การสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The Survey of Senior Secondary Students' Scientific Explanation about Digestion

ฉลองวุฒิ จันทร์หอม (Chalongwoot Janhom)* ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (Dr.Somkiat Phornphisutthimas)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 105 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แยกรายองค์ประกอบ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับชำนาญ ระดับพื้นฐาน และระดับปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้อยู่ในระดับพื้นฐาน (ร้อยละ 49.52) ขณะที่องค์ประกอบด้านการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลยังคงเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนกว่าร้อยละ 71.43 และ 89.52 ยังอยู่ในระดับปรับปรุง นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์แก่นสาระ ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนและขาดความรู้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีแนวโน้มที่จะสร้างข้อกล่าวอ้างได้ไม่สมบูรณ์, ไม่สามารถระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าหลักฐานที่ให้มานั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร ผลการวิจัยนี้สะท้อนให้ครูวิทยาศาสตร์เห็นว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาไปพร้อมกับความรู้เนื้อหาและความรู้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

This research aimed to explore 105 senior secondary students' scientific explanation about digestion. Data were obtained from 6 items of scientific explanation test. A content analysis was employed to categorize the students' answers into 3 ability levels including proficient, basic and novice levels in each component of scientific explanation. Findings revealed that the majority of students was able to purpose the accurate but incomplete claims (49.52%). However, the students had difficulties in providing adequate scientific data (71.43%) to support the claims and they could not apply relevant scientific concepts to link evidence to the claim (89.52%). In addition, the result from thematic analysis indicated that students who missed both scientific conceptions and knowledge of general practice tended to make incomplete claims, identify inappropriate and insufficient evidence, and provide unreliable reasoning. Findings from this study reflected that writing scientific explanation should develop simultaneously with science content knowledge and knowledge of general practice.

คำสำคัญ: คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระบบย่อยอาหาร

Keywords: Scientific explanation, Digestion

*นิสิต หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทนำ

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เป็นคำอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติถูกสร้างขึ้นผ่านกระบวนการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากกระบวนการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์ (National Research Council [NRC], 1996) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงจัดเป็นแนวปฏิบัติ (Practice) ที่ครูวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญและนำมาใช้เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1991; NRC, 1996; NRC, 2000; NRC, 2013) เนื่องจากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้เนื้อหาที่ดีขึ้น ขณะเดียวกันยังช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนมุมมองที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์จากวิชาที่ต้องท่องจำไปเป็นวิชาที่ใช้สร้างองค์ความรู้ ทั้งยังช่วยเตรียมความพร้อมนักเรียนในฐานะพลโลกยุคศตวรรษที่ 21 (สมเกียรติ, 2556; Bell, Linn, 2000; Driver, Newton, Osborne, 2000; Zohar, Nemet, 2002) ด้วยเหตุนี้จึงมีครูและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวนมากทำการศึกษาและพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้กรอบแนวคิดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill, Krajcik (2006) ที่ได้แบ่งองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบหรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล โดยนักเรียนจะต้องคัดเลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาได้ง่ายที่สุดคือ การสร้างข้อกล่าวอ้าง ขณะที่องค์ประกอบที่พัฒนายากที่สุดคือการระบุหลักฐานและการให้เหตุผล กล่าวคือนักเรียนไม่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง อีกทั้งไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายหรือเชื่อมโยงหลักฐานของตนเองไปสู่ข้อกล่าวอ้างได้ (ณัฏฐ์พธู, 2558; พัณนิดา, ร่มเกล้า, 2560; อรณิชา, 2561; Ruiz-Primo et al., 2010; Pecker, Wallace, 2011) อย่างไรก็ดีข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ ล้วนอภิปรายไปในทิศทางเดียวกันว่าการขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์จะทำให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลได้ดีเท่าที่ควร ข้อมูลดังกล่าวอาจบอกได้เพียงว่าองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านใดควรได้รับการพัฒนาเป็นพิเศษ ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ไม่ได้ต้องการทราบเพียงว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใดบ้างในแต่ละองค์ประกอบ แต่ต้องการทราบด้วยว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นมีรูปแบบอย่างไร ผู้วิจัยจึงได้ใช้การวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis) (Patton, 1990) มาวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มเติมเพื่อตอบคำถามวิจัยดังกล่าว เนื่องด้วยผู้วิจัยเชื่อว่าข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเหล่านี้จะช่วยชี้นำให้ผู้วิจัยสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำไปแก้ปัญหาและพัฒนาแนวปฏิบัติวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนนี้ได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อระบบย่อยอาหาร เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้เป็นเป็นระยะแรกของโครงการวิจัยใหญ่เรื่องการพัฒนาบทปฏิบัติการเรื่องระบบย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ต้องการจะสร้างบทปฏิบัติการให้สอดรับกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในสาระชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาดังกล่าวผ่านการดำเนินการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อตรวจสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมทั้งหารูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

วิธีการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 105 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จากจำนวนประชากรนักเรียนทั้งสิ้น 144 คน ที่ยังไม่เคยผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาก่อน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยขนาดของกลุ่มที่ศึกษาได้มาจากการคำนวณโดยใช้สูตรของ Krejcie, Morgan (1970) เพื่อให้สามารถอ้างอิงผลการศึกษาที่ได้จากกลุ่มที่ศึกษาไปถึงประชากรได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้กรอบแนวคิดเรื่องการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill, Krajcik (2006) ที่นักเรียนจะต้องสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim) ซึ่งเป็นข้อสรุปหรือคำตอบของคำถามที่สงสัย จากนั้นให้หลักฐาน (Evidence) ที่ได้จากการทำการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แล้วให้เหตุผล (Reasoning) อธิบายว่าหลักฐานนั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร ซึ่งแบบวัดดังกล่าวประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิดทั้งหมด 6 ข้อ ที่ให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับ 1) การย่อยอาหารภายในและภายนอกเซลล์ 2) สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ 3) ระบบย่อยอาหารของสัตว์กินพืชและสัตว์กินเนื้อ 4) การย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต 5) การย่อยอาหารประเภทโปรตีน และ 6) การย่อยอาหารประเภทไขมัน โดยแบบวัดทุกข้อได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Structural validity) ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (Logical validity) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion related validity) และความเหมาะสมของภาพประกอบและภาษา จากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และคุณครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 ท่าน โดยได้ค่าความสอดคล้องของความเที่ยงตรงแต่ละด้านอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 นอกจากนั้นแบบวัดฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจหา 1) ความยากง่าย (*p*) ของแต่ละข้อคำถาม โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.15-0.26 2) อำนาจจำแนก (*d*) ของแต่ละข้อคำถาม โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.26-0.83 และ 3) ความเชื่อมั่น (*r*) ของแบบวัดฉบับนี้ มีค่า 0.812 ซึ่งล้วนแต่อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ (Cronbach, 1951)

การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 105 คน ในเดือนพฤศจิกายน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ในคาบเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ใช้เวลาในการสอบ 2 คาบเรียน (100 นาที) จากนั้นนำคำตอบมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์ที่ได้สร้างขึ้นรายข้อ โดยเกณฑ์การประเมินดังกล่าวจะแบ่งความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในแต่ละองค์ประกอบ ออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) ระดับชำนาญ (Advance level) กล่าวคือ นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ หรือให้หลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือให้เหตุผลที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน 2) ระดับพื้นฐาน (Basic level) กล่าวคือ นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือให้หลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ หรือให้เหตุผลที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้แต่ไม่ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน และ 3) ระดับปรับปรุง (Novice level)

กล่าวคือ นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง หรือไม่สามารถให้หลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอ หรือไม่สามารถให้เหตุผลที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มแบบวัดออกมาร้อยละ 20 จากแบบวัดทั้งหมด เพื่อนำไปให้ครูประจำวิชาและเพื่อนครูที่มีประสบการณ์การทำวิจัยเรื่องการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาก่อน ร่วมวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกันนี้ เพื่อดูความสอดคล้องและลดอคติที่อาจเกิดขึ้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้วิจัย (Inter-rater agreement check) หากพบว่ามีความเห็นที่ไม่ตรงกันก็จะนำผลการวิเคราะห์ที่เป็นประเด็นมาอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน แล้วจึงนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งโดยภาพรวมและแยกพิจารณารายข้อ

จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หารูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยใช้การวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis) (Patton, 1990) ที่เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบผลที่ได้จากแบบวัดโดยแยกพิจารณารายข้อ จากนั้นตีความข้อมูลเพื่อให้ได้หน่วยวิเคราะห์ (Unit of analysis) ออกมา แล้วทำการสร้างสมมติฐานชั่วคราว (Working hypothesis) เกี่ยวกับรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ว่ามีลักษณะอย่างไร จากนั้นตรวจสอบความขัดแย้งของข้อมูล (Negative cases comparison) โดยนำสมมติฐานชั่วคราวที่สร้างขึ้นย้อนกลับไปตรวจสอบกับข้อมูลทั้งหมดเพื่อหาข้อมูลที่ขัดแย้งหรือไม่เป็นไปตามสมมติฐานชั่วคราว หากมีข้อมูลที่ขัดแย้งมาก สมมติฐานชั่วคราวที่ตั้งขึ้นจะถูกลบล้างไป ส่วนสมมติฐานชั่วคราวที่สอดคล้องกับข้อมูลจะถูกสร้างเป็นรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ สุดท้ายนำรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (Peer review) ตรวจสอบความถูกต้องของการตีความหมายข้อมูล

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนกว่าร้อยละ 49.52 และร้อยละ 40.00 มีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับพื้นฐานและระดับชำนาญตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง แต่หากพิจารณาที่การระบุหลักฐานและการให้เหตุผลแล้ว จะพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 71.43) ยังไม่สามารถนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (หลักฐาน) ที่ถูกต้องและเพียงพอมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ จึงถูกจัดอยู่ในระดับปรับปรุง เช่นเดียวกับนักเรียนอีกกว่าร้อยละ 89.52 ที่ไม่สามารถสร้างข้อสรุปเชื่อมโยงว่าหลักฐานที่นักเรียนให้มานั้นไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง	ข้อกล่าวอ้าง (Claim)			หลักฐาน (Evidence)			การให้เหตุผล (Reasoning)		
	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับปรับปรุง	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับปรับปรุง	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับปรับปรุง
การย่อยอาหารภายนอกและภายในเซลล์	**51** **(48.57)**	8 (7.62)	46 (43.81)	0 (0.00)	38 (36.19)	**67** **(63.81)**	25 (23.81)	4 (3.81)	**76** **(72.38)**
สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์	5 (4.76)	**59** **(56.19)**	41 (39.05)	3 (2.86)	22 (20.95)	**80** **(76.19)**	2 (1.90)	17 (16.20)	**86** **(81.90)**

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร (ต่อ)

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง	ข้อกล่าวอ้าง (Claim)			หลักฐาน (Evidence)			การให้เหตุผล (Reasoning)		
	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับปรับปรุง	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับปรับปรุง	ระดับชำนาญ	ระดับพื้นฐาน	ระดับปรับปรุง
ระบบย่อยอาหารของสัตว์กินพืชและสัตว์กินเนื้อ	**92 (87.62)**	3 (2.86)	10 (9.52)	0 (0.00)	39 (37.14)	**66 (62.86)**	0 (0.00)	19 (18.10)	**86 (81.90)**
การย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต	**54 (51.43)**	27 (25.71)	24 (22.86)	1 (0.95)	41 (39.05)	**63 (60.00)**	2 (1.90)	23 (21.91)	**80 (76.19)**
การย่อยอาหารประเภทโปรตีน	**89 (84.76)**	5 (4.76)	11 (10.48)	1 (0.95)	**75 (71.43)**	29 (27.62)	0 (0.00)	18 (17.14)	**87 (82.86)**
การย่อยอาหารประเภทไขมัน	2 (1.90)	**85 (80.96)**	18 (17.14)	1 (0.95)	50 (47.62)	**54 (51.43)**	0 (0.00)	10 (9.52)	**95 (90.48)**
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยภาพรวม	42 (40.00)	**52 (49.52)**	11 (10.48)	1 (0.95)	29 (27.62)	**75 (71.43)**	0 (0.00)	11 (10.48)	**94 (89.52)**

จากผลการวิจัยข้างต้น ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใดบ้างในแต่ละองค์ประกอบ แต่ข้อมูลดังกล่าวไม่ได้แสดงให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหาว่าเหตุใดนักเรียนจึงมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับนั้น จึงทำให้ยากที่จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในหัวข้อดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์แก่นสาระของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดรายข้อ โดยใช้กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของ Patton (1990) เพื่อหารูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งพบว่ามี 3 รูปแบบ คือ

1) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ตั้งแต่การสร้างข้อกล่าวอ้าง เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

หากพิจารณาความสามารถในการสร้าง**ข้อกล่าวอ้าง**โดยภาพรวมจากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ และหากพิจารณาจากแบบวัดรายข้อจะพบว่ามีนักเรียนที่อยู่ในระดับชำนาญมากกว่าระดับอื่น ๆ อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามยังพบนักเรียนบางส่วนที่มีความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับพื้นฐานและระดับปรับปรุงในแบบวัดบางเรื่อง อาทิ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต (ภาพที่ 1) โดยนักเรียนต้องพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วนำมาสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า 1) สิ่งมีชีวิตชนิดใดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ตามลำดับ 2) อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น และ 3) ให้เหตุผลว่าหลักฐานที่ให้มาสนับสนุนคำตอบข้อแรกอย่างไร

ผลจากการตรวจแบบวัดพบว่า นักเรียนเพียงร้อยละ 4.76 เท่านั้น ที่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับชำนาญ โดยระบุว่า “ทางเดินอาหารสมบูรณ์ คือ ไส้เดือนดิน ส่วนทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ คือ ไฮดรา และพลานาเรีย” (ภาพที่ 2 บน) ในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 56.19 และ 39.05 ยังอยู่ในระดับพื้นฐานและระดับปรับปรุงตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างไปถึงระดับชำนาญได้ เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ เนื่องจากมีช่องปาก (Oral groove) เป็นทางเข้าของอาหารและมีไซโตพรอคท์

(Cytoproct) เป็นทางออกของอาหาร แต่ขาดการพิจารณาว่าพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและยังไม่จัดว่ามีทางเดินอาหาร นอกจากนี้นักเรียนยังเข้าใจว่าพยาธิตัวตืดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 2 ล่าง) เนื่องจากไม่มีการขับถ่ายกากอาหารออกมานอกร่างกาย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วพยาธิตัวตืดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีทางเดินอาหาร การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ตั้งแต่การสร้างข้อกล่าวอ้างนี้ จะส่งผลให้องค์ประกอบถัดมาคือการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ตามมาด้วย เมื่อผู้วิจัยนำรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นี้ไปตรวจสอบกับแบบวัดทั้งฉบับก็พบว่าปรากฏรูปแบบดังกล่าวในทุก ๆ ข้อ

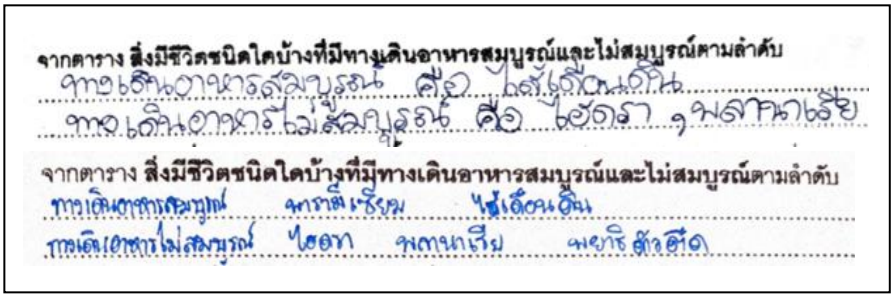
แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
เรื่อง สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ (Complete and Incomplete digestive tract)

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาตารางแสดงกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด แล้วตอบคำถามลงในช่องว่าง

ตารางแสดงกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

สิ่งมีชีวิต	อาหารที่บริโภค	การนำอาหารเข้า	บริเวณที่เกิดการย่อย	การนำของเสียหรือกากอาหารออก
พารามีเซียม	แบคทีเรียและสาหร่ายขนาดเล็ก	ร่องปาก (Oral groove)	ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm)	ไซโตพรอคท์ (Cytoproct)
ไฮดรา	ไรแดง ไรทะเล	ปาก (Mouth)	ช่องว่างภายในลำตัว (Gastrovascular cavity)	ปาก (Mouth)
พลานาเรีย	อินทรียวัตถุ	ปาก (Mouth)	ช่องว่างภายในลำตัว (Gastrovascular cavity)	ปาก (Mouth)
ไส้เดือนดิน	อินทรียวัตถุ	ปาก (Mouth)	กึ๋น (Gizzard) และลำไส้ (Intestine)	ทวาร (Anus)
พยาธิตัวตืด	เลือด	ปากดูด (Sucker)	-	-

ภาพที่ 1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สัตว์ที่มีเดินเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์



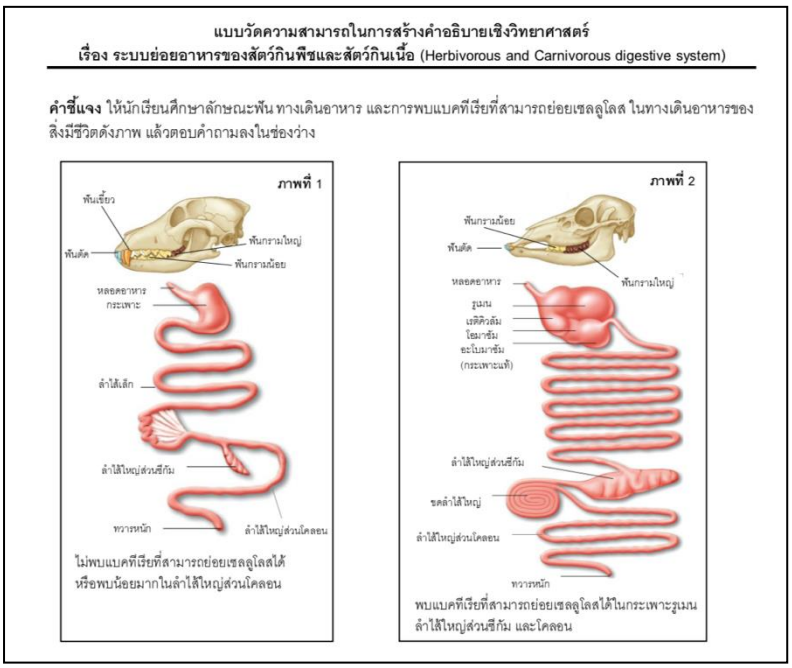
ภาพที่ 2 ตัวอย่างข้อกล่าวอ้างของนักเรียนในระดับชำนาญ (บน) และระดับปรับปรุง (ล่าง)

2) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ข้อกล่าวอ้างสมบูรณ์ แต่ไม่สามารถนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าวได้ เนื่องจากขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์และไม่เข้าใจว่าข้อมูลลักษณะใดที่จัดเป็นหลักฐานที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

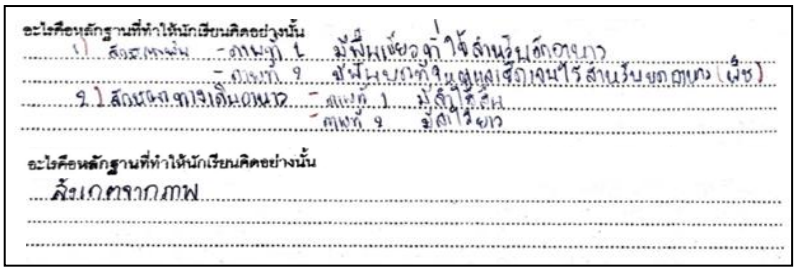
หากพิจารณาความสามารถในการระบุ**หลักฐาน**โดยภาพรวมจากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ และเมื่อพิจารณาแบบวัดรายข้อ จะพบว่ามีนักเรียนที่อยู่ในระดับชำนาญและระดับพื้นฐานค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับระดับปรับปรุง ดังเช่นในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหารของสัตว์กินพืชและสัตว์กินเนื้อ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายวิภาคและสัณฐานวิทยาของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด (ภาพที่ 3) นักเรียนจะต้องพิจารณาข้อมูลที่ให้มาแล้ว

นำมาสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า 1) สัตว์ในภาพใดที่จัดเป็นสัตว์กินพืชและสัตว์กินเนื้อตามลำดับ 2) อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น และ 3) ให้เหตุผลว่าหลักฐานที่ให้มาสนับสนุนคำตอบข้อแรกอย่างไร

ผลจากการตรวจแบบวัดพบว่า ไม่พบนักเรียนที่สามารถนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในระดับชำนาญได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 62.86 และ 37.14 อยู่ในระดับปรับปรุงและระดับพื้นฐานตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างไปถึงระดับชำนาญได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจว่าข้อมูลลักษณะใด ที่จัดเป็นหลักฐานที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยนักเรียนมักระบุว่าจากภาพที่ให้มาคือหลักฐาน (ภาพที่ 4 ล่าง)



ภาพที่ 3 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหารของสัตว์กินพืชและสัตว์กินเนื้อ



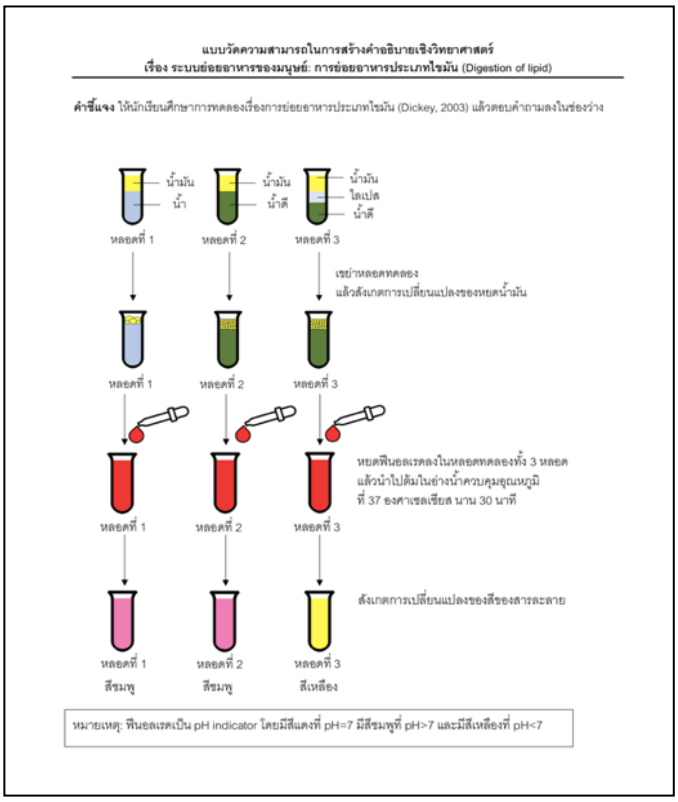
ภาพที่ 4 ตัวอย่างการระบุหลักฐานของนักเรียนในระดับปรับปรุง (ซ้าย) และระดับพื้นฐาน (ขวา)

ทั้งที่ข้อมูลบางอย่างในภาพดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานได้ เช่น หลอดอาหาร หรือทวารหนัก อีกกรณีที่พบบ่อยคือนักเรียนให้หลักฐานไม่เพียงพอที่จะนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่อง ๆ นั้น เช่น ขาดแนวคิดเรื่องกระเพาะพิเศษของสัตว์เคี้ยวเอื้อง หรือการย่อยอาหารโดยอาศัยแบคทีเรียในทางเดินอาหาร นักเรียนจึงไม่ได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง จึงถือว่าเป็นการระบุหลักฐานที่ยังไม่เหมาะสมและครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบในภาพที่ 4 บน ที่ระบุหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างว่า “1) ลักษณะฟัน ภาพที่ 1 มีฟันเขี้ยวใช้สำหรับฉีกอาหาร ภาพที่ 2 มีฟันบดที่ใหญ่และชัดเจนไว้สำหรับบดอาหาร 2) ลักษณะทางเดินอาหาร ภาพที่ 1

มีลำไส้สั้น ภาพที่ 2 มีลำไส้ยาว” การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แม้ว่าข้อกล่าวจะอ้างสมบูรณ์ แต่ระบุหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ก็อาจทำให้การให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ตามไปด้วย เมื่อผู้วิจัยนำรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวย้อนไปตรวจสอบกับแบบวัดทั้งฉบับ จะพบว่ารูปแบบของคำอธิบายนี้ก็ปรากฏในแบบวัดทุกข้อเช่นเดียวกัน

3) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานสมบูรณ์ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนได้ เนื่องจากขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งที่เป็นแนวคิดหลักที่ใช้ในการอธิบายเรื่องนั้น ๆ หรือแนวคิดรองที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถใช้ประกอบการอธิบายว่าเหตุใดหลักฐานที่ให้มานั้นจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

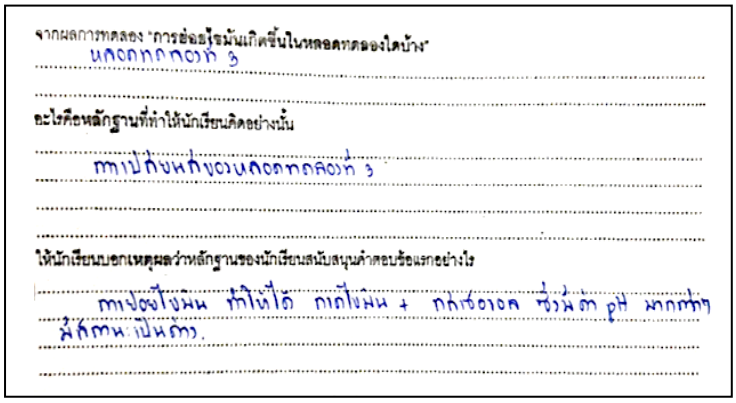
หากพิจารณาความสามารถในการ**ให้เหตุผล**โดยภาพรวมจากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายหรือให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องตามความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาแบบวัดรายข้อ จะพบว่านักเรียนเกือบทั้งหมดมีความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับปรับปรุงแทบจะทุกหัวข้อ เช่น ในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารประเภทไขมัน ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิบัติการเรื่องการย่อยอาหารประเภทไขมัน (ภาพที่ 5) โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาข้อมูลที่ให้มาแล้วนำมาสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า 1) การย่อยอาหารประเภทไขมันเกิดขึ้นในหลอดทดลองใดบ้าง 2) อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น และ 3) ให้เหตุผลว่าหลักฐานที่ให้มาสนับสนุนคำตอบข้อแรกอย่างไร



ภาพที่ 5 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารประเภทไขมัน

ผลจากการตรวจแบบวัดพบว่า ไม่พบนักเรียนที่สามารถให้เหตุผลในระดับชำนาญได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90.48 อยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลไปถึงระดับพื้นฐานและชำนาญได้ เนื่องจากนักเรียนขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งที่เป็นแนวคิดหลักที่ใช้ในการอธิบายเรื่องนั้น ๆ หรือแนวคิดรองที่เกี่ยวข้องที่สามารถใช้

ประกอบการอธิบายว่าเหตุใดหลักฐานที่ให้มานั้นจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งในที่นี้แนวคิดหลักคือการย่อยอาหารประเภทไขมัน โดยนักเรียนจะต้องรู้ว่าไขมันเมื่อถูกย่อยโดยเอนไซม์ไลเปสแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดไขมัน (Fatty acids) และกลีเซอรอล (Glycerol) ส่วนแนวคิดรองคือเรื่อง กรด-เบส และ pH indicator ที่นักเรียนต้องใช้ประกอบการอธิบาย โดยการให้เหตุผลที่ผู้วิจัยคาดหลังไว้ในระดับชำนาญ คือ เนื่องจากเอนไซม์ไลเปสสามารถย่อยไขมันให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอลในหลอดทดลองที่ 3 จึงมี pH ลดลงเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันเพิ่มขึ้น เมื่อหยดสารละลายฟีนอลเรดลงไปจึงเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองนั่นเอง แต่เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนแล้วพบว่าส่วนใหญ่ขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งที่เป็นแนวคิดหลักและแนวคิดรองจึงส่งผลให้ไม่สามารถให้เหตุผลได้ ดังตัวอย่างคำตอบในภาพที่ 6 ที่นักเรียนได้ให้เหตุผลมาสนับสนุนว่าหลอดทดลองที่ 3 เกิดการย่อยคาร์โบไฮเดรตขึ้นไว้ว่า “การย่อยไขมัน ทำให้ได้กรดไขมันและกลีเซอรอล ซึ่งมีค่า pH มากกว่า 7 มีสถานะเป็นด่าง” และเมื่อนำรูปแบบของคำอธิบายดังกล่าวไปตรวจสอบกับแบบวัดทั้งฉบับ ก็พบว่าปรากฏอยู่ในทุก ๆ ข้อ


จากผลการทดลอง "การย่อยไขมันเกิดขึ้นในหลอดทดลองใดบ้าง"
หลอดทดลองที่ 3
อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดอย่างนั้น
การเปลี่ยนสีของหลอดทดลองที่ 3
ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนคำตอบข้อแรกอย่างไร
การย่อยไขมัน ทำให้ได้ กรดไขมัน + กลีเซอรอล ซึ่งมีค่า pH มากกว่า
มีสภาพเป็นด่าง.

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียนในระดับปรับปรุง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างได้ในระดับชำนาญและระดับพื้นฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างจัดเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการตอบคำถามสั้น ๆ ที่ยังไม่ได้ลงรายละเอียดเชิงลึกและใช้เพียงแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับ ณัฏฐ์พธู (2558), พัณนิดา, ร่มเกล้า (2560), McNeill, Krajcik (2008), Ruiz-Primo et al. (2010) ที่พบว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม หากพบว่านักเรียนขาดหรือมีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน อาจส่งผลให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้เนื้อหาอย่างมีนัยสำคัญ (p<.01) (McNeill, Krajcik, 2006) ส่วนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการระบุหลักฐาน พบว่าเป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน จากผลการวิจัยจะเห็นว่าโดยภาพรวม มีนักเรียนเพียงคนเดียวที่สามารถระบุหลักฐานอยู่ในระดับชำนาญได้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะอยู่ในระดับปรับปรุง เนื่องจากนักเรียนขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์และไม่เข้าใจว่าข้อมูลลักษณะใดที่จัดเป็นหลักฐานที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ สอดคล้องกับ Sandoval, Millwood (2005), McNeill, Krajcik (2006) ที่ระบุว่าในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องการความรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) และความรู้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Knowledge of general practice) ดังนั้นการขาดองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งสอง จึงทำให้นักเรียนยังไม่สามารถระบุหลักฐานได้ดีเท่าที่ควร เช่นเดียวกันกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง ที่ยังเป็นอีกองค์ประกอบของคำอธิบาย

เชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเกือบทั้งหมดยังอยู่ในระดับปรับปรุง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนขาดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการอธิบายว่าเหตุใดหลักฐานที่ให้มานั้นจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ Bell, Linn (2000), McNeill, Krajcik (2006) ที่พบว่าความรู้วิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นกฎ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิด ต่างก็มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนอธิบายว่าหลักฐานของเขาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์หรือวิพากษ์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีและไม่ดี เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ว่ามีองค์ประกอบกี่ด้านและแต่ละด้านควรมีลักษณะอย่างไร ขณะเดียวกันกิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้สัมผัสกับหลักฐานโดยตรงและเรียนรู้ว่าหลักฐานรูปแบบใดที่สามารถนำไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ อย่างไรก็ดีครูต้องคอยตรวจสอบว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นสมบูรณ์หรือไม่ หรือมีจุดไหนที่แสดงถึงการขาดหรือมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ (ไม่ว่าจะเป็นแนวคิดหลักหรือแนวคิดรอง) หากพบว่ามี ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับปรุงคำอธิบายเหล่านั้นให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเป้าประสงค์ท้ายที่สุดของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การเผยแพร่คำอธิบายดังกล่าวสู่ชุมนุมนักปฏิบัติ (Community of practice) หรือเผยแพร่สู่สังคมโลก ดังนั้นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี ควรมีความถูกต้องทั้งตามหลักวิทยาศาสตร์และหลักภาษาด้วย ผู้วิจัยจึงเสนอว่าควรมีการเพิ่มกรอบแนวคิดในการประเมินและพัฒนาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากเดิมที่พิจารณาเพียงความถูกต้องและความเหมาะสมของการสร้างข้อกล่าวอ้าง การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล มาพิจารณาความถูกต้องของหลักไวยกรณ์และความสละสวยของภาษาและเพิ่มเติมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยให้กับนิสิตโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระยะที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2561

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2560.

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข. การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2558.

พัณนิดา มีลา, ร่มเกล้า อาจเดช. การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. ว. ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2560; 19(3): 1-15.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. ว. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 2556; 4(1): 55-63.

อรณิชา หงษ์เกิด. การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2561.

American Association for the Advancement of Science. Science for all Americans. New York: Oxford University; 1991.

Bell P, Linn MC. Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. Int J of Sci Educ 2000; 22(8): 797-817.

Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika 1951; 16(3): 297-334.

Driver R, Newton P, Osborne J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Sci Educ 2000; 84(3): 287-312.

Krejcie RV, Morgan D W. Determining sample size for research activities. Educ Psychol Meas 1970; 30(3): 607-610.

McNeill KL, Krajcik J. Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds. Paper presented at the annual meeting of the American educational research association; 2006 Apr; San Francisco, USA.

McNeill KL, Krajcik J. Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. J Res Sci Teach 2008; 45(1): 53-78.

National Research Council. National science education standards. Washington, D.C.: National Academy of Science; 1996.

National Research Council. Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. Washington, D.C.: National Academy of Science; 2000.

National Research Council. Next generation science standards: For state, By state. Washington, D.C.: National Academy of Science; 2013.

Patton MQ. Qualitative evaluation and research methods. 2nd ed. California: Sage publications; 1990.

Peker D, Wallace CS. Characterizing high school students' written explanations in biology laboratories. Res Sci Educ 2011; 41(2): 169-191.

Ruiz-Primo MA, Li M, Tsai SP, Schneider J. Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. J Res Sci Teach 2010; 47(5): 583-608.

Sandoval WA, Millwood KA. The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. Cogn Instr 2005; 23(1): 23-55.

Zohar A, Nemet F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. J Res Sci Teach 2002; 39(1): 35-62.