของการให้เหตุผล ครูจำเป็นต้องชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับความหมายในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน และทำให้นักเรียนเห็นถึงความแตกต่างของแต่ละองค์ประกอบผ่านการแสดงตัวอย่างและการฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ บนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ ครูควรเลือกใช้บริบทที่มีความน่าสนใจ นักเรียนมีความคุ้นเคย และสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และสามารถเชื่อมโยงบริบทเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการสอนได้ง่ายขึ้น เมื่อนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่คุ้นเคยได้อย่างชำนาญแล้ว ครูควรเพิ่มความซับซ้อนของบริบทที่นำมาใช้ทีละน้อย เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่หลากหลายและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เก็บรวบรวมหลักฐานด้วยตนเอง และให้นักเรียนได้พิจารณา เลือกใช้หลักฐานจากข้อมูลหลายรูปแบบ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจที่มาที่ไปและบทบาทหน้าที่ของข้อมูลและหลักฐานมากขึ้น และสามารถนำหลักฐานไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงความหมายและความแตกต่างของแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และควรแสดงตัวอย่างเปรียบเทียบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ และร่วมกันแก้ไขคำอธิบายนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางที่จะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกสมบูรณ์ได้ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในองค์ประกอบที่นักเรียนยังขาด เช่น การให้เหตุผล ได้ดียิ่งขึ้น

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยยังพบว่า นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า งานวิจัยต่อยอดควรทำการศึกษาเส้นทางการเรียนรู้ของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Learning progressions of scientific explanation) ของนักเรียนรายบุคคล เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มอบทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา มหาลี, และ ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 16(5), 795-809.
- ณัฐพัชร์ ดุลยภัสสร. (2562). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การสลายอาหารระดับเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริณา ชุมแสง. (2560). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลือชา ลดาชาติ, และ ภูวนา สุทธิกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 4(2), 73-90.
- ลือชา ลดาชาติ, กมลรัตน์ ฉิมพาลี, ณิชชมา อาโยวงษ์, นพคุณ แวงกุดเรือ, สำเร็จ สระขาว, ชื่นหทัย หวังเอียด, และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2558). การลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย*, 35(1), 171-206.
- ลือชา ลดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สรุปผลการวิจัยโครงการ*. สืบค้น 2 เมษายน 2563, จาก www.timssthaiand.ipst.ac.th
- อรณิชา หงษ์เกิด. (2561). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- De Jong, O. (2006). Context-based chemical education: How to improve it. *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of Context in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Inoue, N. (2015). *Beyond Actions: Psychology of Action Research for Mindful Educational Improvement*. New York: Peter Lang.
- Kemis, S., & McTaggart, R. (1998). *The Action Research Planner*. Geelong: Deakin University Press.
- McNeil, K. L., & Krajcik, J. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus Context-Specific Written Scaffolds. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- _____. (2008). *Assessing Middle School Students' Content Knowledge and Reasoning Through Written Scientific Explanations*. Virginia: NSTA Press.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). *PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Search in 20 February 2020, from www.oecd.org

Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsia, S. P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classroom: Examining students' scientific explanation and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608.