

Scientific Explanation Ability Assessment Based on Context-Rich Problems for Biology Student Teachers

Wanpen Kamtet

Ph.D. (Science Education), Doctor Degree Student

Department of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences
Kasetsart University, Kamangsean Campus

Tussatrin Wannagatesiri

Ph.D. (Science Education), Assistant Professor

Department of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences
Kasetsart University, Kamangsean Campus

Nantarat Kruea-In

Ph.D. (Science Education), Assistant Professor

Department of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences
Kasetsart University, Kamangsean Campus

Received: November 18, 2019/ **Revised:** July 27, 2020/ **Accepted:** September 3, 2020

Abstract

The study aims to investigate the relationship between scientific explanation ability and biology conceptual understanding of biology student teachers. The Scientific Explanation Ability (SEA) test consisted of open-ended questions on ten daily biology problem contexts (Cronbach's alpha equals to 0.84) and the Biology Conceptual Understanding (BCU) test consisted of ten open-ended questions related to content used in SEA test (Cronbach's alpha equals to 0.78) were developed. The tests were administered to 31 fourth year biology student teachers. The data revealed that biology student teachers had quite low average score of scientific explanation abilities (40.33 %) and quite high average score of biology conceptual understanding (73.33 %). There is no relationship between student teachers' scientific explanation ability and biology conceptual understanding.

Keywords: Scientific Explanation Ability, Context-rich Problems, Biology Student Teacher

การประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผ่านปัญหาที่เน้นบริบทของนักศึกษาครูชีววิทยา

วันเพ็ญ คำเทศ

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), นิสิตปริญญาเอก
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ทัศนิน วรรณเกตุศิริ

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

นันทรัตน์ เครืออินทร์

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

วันรับบทความ: 18 พฤศจิกายน 2562/ วันแก้ไขบทความ: 27 กรกฎาคม 2563/ วันตอบรับบทความ: 3 กันยายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยา ผู้วิจัยสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิดที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับชีววิทยาในชีวิตประจำวัน จำนวน 10 ข้อ (ค่าความเชื่อมั่น 0.84) และแบบสอบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยาซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิดที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ (ค่าความเชื่อมั่น 0.78) นำไปใช้เก็บข้อมูลกับนักศึกษาครูชีววิทยา ชั้นปีที่ 4 จำนวน 31 คน ข้อมูลวิจัยพบว่า นักศึกษาครูชีววิทยามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 40.33) คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนทัศน์ทางชีววิทยาค่อนข้างสูง (ร้อยละ 73.33) และความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางชีววิทยาไม่มีความสัมพันธ์กัน

คำสำคัญ: ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์, ปัญหาที่เน้นบริบท, นักศึกษาครูชีววิทยา

บทนำ

ข้อมูล ข่าวสาร เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ รวมถึงประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน ล้วนส่งผลต่อการตัดสินใจและเลือกใช้ข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นของผู้เรียน หากผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (scientifically literate person) ที่มีทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับเหตุการณ์ซึ่งสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ (OECD, 2016) ก็จะสามารถเลือกใช้ข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย องค์การทางวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) OECD และ PISA จึงนำประเด็นการรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มาเป็นกรอบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของผู้เรียน โดยระบุว่าความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญที่สะท้อนการรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการตอบคำถามหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นซึ่งต้องอาศัยทักษะที่สำคัญทั้งการทำความเข้าใจและเลือกใช้หลักฐาน ตลอดจนการให้เหตุผลโดยเชื่อมโยงหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐานเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปว่าทฤษฎีหลักการ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริง (Chinn & Brown, 2000; Zimmerman, 2000) ดังนั้น การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง ผู้เรียนจึงต้องเข้าใจทั้งวิธีการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ด้านเนื้อหา (Scientific content knowledge) หรือโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) (Metz, 2000; Sadler, 2004) เนื่องจากความรู้ด้านเนื้อหาช่วยให้ผู้เรียนเลือกใช้หลักฐานในการอธิบาย

อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้องมากขึ้นเมื่อสามารถประเมินข้อมูลจากหลักฐานได้ (Chinn & Brewer, 2001) การที่ผู้เรียนจะสามารถเลือกหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่นับเป็นหลักฐานกับความจำเพาะเจาะจงของความรู้ด้านเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง (McNeill & Krajcik, in press; Osborne, Erduran, & Simon, 2004)

เครื่องมือที่นักวิจัยนิยมใช้ในการประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ผ่านมามีพบว่าเป็นแบบสอบชนิดเขียนตอบที่มีข้อคำถามเป็นปลายเปิด ทำให้สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบสอบชนิดเขียนตอบมีข้อดีคือเปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถระบุหลักฐานและเหตุผลได้ (Federer et al., 2014; Nehm et al., 2012) แบบสอบที่พบในงานวิจัยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการวัดความรู้ในเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรของผู้เรียน ลักษณะข้อสอบเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่มีการให้ข้อมูลประกอบการตอบเป็นข้อมูลจากผลการทดลอง (Ningsi et al., 2019; Tang, 2016; Yang & Wang, 2013; Federer et al., 2014; Sampson & Clark, 2009; McNeill & Krajcik, 2006; Sandoval et al., 2004) ข้อสอบลักษณะดังกล่าวจึงขาดความเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นประเด็นสำคัญของการรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่องค์กรทางวิทยาศาสตร์ศึกษากำหนดเป็นกรอบในการประเมินผู้เรียน ดังนั้น เพื่อให้การประเมินเป็นไปตามกรอบการประเมินการรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ และข้อคำถามในแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์จึงควรเป็นเหตุการณ์หรือเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน หรือเป็นปัญหาที่เน้นบริบท (Context – rich problems)

ในฐานะที่นักศึกษาคูจะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในอนาคต จึงจำเป็นที่นักศึกษาคูจะต้องได้รับการประเมินความสามารถ

ดังกล่าว งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยา โดยใช้แบบสอบถามวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีสถานการณ์และข้อคำถามเป็นปัญหาชีววิทยาที่เน้นบริบท และแบบสอบถามมโนทัศน์ทางชีววิทยา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสะท้อนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาเพื่อการพัฒนาต่อไป

องค์กรทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (scientific explanation) ไว้อย่างหลากหลาย เช่น การอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายที่มีลักษณะสำคัญคือ สามารถสะท้อนผลการสังเกตและการทดลองในเชิงประจักษ์ คำอธิบายที่สร้างขึ้นนั้นต้องมาจากการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับหลักฐานและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยการพิจารณาและรับรองจากสังคมวิทยาศาสตร์ (NRC, 1996) การอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการบรรยายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นอย่างไร และเพราะอะไรจึงเกิดขึ้น (Berland & Reiser, 2008; McNeill & Krajcik, 2008; Chin & Brown, 2000) การอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการทำให้ปรากฏการณ์มีความสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ของหลักฐานกับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Osborne & Patterson, 2011; Berland & Reiser, 2008) งานวิจัยนี้ได้กำหนดนิยามของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2012) ว่าการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนข้อความเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ โดยใช้คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปที่มีหลักฐานสนับสนุนที่เหมาะสมและเพียงพอ โดยใช้การให้เหตุผลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานที่สนับสนุนกับคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้น

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกรอบแนวคิดองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้โดยมีนัยเหมือนกัน กล่าวคือมีองค์ประกอบ

3 ส่วน ได้แก่ 1) คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป (Claim) เป็นข้อความหรือสรุปความเพื่อตอบคำถามหรือปัญหา 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป และ 3) เหตุผล (Reasoning) เป็นการพิจารณาหรือตัดสินใจว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกหรือใช้หลักฐาน (McNeil & Krajcik, 2012; Berland & Reiser, 2008; Ruiz-Primo et al., 2010; Sampson & Clark, 2009; Kuhn & Reiser, 2005) ทั้งนี้ McNeil and Krajcik (2012) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินเพื่อจำแนกระดับคำตอบในแต่ละองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือเกณฑ์การประเมินพื้นฐานของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Base rubric for scientific explanation) ใน 3 ระดับ ตามองค์ประกอบข้างต้นเพื่อเป็นกรอบในการกำหนดเกณฑ์การประเมินการอธิบายจำเพาะ (Specific rubric for scientific explanation) สำหรับการประเมินรายข้อต่อไป

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่เน้นบริบทที่พบส่วนใหญ่ในปัจจุบัน มักทำการศึกษาวิจัยในวิชาฟิสิกส์ เช่น งานวิจัยของ Jonson et al. (2007) ที่ได้ใช้ปัญหาฟิสิกส์ที่เน้นบริบทมากระตุ้นให้นักศึกษาฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่ม งานวิจัยของ Enghag et al. (2007) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาฟิสิกส์ที่เน้นบริบทในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์ของนักศึกษา และงานวิจัยของ Enghag et al. (2009) ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์บทสนทนาของนักศึกษาที่ใช้กระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหาที่มีบริบทในวิชาฟิสิกส์ แต่งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาที่เน้นบริบทในวิชาชีววิทยา ยังไม่ปรากฏในงานวิจัยที่ศึกษาผ่านมา

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่พัฒนาแบบสอบถามความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ Sandoval et al. (2004) ที่ได้สร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม งานวิจัยของ McNeil and Krajcik (2006) ที่ได้สร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในการอธิบายทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง สารและสมบัติของสาร ปฏิบัติเคมี และกฎทรงมวล งานวิจัยของ Sampson and Clark (2009) ที่ได้สร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การถ่ายเทพลังงาน สมดุลความร้อน และการนำความร้อน และงานวิจัยของ Ningsi et al. (2019) ที่ได้พัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งรูปแบบของข้อสอบในแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น เป็นแบบสอบชนิดเขียนตอบที่มีข้อคำถามเป็นปลายเปิด สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และเน้นการวัดความรู้ในเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรของผู้เรียน แต่งานวิจัยที่พัฒนาแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นบริบททางชีววิทยานั้น ยังไม่ปรากฏในงานวิจัยที่ศึกษาผ่านมา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยา
2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยา
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยา

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 31 คน ที่ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งผ่านการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาทั้งบรรยายและปฏิบัติมาแล้ว จำนวน 15 รายวิชา ได้แก่ 1) ชีววิทยา 1 2) ปฏิบัติการชีววิทยา 1 3) ชีววิทยา 2 4) ปฏิบัติการชีววิทยา 2 5) สัตววิทยา 6) พันธุศาสตร์ 7) พฤกษศาสตร์ (8) ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา

ตอนปลาย 1 9) ชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 10) จุลชีววิทยา 11) ชีววิทยาของเซลล์ 12) สรีรวิทยาทั่วไป 13) นิเวศวิทยา 14) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และ 15) เทคนิคทางชีววิทยา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์

ข้อมูล

1. แบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบชนิดเขียนตอบที่มีลักษณะของข้อคำถามเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที ข้อสอบแต่ละข้อมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ (1) สถานการณ์หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์สุขภาพซึ่งมีบริบทเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา โดยบริบทของข้อสอบแต่ละข้อแสดงดังตาราง 1 (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตาราง หรือแผนภาพ เพื่อให้ผู้ตอบใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ (3) คำถามปลายเปิดที่ต้องการให้ผู้ตอบสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในการตรวจคำตอบผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (specific scoring rubrics) ที่สอดคล้องกับข้อสอบในแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 เกณฑ์ (แต่ละเกณฑ์มี 3 องค์ประกอบ) ซึ่งสร้างตามกรอบการประเมินพื้นฐานของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2012) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ดังนั้น ข้อสอบแต่ละข้อจึงมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

2. แบบสอบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา ประกอบด้วยข้อสอบชนิดเขียนตอบ จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที ข้อสอบแต่ละข้อมีมโนทัศน์ทางชีววิทยาที่สอดคล้องกับบริบทในสถานการณ์ของข้อสอบในแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 1 ในการตรวจคำตอบผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การตรวจให้

คะแนนรูบริคแบบภาพรวม (holistic rubrics) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ได้แก่ (1) 2.00 คะแนน สำหรับการเขียนอธิบายโน้ตสโนได้ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์ (2) 1.50 คะแนน สำหรับการเขียนอธิบายโน้ตสโนได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน (3) 1.00 คะแนน สำหรับการเขียนอธิบายโน้ตสโนได้

ถูกต้องเพียงบางส่วนแต่ไม่ปรากฏโน้ตสโนที่คลาดเคลื่อน (4) 0.50 คะแนน สำหรับการเขียนอธิบายโน้ตสโนได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและปรากฏโน้ตสโนที่คลาดเคลื่อน (5) 0 คะแนน สำหรับการเขียนอธิบายโน้ตสโนไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ ดังนั้น ข้อสอบแต่ละข้อจึงมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

ตาราง 1

บริบทและมโนทัศน์ทางชีววิทยาที่ต้องการวัดในข้อสอบแต่ละข้อ

ข้อที่	บริบท	มโนทัศน์ทางชีววิทยาที่ต้องการวัด
1	การพิจารณาผลการเปลี่ยนแปลงของระดับของของเหลวในโพรงมันฝรั่งและสีของน้ำที่แช่มันฝรั่ง 2 ชั้น มันฝรั่งแต่ละชั้นบรรจุน้ำเชื่อมเข้มข้นสีแดงและน้ำผสมสีแดงและถูกแช่น้ำ โดยที่ของเหลวชนิดแต่ละชนิดมีปริมาตรเท่ากัน เพื่อระบุว่ามันฝรั่งขึ้นไบบรรจุของเหลวใด	การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ (การออสโมซิสของน้ำและการแพร่ของอนุภาคสาร)
2	การเปรียบเทียบปริมาณสารอาหาร พลังงาน และคอเลสเตอรอลของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทา เพื่อตัดสินว่าการบริโภคไข่นกกระทาทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสที่จะมีคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือดสูงกว่าการบริโภคไข่นกกระทาอื่น ๆ จริงหรือไม่	แหล่งที่มาของคอเลสเตอรอลในร่างกายมนุษย์
3	การเปรียบเทียบค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index) และปริมาณสารอาหารในข้าวขาว ข้าวบาร์เลย์ ข้าวหอมมะลิ ข้าวกล้อง และข้าวเหนียว เพื่อระบุว่าข้าวชนิดใดเหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน	โครงสร้างของแป้งและโครงสร้างของใยอาหารที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน
4	การเปรียบเทียบข้อมูลโภชนาการของครีมเทียม 2 ยี่ห้อเพื่อพิจารณาว่าครีมเทียมยี่ห้อใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน	การเกิดไขมันทรานส์และปริมาณพลังงานในสารอาหาร
5	การพิจารณาผลของปฏิกิริยาการย่อยน้ำมันพืชและไข่ขาวของเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิต่าง ๆ เพื่ออธิบายการทำงานของเอนไซม์ชนิดดังกล่าว	กลไกการทำงานของเอนไซม์ในการจับกับซับสเตรตและผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์
6	การพิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูลในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่โฆษณาว่าสามารถบรรเทาอาการกระดูกเสียดแน่นท้องได้	การทำงานของ Aluminium hydroxide และเอนไซม์ Diastase
7	การพิจารณาปริมาณเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด รวมถึงความดันเลือดและอัตราการเต้นของชีพจรของผู้ชาย 4 คน เพื่อตัดสินว่าชายคนใดอาศัยอยู่บนภูเขาสูง	หน้าที่ของเม็ดเลือดแดงและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร
8	การพิจารณาผลการตรวจปัสสาวะของหญิงวัย 25 ปี เพื่อระบุโรคที่หญิงคนดังกล่าวมีโอกาสเป็น	กลไกการทำงานของไตที่ผิดปกติ ซึ่งทำให้ป่วยเป็นโรคไตอักเสบและโรคเบาหวาน

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อที่	บริบท	มโนทัศน์ทางชีววิทยาที่ต้องการวัด
9	การพิจารณาผลของปฏิริยาการตกตะกอนของเลือดสามีและภรรยาคู่กับเด็ก 3 คน หนึ่งเพื่อระบุว่า เด็กคนใดเป็นลูกของสามีภรรยาคนนี้	หลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของหมู่เลือดระบบ ABO และการตกตะกอนของเลือด
10	การพิจารณาแผนภาพแสดง karyotype ของคน 4 คน เพื่อระบุว่า คนใดมีโครโมโซมที่ผิดปกติ	การเกิด Non-disjunction ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซม

แบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน และสาขาชีววิทยา จำนวน 1 คน ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการตรวจสอบพบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α coefficient) พบว่า แบบสอบฉบับนี้มีความความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 สำหรับการตรวจสอบความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยการนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยและครูชีววิทยา จำนวน 1 คน รวม 2 คน มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ผลการตรวจสอบ พบว่าคะแนนสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ระหว่าง

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (SEA) ของนักศึกษาคูชีววิทยา ($n = 31$)

คะแนน	Mean	S.D.
ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (SEA)	24.20	6.20

ผู้ประเมินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.92

แบบสอบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยาผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน และสาขาชีววิทยา จำนวน 1 คน ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับมโนทัศน์ทางชีววิทยา ผลการตรวจสอบพบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α coefficient) พบว่า แบบสอบฉบับนี้มีความความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

1. ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคูชีววิทยา

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคูชีววิทยา ซึ่งมีคะแนนเต็ม 60 คะแนน ได้ผลแสดงดังตาราง 2

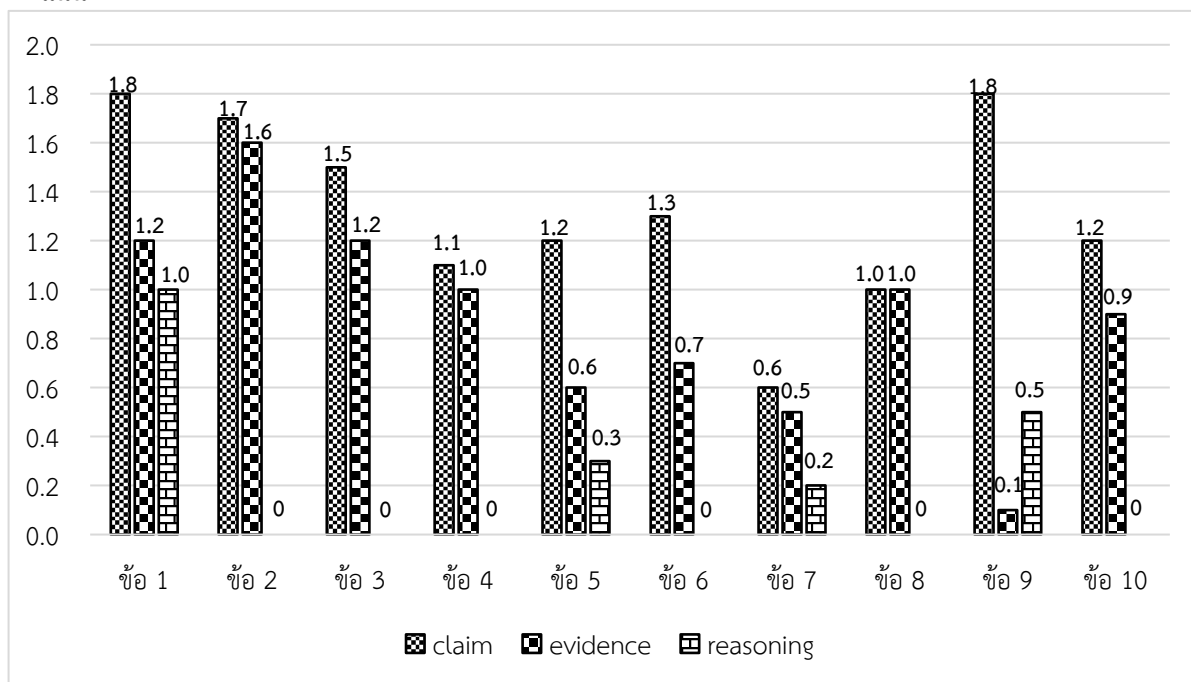
จากตาราง 2 แสดงว่า นักศึกษาครูชีววิทยา มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 24.20 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40.33 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายข้อ โดยพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 ส่วน ได้แก่ 1) คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป (Claim) 2) หลักฐาน (Evidence) และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้ผลดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

แผนภูมิเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายข้อจำแนกตามองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คะแนน



จากภาพประกอบ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษาครูระบุ คำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ระบุหลักฐานที่เหมาะสมและสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ และไม่สามารถให้เหตุผลหรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้ครบถ้วนถูกต้อง

ในที่นี้ผู้วิจัยขอเสนอตัวอย่างผลการวิเคราะห์คำตอบของข้อสอบวัดความสามารถในการอธิบาย

ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 4 เรื่อง ฉลากครีมเทียม และข้อ 9 เรื่องการตามหาพ่อแม่ลูก เนื่องจากการวิเคราะห์คำตอบของข้อสอบ 2 ข้อนี้มีประเด็นที่น่าสนใจกล่าวคือ บริบทของสถานการณ์ในข้อ 4 นั้น เกี่ยวข้องกับไขมันทรานส์ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวที่คนส่วนใหญ่มักมองข้ามความสำคัญของข้อมูลที่ปรากฏในฉลากครีมเทียม ซึ่งมีข้อมูลจำนวนมากและส่งผลกระทบต่อการใช้ข้อมูลมาเป็นหลักฐานในการตอบ ส่วนข้อ 9 นั้นมีประเด็นที่น่าสนใจคือ มีการปรากฏโน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักศึกษาครูอยู่ในคำตอบ ผู้วิจัยจึงเลือกนำเสนอผลการวิเคราะห์คำตอบของข้อสอบทั้งสองข้อ ดังนี้

ผลการวิเคราะห์คำตอบข้อ 4 เรื่อง ผลากคริมเทียมของนักศึกษาครูตามเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่านักศึกษาครูสามารถลงคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ รวมถึงระบุหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป เนื่องจากใช้หลักฐานบางส่วนที่ไม่เหมาะสมต่อการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ทั้งนี้ คำตอบของนักศึกษาครูไม่ปรากฏการให้เหตุผลที่มีการเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

“ผลากของคริมเทียมยี่ห้อ A ไม่มีความน่าเชื่อถือ (1 คะแนน สำหรับคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป) เพราะข้อมูลโภชนาการของผลากคริมเทียมยี่ห้อ A มีพลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 0 กรัม แต่ส่วนประกอบโดยประมาณมีไขมันพืชเป็นส่วนประกอบ 14% และระบุว่ามีน้ำตาล 0 กรัม แต่ส่วนประกอบโดยประมาณมีกลูโคสไซรัปเป็นส่วนประกอบถึง 79% (2 คะแนน สำหรับหลักฐาน และ 0 คะแนน สำหรับเหตุผล) (คำตอบของมะม่วง)”

“ผลากคริมเทียมยี่ห้อ A (1 คะแนน สำหรับคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป) เนื่องจากในผลากมีการกล่าวไว้ว่ามีพลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี แต่ส่วนประกอบของคริมเทียมมีไขมันพืชผสมอยู่ 14% (1 คะแนนสำหรับหลักฐาน และ 0 คะแนนสำหรับเหตุผล) (คำตอบของมะปราง)”

จากการวิเคราะห์ข้อสอบข้อ 4 เรื่อง ผลากคริมเทียมพบว่า นักศึกษาครูบอกคำตอบได้ว่า ปริมาณพลังงานที่ระบุในผลากคริมเทียมแต่ละยี่ห้อไม่ถูกต้อง แต่ไม่บอกว่าไขมันและคาร์โบไฮเดรตให้พลังงานกี่กิโลแคลอรีต่อกรัมที่ทำให้เมื่อรวมปริมาณพลังงานทั้งหมดในผลากแล้ว จึงพบว่าเป็นการรวมที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างคำตอบจะเห็นได้ว่า ในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ หากข้อมูลที่ให้ในสถานการณ์มีข้อสับสนเจ้านวนมาก นักศึกษาครูจะไม่สามารถพิจารณาตัดสินได้ว่า จะเลือกใช้ข้อมูลใดเป็นหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป นักศึกษาครูจะประสบปัญหา

ในการแยกแยะว่าข้อมูลใดจำเป็นและข้อมูลใดไม่จำเป็นในการนำมาใช้เป็นหลักฐาน นอกจากนี้ ยังพบว่า นักศึกษาครูมีความรู้ในคริมเทียมมีไขมันและมีคาร์โบไฮเดรตแต่ละเลยที่จะพิจารณาข้อมูลโภชนาการของคริมเทียมซึ่งเป็นการให้ข้อมูลที่นักศึกษาครูอาจไม่คุ้นเคย แต่มีความสำคัญต่อสุขภาพ โดยเฉพาะเรื่องไขมันทรานส์ ซึ่งในปัจจุบันกำลังเป็นประเด็นว่าอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากในผลากทั้งสองยี่ห้อระบุว่ามีไขมันทรานส์เท่ากับ 0 กรัม แต่ในส่วนประกอบของยี่ห้อ A ระบุว่าไขมันพืช Fully Hydrogenated Vegetable Oil 14% และในยี่ห้อ B ระบุว่าไขมันปาล์ม Hydrogenated Palm Kernel Oil 33.33% แสดงว่าคริมเทียมทั้งสองยี่ห้อมีการเติมไฮโดรเจนในกระบวนการแปรรูปกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันอิ่มตัวสูง เพื่อให้ให้อาหารคงความแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บนานและชะลอการเหม็นหืน ซึ่งจะทำให้เกิดไขมันทรานส์ ดังนั้น ในความเป็นจริงจึงเป็นไปได้ที่ในคริมเทียมทั้งสองยี่ห้อจะไม่มีไขมันทรานส์ แต่นักศึกษาครูมองข้ามประเด็นดังกล่าวและไม่เลือกข้อมูลดังกล่าวมาใช้เป็นหลักฐาน

ผลการวิเคราะห์คำตอบข้อ 9 ในบริบทของปัญหาเกี่ยวกับการตามหาพ่อแม่ลูกที่นักศึกษาครูสามารถลงข้อสรุปจากหลักฐาน โดยการเชื่อมโยงหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของหมู่เลือดระบบ ABO กรณีที่พ่อมีเลือดหมู่ O และแม่มีเลือดหมู่ AB ที่ลูกมีโอกาสมีเลือดหมู่ A หรือ B เท่านั้น รวมถึงการที่แอนติเจนบนเซลล์เม็ดเลือดแดงจับกลุ่มตกตะกอนกับแอนติบอดีชนิดเดียวกัน พบว่านักศึกษาครูไม่สามารถให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งในส่วนของการระบุหลักฐานที่เหมาะสมและสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป พร้อมทั้งไม่สามารถให้เหตุผลหรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้ครบถ้วนถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้ “บุตรของสามีภรรยาคนนี้ คือ เด็กคนที่ 2 ซึ่งมีเลือดหมู่ A (2 คะแนนสำหรับคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป) จากผลการทดลองที่ให้ เลือดสามีไม่เกิดการตกตะกอนทั้ง Anti-A และ Anti-B สามารถบอกได้ว่าสามีมีเลือดหมู่ O ในส่วนของภรรยา เลือดตกตะกอนทั้ง Anti-A

และ Anti-B สามารถบอกได้ว่าภรรยามีเลือดหมู่ AB (0 คะแนนสำหรับหลักฐาน) ตามหลักพันธุศาสตร์ หากพ่อเป็นหมู่ O และแม่เป็นหมู่ AB ลูกที่เกิดมาจะมีโอกาสเป็นหมู่ A หรือ B เท่านั้น (1 คะแนนสำหรับเหตุผล) (คำตอบของมะนาว)” และ “เด็กคนที่ 2 (0 คะแนนสำหรับคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป) เพราะเด็กน่าจะได้รับเลือดจากพ่อและแม่คนละครึ่ง และเด็กมี Antigen ที่ตรงกับพ่อและแม่ (0 คะแนน สำหรับหลักฐาน และ 0 คะแนน สำหรับเหตุผล) (คำตอบของมะเฟือง)”

จากตัวอย่างคำตอบข้อ 9 แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถสะท้อนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักศึกษาครูได้ เนื่องจากนักศึกษาครูบางคนเข้าใจว่าการถ่ายทอดหมู่เลือดจากพ่อแม่สู่ลูกในระบบ ABO นั้น หากพ่อกับแม่มีเลือดต่างหมู่กัน

ลูกจะได้รับเลือดจากพ่อและแม่คนละ 50% ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยา

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยาพบว่า ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาในภาพรวมมีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับปานกลาง แต่เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาในแต่ละบริบทไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (SE) (ข้อละ 6 คะแนน) และคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยา (Biological Concept) (ข้อละ 2 คะแนน)

Item	Score type	Mean	S.D.	Pearson Correlation	Sig.
1	SE	3.94	1.44	.432*	.015
	Biological Concept	1.64	.42		
2	SE	3.29	1.37	.021	.912
	Biological Concept	1.52	.42		
3	SE	2.71	1.57	.046	.805
	Biological Concept	1.11	.58		
4	SE	2.10	.65	.199	.283
	Biological Concept	1.18	.38		
5	SE	2.16	1.34	.323	.077
	Biological Concept	1.19	.77		
6	SE	2.00	1.46	.038	.838
	Biological Concept	1.66	.60		
7	SE	1.35	2.03	.293	.109
	Biological Concept	1.73	.34		
8	SE	2.06	.63	.240	.194
	Biological Concept	1.34	.62		
9	SE	2.42	1.12	.359*	.048
	Biological Concept	1.73	.55		

ตาราง 2 (ต่อ)

Item	Score type	Mean	S.D.	Pearson Correlation	Sig.
10	SE	2.16	1.46	.121	.516
	Biological Concept	1.50	.42		
Overall	SE (full score =60)	24.20	6.20	.028	.939
	Biological Concept (full score =20)	14.59	3.02		

* $p < .05$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยารายข้อ เมื่อพิจารณาข้อพบว่า ในสถานการณ์ที่ 1 และ 9 เท่านั้นที่ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยามีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ในภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมด้านความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 24.20 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40.33 และคะแนนเฉลี่ยรวมด้านมโนทัศน์ทางชีววิทยาเท่ากับ 14.59 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.33 โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสะท้อนว่าความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับมโนทัศน์ทางชีววิทยาไม่มีความสัมพันธ์กัน จึงกล่าวได้ว่านักศึกษาครูชีววิทยามีมโนทัศน์ทางชีววิทยา แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางชีววิทยาดังกล่าวกับบริบทของสถานการณ์ในข้อสอบได้ จึงเป็นการยากที่จะระบุหลักการหรือมโนทัศน์ทางชีววิทยาเพื่อตัดสินใจเพราะเหตุใดหลักฐานนั้น ๆ จึงสนับสนุนคำตอบอ้างอิงหรือข้อสรุป ซึ่งข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อสอบข้อ 4 เรื่อง ฉลากครีมเทียม พบว่า นักศึกษาบอกคำตอบได้ว่า ปริมาณพลังงานที่ระบุในฉลากครีมเทียมแต่ละยี่ห้อไม่ถูกต้อง แต่ไม่บอกว่าไขมันและคาร์โบไฮเดรตให้พลังงานก็ใกล้เคียงหรือต่อกรัมที่ทำให้เมื่อรวมปริมาณพลังงานทั้งหมดในฉลากแล้วจึงพบว่าเป็นการรวมที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า การให้เหตุผลในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถสะท้อนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ในวิชาชีววิทยาของนักศึกษาครูได้ เนื่องจากนักศึกษาครูบางคนเข้าใจว่าการถ่ายทอดหมู่เลือดจากพ่อแม่สู่ลูกในระบบ ABO นั้น หากพ่อกับแม่มีเลือดต่างหมู่กัน ลูกจะได้รับเลือดจากพ่อและแม่คนละครึ่ง ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด

อภิปรายผล

นักศึกษาครูชีววิทยามีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาไม่ส่งเสริมหรือพัฒนาให้นักศึกษาครูชีววิทยามีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครูจึงไม่ได้รับโอกาสในการฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ไม่รู้จักการแสวงหาหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอเพื่อมาสนับสนุนคำตอบอ้างอิงหรือข้อสรุป ตลอดจนไม่ได้รับการฝึกการให้เหตุผลเพื่อพิจารณาหรือตัดสินใจเพราะเหตุใดจึงเลือกหรือใช้หลักฐานนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kampourakis, Silveira and Strasser (2016) ที่บ่งชี้ว่า นักศึกษาครูชีววิทยากล่าวอ้างถึงสาเหตุและกระบวนการในระหว่างที่การสร้างคำอธิบาย แต่มักจะไม่นำมาใช้ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยในนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ของ Sesen (2013) พบว่านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่สามารถให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ แม้ว่าจะเคยผ่านการเรียนแนวคิดนั้น ๆ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และมหาวิทยาลัยมาแล้วก็ตาม ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครูชีววิทยาที่จะเป็นครูในอนาคต ควรเข้าใจ

โครงสร้างหรือองค์ประกอบของการอธิบายเพื่อให้สามารถสอนนักเรียนต่อไป (Hartmann et al., 2015)

จากการตั้งประเด็นหนึ่งว่า มโนทัศน์ทางชีววิทยาอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของ Metz (2000) ที่พบว่า นักเรียนที่ไม่มีมโนทัศน์ทางชีววิทยา จะไม่สามารถนำหลักการทางชีววิทยาเหล่านั้นไปใช้ในการฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยาไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงเผยให้เห็นว่า ความยากในการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาเกิดจากข้อจำกัดในการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางชีววิทยาที่อยู่ในปัญหาที่เน้นบริบทและไม่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางชีววิทยากับบริบทของสถานการณ์ในข้อสอบได้ จึงเป็นการยากที่จะระบุหลักการหรือมโนทัศน์ทางชีววิทยาเพื่อตัดสินว่าเพราะเหตุใดหลักฐานนั้น ๆ จึงนำไปสู่การสนับสนุนและการสร้างคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปได้อย่างชัดเจน (Kampourakis, Silveira, & Strasser, 2016)

แบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เน้นบริบทที่หลากหลายและสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ถือเป็นเครื่องมือวัดประเมินทางเลือกสำหรับนักวิจัยและผู้สอนที่สนใจเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เนื้อหาชีววิทยา ประกอบกับข้อคำถามในข้อสอบมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ซึ่งเปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถเขียนคำตอบได้อย่างอิสระ จึงสามารถวัดได้ครอบคลุมองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้การวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผลการประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ผ่านปัญหาที่เน้นบริบทของนักศึกษาครูชีววิทยาครั้งนี้ สะท้อนปัญหาเกี่ยวกับความสามารถวิเคราะห์บริบทของสถานการณ์ปัญหาและการเชื่อมโยงหลักการทาง

วิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมในสถานการณ์ซึ่งมีจำนวนมากและหลากหลาย เพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบของปัญหาซึ่งเป็นคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป จึงควรดำเนินการวิจัยเพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครูชีววิทยาตามประเด็นปัญหาดังกล่าวต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1. ผลการวิจัยจากแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สะท้อนให้เห็นประเด็นปัญหาของนักศึกษาครูชีววิทยาในการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป เป็นข้อมูลต่อยอดสำหรับการออกแบบแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาต่อไป

1.2. ผลการวิจัยสะท้อนว่า นักศึกษาครูชีววิทยาที่มีมโนทัศน์ทางชีววิทยาในระดับค่อนข้างสูง แต่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ จำเป็นที่ต้องเน้นให้นักศึกษสามารถสร้างเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักศึกษาครูชีววิทยา ควรศึกษาเพิ่มเติมปัจจัยแวดล้อมที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ รวมถึงทักษะในการสื่อสาร เพื่อให้สะท้อนภาพรวมว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มากน้อยเพียงใด

เอกสารอ้างอิง

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศ และความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Bell, P., & Linn, M. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797 – 817.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 1– 30.
- Chinn, C. & Brown, D. E. (2000). Learning in science: a comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109 – 138.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (2001). Models of data: A theory of how people evaluate data. *Cognition and Instruction*, 19(3), 323–393.
- Enghag, M., Gustafsson, P., & Jonsson, G. (2007). From Everyday Life Experiences to Physics Understanding Occurring in Small Group Work with Context Rich Problems During Introductory Physics Work at University. *Research in Science Education*, 37(4), 449–467.
- Enghag, M., Gustafsson, P., & Jonsson, G.. (2009). Talking physics during small-group work with context-rich problems – analysed from an ownership perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 455–472.
- Federer, M. R., Nehm, R. H., Opfer, J. E., & Pearl, D. (2014). Using a Constructed-Response Instrument to Explore the Effects of Item Position and Item Features on the Assessment of Students’ Written Scientific Explanations. *Research in Science Education*, 45(4), 527–553.
- Hartmann, S. Upmeyer zu Belzen, Dirk, A., Dirk, K. & Pant, H. (2015). Scientific Reasoning in Higher Education. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 47–53.
- Jonsson, G., Gustafsson, P., & Enghag, M. (2007). Context rich problems as an educational tool in physics teaching – a case study. *Journal of Baltic Science Education*, 6(2), 26–34.
- Kampourakis, K., Silveira, P. & Strasser, B. J. (2016). How Do Preservice Biology Teachers Explain the Origin of Biological Traits?: A Philosophical Analysis. *Science Education*, 100(6), 1124–1149.
- Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). *Students constructing and defending evidence-based scientific explanations*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. S. (2006). *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, San Francisco, April, 2006.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. S.. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers’ instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53–78.

- McNeill, K. L. & Krajcik, J. S.. (2012). *Supporting Grade 5 – 8 Students in Constructing Explanation In Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing*. Boston: Pearson Education, Inc.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. S.. (in press). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett & P. Shah (Eds.), *Thinking with data: The proceedings of the 33rd Carnegie symposium on cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Metz, K. E. (2000). Young children's inquiry in biology: Building the knowledge bases to empower independent inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science* (pp. 371–404). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nehm, R. H., Beggrow, E., Opfer, J., & Ha, M. (2012). Reasoning about natural selection: Diagnosing contextual competency using the ACORNS instrument. *The American Biology Teacher*, 74(2), 92–98.
- Ningsi, S., Suhandi, A., Kaniawati, A., & Samsudin A. (2019). Development of scientific explanation skills test instrument. *Journal of Physics: Conference Series*, 3(1157), 1–6.
- OECD. (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: a necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627–638.
- Ruiz-Primo, M., Tsai, S., & Schneider, J. (2010). Testing One Premise of Scientific Inquiry in Science Classrooms: Examining Student, Scientific Explanations and Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583–608.
- Sandoval, W. A. & Reiser, B. (1997). *Evolving explanations in high school biology*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Chicago, IL.
- Sandoval, W. A., Crawford, V., Bienkowski, M., Hurst, K., & Millwood, K. (2004). *Effects of explanation support on learning genetics*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.80.8436&rep=rep1&type=pdf>
- Sadler, T. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484.

- Sesen, B. A. (2013). Diagnosing pre-service science teachers' understanding of chemistry concepts by using computer-mediated predict–observe–explain tasks. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 239-246.
- Tang, K. S. (2016). Constructing scientific explanations through premise–reasoning–outcome (PRO): an exploratory study to scaffold students in structuring written explanations. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1415–1440.
- Yang, H. T. & Wang, K. H. (2013). A Teaching Model for Scaffolding 4th Grade Students' Scientific Explanation Writing. *Research in Science Education*, 44(4), 531–548.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(1), 9–149.