วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2567

การพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE STUDENT TEACHERS' SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITIES WITH THE PROBLEM-BASED LEARNING

วันเพ็ญ คำเทศ
Wanpen Kamtet

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Program of Biology, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Pathom Rajabhat University
E-mail: kwanpen@webmail.npru.ac.th

Received: July 20, 2023
Revised: October 14, 2023
Accepted: October 24, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน ที่ได้มาด้วยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (2) แบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ (3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ Wilcoxon Signed-Rank Test

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ข้อมูลจากแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยภาพรวมนั้น อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ

ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) compare science student teachers' scientific explanation abilities between before and after learning by using problem-based learning, and 2) study science student teachers' satisfactions on the problem-based learning. The target group was selected by purposive sampling consisted of 25 second year Nakhon Pathom Rajabhat University' s science student teachers in academic year 2022. The research instruments included 1) problem-based learning activities, 2) a scientific explanation ability test, and 3) a satisfaction assessment form on the problem-based learning. The data was analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, and Wilcoxon Signed-Rank Test.

The research results revealed that 1) after problem-based learning activities, the science student teachers' scientific explanation abilities were higher than before. The data from scientific explanation ability test could be concluded that the mean score of scientific explanation after learning was significantly higher than before learning at .05, and 2) the mean score of the overall level of their satisfactions on the problem-based learning was at the highest level.

Keywords

Scientific Explanation Abilities, Science Student Teachers, Problem- Based Learning

ความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในโลกยุคปัจจุบันที่เป็นยุคศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้เป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมโดยทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การสร้างความรู้ด้วยตนเองจากกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีการสืบค้นและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะสำคัญของกระบวนการดังกล่าว (Beyer & Davis, 2008)

การสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากกระบวนการดังกล่าวด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ (Beyer & Davis, 2008) ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ตามตัวบ่งชี้ขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co–operation and Development [OECD]) ที่ใช้ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment [PISA]) โดยมีการประเมินสมรรถนะของผู้เรียน 3 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าว

ครูวิทยาศาสตร์จึงต้องจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสมรรถนะของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่สังคมต้องการ และเนื่องจากครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน การที่ผู้เรียนจะสามารถอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความสามารถดังกล่าวเสียก่อนตั้งแต่เป็นนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนได้

อย่างไรก็ตาม ผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งมีคะแนนวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 489 คะแนน นอกจากนี้ ยังพบว่าสำหรับประเทศไทย ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ระหว่าง PISA 2015 และ PISA 2018 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2021) สะท้อนให้เห็นถึงความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่านักเรียนไทยไม่สามารถหาและใช้หลักฐานในการสนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุปของตนเองได้รวมถึงไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดหลักฐานที่เลือกจึงสนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป (Hongkerd, 2018; Janhom & Phornphisutthimas, 2020; Meela & Artdej, 2017; Pecker & Wallace, 2011; Ruiz-Primo, Li, Tsai, & Schneider, 2010) ไม่เพียงแต่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาเท่านั้นที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาก็มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ด้านสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ด้วยเช่นกัน (Sema Altun-Yalçln, Sibel AçıŞlı, & Ümit Turgut, 2011) ดังเช่นงานวิจัยของ Jaruanlikitkawin & Chaikit (2020) ที่พบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ด้านสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ 17.6607 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน และจากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยา พบว่า นักศึกษาครูชีววิทยามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ค่อนข้างต่ำ (Kamtet, Wannagatesiri, & Kruea-In, 2020) สะท้อนให้เห็นว่า ปัญหาดังกล่าวยังคงมีอยู่แม้แต่ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นอย่างระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้านชีววิทยาให้กับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จึงสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

การอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป (Claim) เป็นข้อความหรือสรุปความเพื่อตอบคำถามหรือปัญหา 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนคำตอบของปัญหาหรือข้อสรุป และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการพิจารณาหรือตัดสินว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกหรือใช้หลักฐาน มักเป็นข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2009; Osborne & Patterson, 2011) การอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายถึงผลของวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของกระบวนการ สาเหตุ และเหตุผลของการเกิดของ

ปรากฏการณ์นั้น ๆ การประเมินความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจึงพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยการประเมินในรูปแบบของรูบริกส์ (McNeill & Krajcik, 2012)

ทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกันและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Hmelo-Silver, 2004) ดังนั้น คำตอบที่เป็นผลจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จึงออกมาในรูปแบบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จึงต้องการปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างหรือไม่ได้มีคำตอบที่ตายตัวเพื่อให้ได้มาซึ่งคำอธิบายหรือคำตอบที่หลากหลายในการตอบปัญหาเดียวกัน จากการศึกษางานวิจัย ที่ผ่านมา พบว่า ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพัฒนาได้จากการที่ผู้เรียนได้สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือทำโดยการทดลองและสืบค้นเพื่อหาและเก็บรวบรวมหลักฐานประกอบการอภิปรายร่วมกันซึ่งมีทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน บริบทเป็นฐาน และแบบจำลองเป็นฐาน (Choosriying, 2022; Locharoenrat, 2023; Rukngam & Pitiporntapin, 2019; Wetworanan, Tanak, Faikhumta, & Sritha, 2019; Yacom, Chanunun, & Chuachuad Chaiyasith, 2020) และจากผลการวิจัยก่อนหน้าที่พบว่าการจัดประสบการณ์การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และการเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาได้ (Kamtet, Kruea-In, & Wannagatesiri, 2023) นอกจากนี้ รูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างดังกล่าวคือการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Chin & Chia, 2006) ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยทั่วไปมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเผชิญปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและประเด็นการเรียนรู้ 3) ขั้นค้นพบและรายงาน 4) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการสะท้อนคิด และ 5) ขั้นบูรณาการและประเมิน (Tan, 2003)

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถ ในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกล่าวคือ ขั้นเผชิญปัญหา สถานการณ์ปัญหาจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบของปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและประเด็นการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้ทำความเข้าใจปัญหา คำถามต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเบื้องต้นซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะเริ่มสร้างข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างที่เป็นคำตอบของคำถามจากขั้นเผชิญปัญหา ขั้นค้นพบและรายงาน ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะถูกมอบหมายงานโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาหลักฐานในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของผู้เรียนในขั้นนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลโดยการเชื่อมโยงข้อสรุปกับหลักฐานอีกด้วย (Alozie, Moje, & Krajcik, 2010) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการสะท้อนคิด เป็นการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ได้รับการเตรียมการและสะท้อนคิด ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนถึงการเชื่อมโยงข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้ากับการให้เหตุผลได้ดีที่สุด (Drăghicescu, Petrescu, Cristea, Gorghiu, & Gorghiu, 2014)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ซึ่งนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนา ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานักศึกษาครูต่อไป

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไรเมื่อใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้ คือ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ซึ่งลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้านชีววิทยาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาด้วยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตนักศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนักศึกษาทุกคนยินดีเข้าร่วมการวิจัยด้วย ความสมัครใจ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแนวคิดของ Tan (2003), Kammanee (2004), Office of the Education Council [OEC] (2007), และ Chindanurak (2008) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2012) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเผชิญปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาและเกิดความสนใจในการหาคำตอบด้วยการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น โดยการสร้างข้อสรุปในรูปคำตอบของปัญหา 3) ขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะดำเนินการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะใช้เป็นหลักฐานในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 4) ขั้นประเมินและสะท้อนคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อประเมินและสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและข้อมูลที่รวบรวมได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลโดยการเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน และ 5) ขั้นสรุปและนำเสนอ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้และนำเสนอในรูปแบบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการวิจัยครั้งนี้มี 5 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรม เรื่อง ไฟส่องสว่างริมถนนกับการออกรวงของข้าว 2) กิจกรรม เรื่อง การปลูกพืชในอาคาร 3) กิจกรรม เรื่อง ฝนที่ตกยาวนานกับการเน่าเสียของผัก 4) กิจกรรม เรื่อง ดอกไม้เหี่ยวเร็ว และ 5) กิจกรรม เรื่อง กล้วยสุก แต่ละกิจกรรมมีลักษณะของสถานการณ์ปัญหาแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	ลักษณะของสถานการณ์ปัญหา
กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไฟส่องสว่างริมถนนกับการออกรวงของข้าว	เหตุการณ์ที่ชาวนาพากันนำกระสอบไปคลุมหลอดไฟริมทาง โดยขอเวลา 1 เดือน ให้ข้าวออกรวงแล้วจะนำกระสอบออก เหตุผลเพราะแสงไฟริมทางทำให้ข้าวไม่ออกรวง
กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การปลูกพืชในอาคาร	ผู้ที่อาศัยอยู่ในบ้านหรืออาคารที่ไม่ได้รับแสงแดด เช่น อาคารชุด แต่มีความต้องการที่จะปลูกผักกินเอง
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง ฝนที่ตกยาวนานกับการเน่าเสียของผัก	ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาอย่างหนักในหลายพื้นที่ และตกเป็นระยะเวลานานจนเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เพาะปลูก ส่งผลเสียต่อพืชผลทางการเกษตร
กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ดอกไม้เหี่ยวเร็ว	ผู้ที่ต้องการตกแต่งบ้านด้วยดอกไม้สด แต่ดอกไม้ในแจกันกลับเหี่ยวเร็ว หมดกลิ่นหอม ต้องจัดดอกไม้ชุดใหม่มาใส่แจกันแทน เสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย
กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กล้วยสุก	ผู้ที่ชอบรับประทานกล้วยสุกประสบปัญหาจากการซื้อกล้วยมาเป็นหวี แต่รับประทานไม่ทัน กล้วยมักสุกงอมและเน่าเสียก่อน เมื่อซื้อแบบที่แพ็คขายเป็นลูก ๆ ก็ราคาแพง

กิจกรรมทั้งหมดผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างขั้นตอนกับกิจกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน และครูชีววิทยา จำนวน 1 คน รวม 5 คน ผลการตรวจสอบพบว่า ทุกกิจกรรมมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ขั้นตอนการเรียนการสอนในแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นเผชิญปัญหา ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้นักศึกษา

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา นักศึกษาพิจารณาสถานการณ์แล้วปฏิบัติดังนี้

2.1) ทำความกระจ่างในคำศัพท์ที่ไม่ชัดเจนหรือไม่เข้าใจในสถานการณ์ปัญหา

2.2) ระบุปัญหาโดยแยกแยะปัญหาออกเป็นประเด็นต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

2.3) ระดมสมองโดย หยิบยกประเด็นปัญหาต่าง ๆ มาพิจารณาทีละข้อว่าเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง

2.4) ระดมสมองเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาหรือแนวทางที่จะได้มาซึ่งคำตอบ

2.5) เรียงลำดับแนวทางการแก้ปัญหาหรือแนวทางที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้

2.6) พิจารณาร่วมกันว่า ข้อมูลหรือความรู้เรื่องใดบ้างที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

2.7) วิเคราะห์ร่วมกันว่า ข้อมูลหรือความรู้เรื่องใดที่มีอยู่แล้ว และข้อมูลหรือความรู้เรื่องใดที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่ม

3) ขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล นักศึกษาดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เป็นข้อมูลที่ต้องเพิ่มเติม ของกลุ่ม โดยทุกคนในกลุ่มต้องเสาะหาข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่มีการแบ่งหน้าที่ ไม่แบ่งหัวข้อ และทุกคนต้องค้นคว้าให้ครบทุกหัวข้อจากแหล่งความรู้ที่อาจแตกต่างกันได้

4) ขั้นประเมินและสะท้อนคิด นักศึกษานำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ มาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม โดยที่สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะนำเสนอข้อมูลของตนเองให้คนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ทราบ เพื่อทำให้เกิดความกระจ่างและเข้าใจตรงกัน และเพื่อให้ข้อมูลเกิดความสมบูรณ์ครบถ้วน หากข้อมูลที่ได้มามีข้อขัดแย้งกัน สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันพิจารณาและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลว่าควรจะเชื่อข้อมูลใด จากแหล่งที่มาใด และจำเป็นต้องหาข้อมูลจากแหล่งอื่นมายืนยันเพิ่มเติมหรือไม่

5) ขั้นสรุปและนำเสนอ นักศึกษาร่วมกันสรุปให้ได้ข้อความรู้ที่สมบูรณ์โดยการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอ

2.2 แบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบชนิดเขียนตอบที่มีลักษณะของข้อคำถามเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที ข้อสอบแต่ละข้อมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) สถานการณ์หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช 2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ซึ่งอยู่ในรูปของตาราง หรือแผนภาพ เพื่อให้ผู้ตอบใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 3) คำถามปลายเปิดที่ต้องการให้ผู้ตอบสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในการตรวจคำตอบผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Specific scoring rubrics) ที่สอดคล้องกับข้อสอบในแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 เกณฑ์ (แต่ละเกณฑ์มี 3 องค์ประกอบ) ซึ่งสร้างตามกรอบการประเมินพื้นฐานของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2012) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ดังนั้น ข้อสอบแต่ละข้อ

จึงมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของข้อสอบข้อที่ 5 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของข้อสอบข้อที่ 5

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อสรุป (Claim)	**ไม่ลงข้อสรุปหรือลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง** *เช่น ระบุว่า “หลังเวลาผ่านไป 3 วัน กล้วยหอมสามารถสุกได้”*	**ลงข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์** *กล่าวได้ไม่ครบถ้วน เช่น กล่าวว่า “แอปเปิ้ล ลูกแพร์ และอะโวคาโดชักนำให้กล้วยหอมสุกได้” หรือ “มะนาว ส้ม และสับปะรด ไม่ชักนำให้กล้วยหอมสุก” อย่างใดอย่างหนึ่ง*	**ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์** *กล่าวชัดเจนว่า “แอปเปิ้ล ลูกแพร์ และอะโวคาโด ชักนำให้กล้วย-หอมสุกได้ ในขณะที่มะนาว ส้ม และสับปะรด ไม่ชักนำให้กล้วย-หอมสุก”*
หลักฐาน (Evidence)	**ไม่ระบุหลักฐานหรือหลักฐานที่ให้ไม่เหมาะสม (หลักฐานที่ระบุไม่สนับสนุนข้อสรุป)** *ระบุข้อมูลที่ไม่เหมาะสม เช่น ระบุว่า “ผลไม้นั้นเป็น Climacteric fruit หรือ Non-climacteric fruit”*	**ระบุหลักฐานได้เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุป อาจใช้หลักฐานบางส่วนที่ไม่เหมาะสม** *ระบุข้อมูลที่เป็นหลักฐาน 1 ส่วน จาก 2 ส่วน เช่น “ระบุว่าแอปเปิ้ล ลูกแพร์ และอะโวคาโด มีความเข้มข้นของเอธิลีนระหว่างกระบวนการสุกในระดับสูง คือ 25.00–2,500.00 0.90–20.7 และ 29.90–74.20 μL/L ตามลำดับ” หรือ “มะนาว ส้ม และสับปะรด มีความเข้มข้นของเอธิลีนระหว่างระบวนการสุกในระดับต่ำ คือ 0.30–1.96 0.13–0.32 และ 0.16–0.40 μL/L ตามลำดับ”อย่างใดอย่างหนึ่ง*	**ระบุหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับสนับสนุนข้อสรุป** *ระบุหลักฐานที่เหมาะสมได้ครบทั้ง 2 ส่วน ได้แก่ 1) แอปเปิ้ล ลูกแพร์ และอะโวคาโดมีความเข้มข้นของเอธิลีนระหว่างกระบวนการสุกในระดับสูง คือ 25.00–2,500.00 0.90–20.7 และ 29.90–74.20 μL/L ตามลำดับ ส่วนมะนาว ส้ม และสับปะรด มีความเข้มข้นของเอธิลีนระหว่างกระบวนการสุก ในระดับต่ำ คือ 0.30–1.96 0.13–0.32 และ 0.16–0.40 μL/L ตามลำดับ*

ตารางที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
เหตุผล (Reasoning)	**ไม่ให้เหตุผลหรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป** *เช่น ให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น "เพราะกล้วยหอมแก่จัดจึงเกิดการสุกได้"*	**ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป มีการเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์บางส่วน แต่ไม่เพียงพอ** *เช่น กล่าวเกี่ยวกับ หน้าที่ของเอธิลีนหรือการชักนำให้ผลไม้ประเภทเดียวกันเกิดการสุกได้ของ Climacteric fruit อย่างใดอย่างหนึ่ง*	**ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป รวมถึงใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมเพียงพอ** *เช่น กล่าวถึงหน้าที่ของเอธิลีนและการชักนำให้ผลไม้ประเภทเดียวกันเกิดการสุกได้ของ Climacteric fruit*

แบบสอบฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน และครูชีววิทยา จำนวน 1 คน รวม 5 คน ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลการตรวจสอบพบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) อยู่ในช่วง 0.80-1.00 หลังจากนำ แบบสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาครู ชั้นปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย และตรวจให้คะแนนคำตอบตามเกณฑ์การประเมินจำเพาะของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญในสาขาชีววิทยาจำนวน 1 คน รวม 2 คน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการตรวจคำตอบของทั้งสองคนมาตรวจสอบความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการตรวจสอบพบว่าคะแนนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ประเมินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.92 สำหรับผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับโดยการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α coefficient) พบว่า แบบสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

2.3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามแนวคิดของลิเคอร์ท (Likert) และสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการวิจัย จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยความพึงพอใจ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านผู้สอน 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) ด้านการวัดและประเมินผล 4) ด้านสื่อการเรียนรู้และโสตทัศนูปกรณ์ และ 5) ด้านประโยชน์ที่ได้รับโดยกำหนดเกณฑ์สำหรับเทียบเพื่อแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ ดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด คะแนนเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย คะแนนเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 3.50–4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และคะแนนเฉลี่ย

4.50–5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่สอบถาม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน และครูชีววิทยา จำนวน 1 คน รวม 5 คน พบว่า มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.80-1.00 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบประเมินความพึงพอใจเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจโดยการหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item-total correlation) พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.45-0.72 และโดยการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบประเมินความพึงพอใจโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α coefficient) พบว่าแบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาเก็บรวมรวมข้อมูล 7 สัปดาห์ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การวัดผลก่อนเรียน (สัปดาห์ที่ 1) ผู้วิจัยนำแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 25 คน ใช้เวลาสอบ 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สัปดาห์ที่ 2-6) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวมเป็น 15 คาบ

3.3 การวัดผลหลังเรียน (สัปดาห์ที่ 7) ผู้วิจัยนำแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นฉบับเดียวกับที่ทดสอบก่อนเรียนไปทดสอบกับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง ใช้ เวลาสอบ 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนสอบครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน และนำแบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปประเมินกับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ใช้เวลาในการตอบแบบประเมิน 20 นาที

4. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ดังนี้

4.1 ข้อมูลที่ได้จากผลการตรวจให้คะแนนแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์นำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ Wilcoxon Signed-Rank Test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.2 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 คน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน เปรียบเทียบก่อนและหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติ Wilcoxon Signed-Rank Test แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	Mean	SD	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน	25	7.76	2.95	-4.386*	.000
หลังเรียน	25	27.12	1.76		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

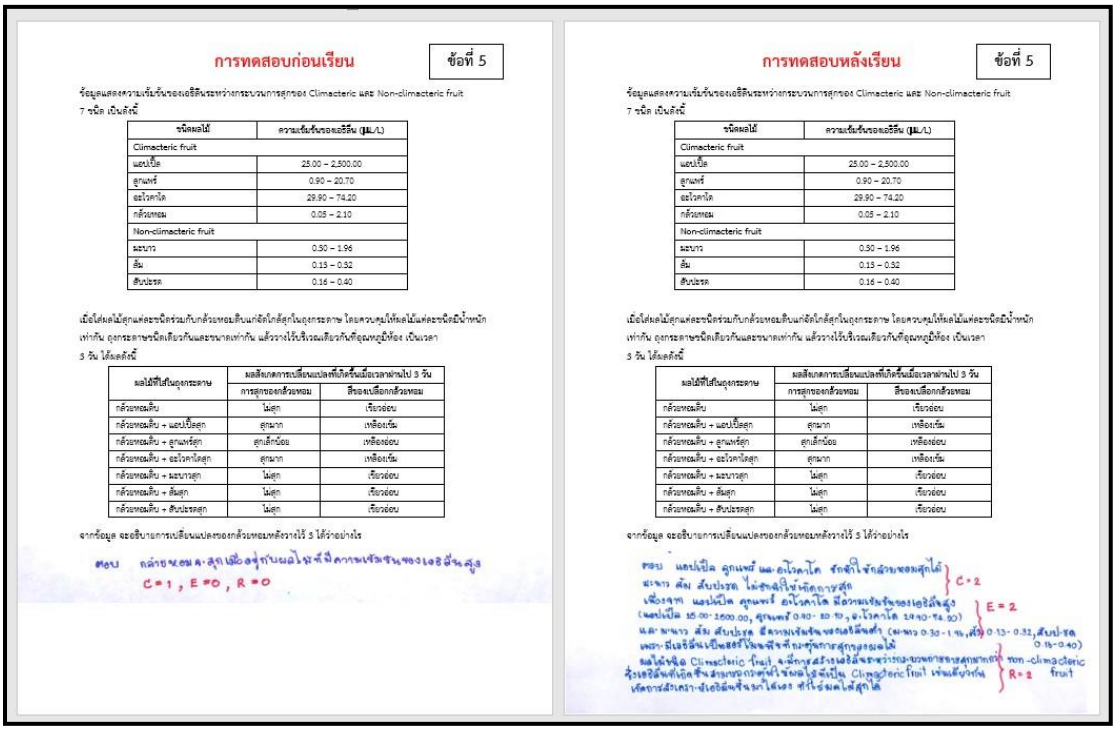
จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า หลังจากนักศึกษาได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาชีววิทยา เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วนักศึกษามีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละองค์ประกอบ จากแบบสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ แสดงได้ดังตารางที่ 4 และตัวอย่างกระดาษคำตอบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ แสดงดังภาพที่ 1

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละองค์ประกอบ

ข้อ	การทดสอบก่อนเรียน								การทดสอบหลังเรียน							
	ข้อสรุป		หลักฐาน		การให้เหตุผล		รวม		ข้อสรุป		หลักฐาน		การให้เหตุผล		รวม	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	1.00	0.87	0.44	0.51	0.00	0.00	1.44	1.23	2.00	0.00	1.72	0.46	1.36	0.49	5.08	0.76
2	1.80	0.58	0.76	0.66	0.00	0.00	2.56	1.04	2.00	0.00	1.92	0.28	1.20	0.58	5.12	0.53
3	1.28	0.98	0.72	0.74	0.00	0.00	2.00	1.61	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	6.00	0.00
4	0.68	0.48	0.56	0.71	0.00	0.00	1.24	1.05	2.00	0.00	1.64	0.49	1.60	0.50	5.24	0.97
5	0.52	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.87	1.88	0.44	1.96	0.20	1.84	0.37	5.68	0.63

Journal of Graduate Studies Valaya Alongkron Rajabhat University
Vol. 18 No. 3 (September – December 2024)



การทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 5

ข้อมูลแสดงความเข้มข้นของเอธิลีนระหว่างกระบวนการสุกของ Climacteric และ Non-climacteric fruit 7 ชนิด เป็นดังนี้

ชนิดผลไม้	ความเข้มข้นของเอธิลีน (µL/L)
Climacteric fruit	
แอปเปิ้ล	25.00 – 2,500.00
ลูกแพร์	0.90 – 20.70
อะโวคาโด	29.90 – 74.20
กล้วยหอม	0.05 – 2.10
Non-climacteric fruit	
มะนาว	0.30 – 1.96
ส้ม	0.13 – 0.32
สับปะรด	0.16 – 0.40

เมื่อใส่ผลไม้ลูกแต่ละชนิดร่วมกับกล้วยหอมดิบแก่จัดใกล้สุกในถุงกระดาษ โดยควบคุมให้ผลไม้แต่ละชนิดมีน้ำหนักเท่ากัน ถุงกระดาษชนิดเดียวกันและขนาดเท่ากัน แล้ววางไว้บริเวณเดียวกันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน ได้ผลดังนี้

ผลไม้ที่ใส่ในถุงกระดาษ	ผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน	
	การสุกของกล้วยหอม	สีของเปลือกกล้วยหอม
กล้วยหอมดิบ	ไม่สุก	เขียวอ่อน
กล้วยหอมดิบ + แอปปิ้ลสุก	สุกมาก	เหลืองเข้ม
กล้วยหอมดิบ + ลูกแพร์สุก	สุกเล็กน้อย	เหลืองอ่อน
กล้วยหอมดิบ + อะโวคาโดสุก	สุกมาก	เหลืองเข้ม
กล้วยหอมดิบ + มะนาวสุก	ไม่สุก	เขียวอ่อน
กล้วยหอมดิบ + ส้มสุก	ไม่สุก	เขียวอ่อน
กล้วยหอมดิบ + สับปะรดสุก	ไม่สุก	เขียวอ่อน

จากข้อมูล จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของกล้วยหอมหลังวางไว้ 3 ได้ว่าอย่างไร

ตอบ กล้วยหอม + สุก เมื่อสุกกับผลไม้ที่มีความเข้มข้นของเอธิลีนสูง
C=1, E=0, R=0

การทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 5

ข้อมูลแสดงความเข้มข้นของเอธิลีนระหว่างกระบวนการสุกของ Climacteric และ Non-climacteric fruit 7 ชนิด เป็นดังนี้

ชนิดผลไม้	ความเข้มข้นของเอธิลีน (µL/L)
Climacteric fruit	
แอปเปิ้ล	25.00 – 2,500.00
ลูกแพร์	0.90 – 20.70
อะโวคาโด	29.90 – 74.20
กล้วยหอม	0.05 – 2.10
Non-climacteric fruit	
มะนาว	0.30 – 1.96
ส้ม	0.13 – 0.32
สับปะรด	0.16 – 0.40

เมื่อใส่ผลไม้ลูกแต่ละชนิดร่วมกับกล้วยหอมดิบแก่จัดใกล้สุกในถุงกระดาษ โดยควบคุมให้ผลไม้แต่ละชนิดมีน้ำหนักเท่ากัน ถุงกระดาษชนิดเดียวกันและขนาดเท่ากัน แล้ววางไว้บริเวณเดียวกันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน ได้ผลดังนี้

ผลไม้ที่ใส่ในถุงกระดาษ	ผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน	
	การสุกของกล้วยหอม	สีของเปลือกกล้วยหอม
กล้วยหอมดิบ	ไม่สุก	เขียวอ่อน
กล้วยหอมดิบ + แอปปิ้ลสุก	สุกมาก	เหลืองเข้ม
กล้วยหอมดิบ + ลูกแพร์สุก	สุกเล็กน้อย	เหลืองอ่อน
กล้วยหอมดิบ + อะโวคาโดสุก	สุกมาก	เหลืองเข้ม
กล้วยหอมดิบ + มะนาวสุก	ไม่สุก	เขียวอ่อน
กล้วยหอมดิบ + ส้มสุก	ไม่สุก	เขียวอ่อน
กล้วยหอมดิบ + สับปะรดสุก	ไม่สุก	เขียวอ่อน

จากข้อมูล จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงของกล้วยหอมหลังวางไว้ 3 ได้ว่าอย่างไร

ตอบ แอปเปิ้ล ลูกแพร์ และอโวคาโด จัดเข้าเป็นผลไม้สุกได้มากกว่า ส้ม สับปะรด ไม่สุกเมื่อใช้ระยะเวลาเท่ากัน C=2
เพราะ แอปเปิ้ล ลูกแพร์ อโวคาโด มีความเข้มข้นของเอธิลีนสูง (แอปเปิ้ล 25.00-2,500.00, ลูกแพร์ 0.90-20.70, อโวคาโด 29.90-74.20) E=2
และ มะนาว ส้ม สับปะรด มีความเข้มข้นของเอธิลีนต่ำ (มะนาว 0.30-1.96, ส้ม 0.13-0.32, สับปะรด 0.16-0.40)
เพราะ ผลไม้ที่มีเอธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสุกของผลไม้ ผลไม้พวก Climacteric fruit จะมีการสร้างเอธิลีนจากภายในตัวมันเองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงการสุก ทำให้ผลไม้สุกได้ ส่วนผลไม้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่ใช่เอธิลีนเป็น Climacteric fruit เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีการสังเคราะห์เอธิลีนขึ้นมาในช่วง ทำให้ผลไม้สุกได้ non-climacteric fruit R=2

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง กล้วยสุก ที่ส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ซึ่งมีจำนวน 6 กลุ่ม โดยผลที่เกิดระหว่างแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นเผชิญปัญหา ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อกล้วยมาเป็นหวี แต่รับประทานไม่ทัน เนื่องจากกล้วยสุกงอมและเน่าเสียก่อน

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา <u>คำศัพท์ที่ไม่ชัดเจน</u>พบในกลุ่ม 1 และกลุ่ม 4 คือ คำว่า *“กล้วยสุก”* ซึ่งผลจากการค้นคว้าได้นิยามโดยสรุปของคำว่า กล้วยสุก หมายถึง *“กล้วยที่เปลือกมีสีเหลือง มีกลิ่นหอม เนื้อกล้วยนิ่ม มีรสหวาน และไม่ฝาด”* <u>ประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์</u> ได้แก่ *“สภาพอากาศมีผลต่อการสุกของกล้วยอย่างไร”* (กลุ่ม 1, 6) *“แสงสว่างมีผลต่อการสุกของกล้วยหรือไม่”* (กลุ่ม 1) *“วิธีการใดบ้างที่จะช่วยชะลอการสุกของกล้วย”* (กลุ่ม 1, 2, 3, 4, 5) *“สารใดบ้างที่จะช่วยชะลอการสุกของกล้วย”* (กลุ่ม 1, 2, 3, 4, 5) *“ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้กล้วยสุก”* (กลุ่ม 2, 3, 4) *“ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มอาหารจะช่วยชะลอการสุกของกล้วยได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”* (กลุ่ม 2) *“น้ำช่วยชะลอการสุกของกล้วยได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”* (กลุ่ม 3) *“เพราะเหตุใดกล้วยจึงสุก”* (กลุ่ม 5, 6) *“อุณหภูมิมีผลต่อการสุกของกล้วยหรือไม่”* (กลุ่ม 5) <u>สาเหตุของปัญหาที่แต่ละกลุ่มวิเคราะห์</u> ได้แก่ *“กล้วยอาจถูกวางอยู่ในบริเวณที่อากาศร้อนหรือถูกแสงแดด”* (กลุ่ม1, 5) และ *“กล้วยมีสาร (ฮอร์โมน) ที่ช่วยเร่งการสุก”* (ทุกกลุ่ม) <u>แนวทางการแก้ปัญหาหรือแนวทางที่จะได้มาซึ่งคำตอบ</u> ได้แก่ *“ทำการทดลองโดยใช้กระดาษห่อกล้วยและวางไว้ในบริเวณที่เย็น ๆ แล้วดูผลว่ากล้วยจะสุกช้าลงหรือไม่”* (กลุ่ม 1) *“ทดลองใช้ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มอาหารพันที่ขั้วกล้วยหอมเพื่อให้กล้วยสุกช้า ๆ”* (กลุ่ม 2) *“ชะลอการ*

สุกของกล้วยด้วยการทดลองแช่กล้วยในน้ำอุณหภูมิปกติผสมน้ำส้มสายชู” (กลุ่ม 3) *“ทดลองเพื่อชะลอการสุกของกล้วยโดยการแช่กล้วยในน้ำอุ่นแล้วจึงนำไปแช่ตู้เย็น”* (กลุ่ม 4) *“ทดลองโดยใส่กล้วยในถุงสุญญากาศแล้วนำไปแช่เย็น”* (กลุ่ม 5) และ *“ทดลองแช่กล้วยในน้ำผสมเหล้าขาวเพื่อชะลอการสุกของกล้วย”* (กลุ่ม 6) ข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ของทุกกลุ่มสรุปได้ดังนี้ *“ฮอร์โมนพืชที่เร่งการสุกของกล้วย” “เอธิลีน”“ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยแต่ละชนิด” “สารที่เร่งและชะลอการสุกของกล้วย” “ประเภทของผลไม้ (ผลไม้ที่บ่มให้สุกได้กับผลไม้ที่บ่มให้สุกไม่ได้)” “อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว” “อัตราการหายใจของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว” “กระบวนการสุกของกล้วย”*

3. ขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้ข้อมูลทั้งจากการค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยและข้อมูลเชิงประจักษ์จากการลงมือปฏิบัติการทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองอย่างง่ายเพื่อศึกษาผลการชะลอการสุกของกล้วยหอมโดยใช้กล้วยหอมที่แก่จัดจากหวีเดียวกัน กลุ่มละ 2 ผล การทดลองของแต่ละกลุ่ม เป็นดังนี้ กลุ่ม 1 ห่อกล้วยผลที่ 1 ด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ให้มิดชิดทั้งผล แล้วนำไปไว้ในตู้เย็น ส่วนกล้วยผลที่ 2 ไม่ห่อกระดาษหนังสือพิมพ์และวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน กลุ่ม 2 ใช้ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มอาหารพันรอบขั้วของกล้วยผลที่ 1 ทันทีหลังตัดออกมาจากหวีกล้วย ส่วนกล้วยผลที่ 2 ไม่พันรอบขั้วด้วยฟิล์มพลาสติก วางกล้วยทั้งสองผลไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน กลุ่ม 3 แช่กล้วยผลที่ 1 ในน้ำผสมน้ำส้มสายชูในภาชนะที่มีฝาปิด ส่วนกล้วยผลที่ 2 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน กลุ่ม 4 แช่กล้วยผลที่ 1 ในน้ำอุณหภูมิ 50 ° C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปไว้ในตู้เย็น ส่วนกล้วยผลที่ 2 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน กลุ่ม 5 ใส่กล้วยผลที่ 1 ในถุงสุญญากาศ แล้วนำไปไว้ในตู้เย็น ส่วนกล้วยผลที่ 2 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน และ กลุ่ม 6 แช่กล้วยผลที่ 1 ในน้ำผสมเหล้าขาวในภาชนะที่มีฝาปิด ส่วนกล้วยผลที่ 2 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วันผลการทดลองของแต่ละกลุ่มแสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แสดงผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม (กล้วยผลซ้ายเป็นชุดควบคุมและกล้วยผลขวาเป็นชุดทดลอง)

4. ขั้นประเมินและสะท้อนคิด นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อศึกษาการชะลอการสุกของกล้วยหอม ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า หลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใดที่เชื่อมโยงคำตอบที่คาดคะเนไว้ในขั้นวิเคราะห์ปัญหากับผลการทดลองในขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล หลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้ *“การดูดซับเอธิลีน ของกระดาษหนังสือพิมพ์และอุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการหายใจและช่วยลดการสร้างเอธิลีนข*

องกล้วยหอม” (กลุ่ม 1) *“การลดการสัมผัสอากาศของบริเวณที่เกิดบาดแผลของกล้วยหอมเพื่อช่วยชะลอการสร้างเอธิลีน”* (กลุ่ม 2) *“กรดช่วยฆ่าหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะไปกระตุ้นให้เกิดการสร้างเอธิลีน”* (กลุ่ม 3) *“น้ำอุ่นช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเอธิลีนและกระบวนการสุก และอุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการหายใจและลดการสร้างเอธิลีนของกล้วยหอม”* (กลุ่ม 4) *“การลดปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศช่วยชะลอการสร้างเอธิลีนของกล้วยหอม”* (กลุ่ม 5) *“แอลกอฮอล์ช่วยฆ่าหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะไปกระตุ้นให้เกิดการสร้างเอธิลีนและอุณหภูมิที่ต่ำจะช่วยลดการสร้างเอธิลีน”* (กลุ่ม 6)

5. ขั้นสรุปและนำเสนอ นักศึกษาแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ที่ได้และเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากที่ได้รับข้อเสนอแนะและปรับแก้ไขแล้วของกลุ่ม 4 ดังนี้ *“การแช่กล้วยหอมในน้ำอุ่นก่อนแล้วจึงนำไปแช่ตู้เย็นช่วยชะลอการสุกของกล้วยได้* **(ข้อสรุป)** *เนื่องจาก จากผลการทดลอง ปรากฏว่า กล้วยชุดทดลองจะยังไม่สุก (เปลือกกล้วยสีเขียว เนื้อกล้วยแข็ง) ส่วนกล้วยชุดควบคุมสุกแล้ว (เปลือกกล้วยเหลือง เนื้อกล้วยนิ่ม)* **(หลักฐาน)** *ทั้งนี้ เพราะความร้อน (น้ำอุ่น) จะช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ลดอัตราเมแทบอลิซึมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ เอธิลีนและกระบวนการสุกของกล้วย นอกจากนี้ อากาศเย็น (อุณหภูมิต่ำ) ยังช่วยชะลอการสร้างเอธิลีน ของกล้วยได้และลดอัตราการหายใจของกล้วยด้วย กล้วยหอมชุดทดลองจึงยังไม่สุก* **(เหตุผล)***”*

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 คน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากแบบประเมินความพึงพอใจ หลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลำดับที่	ด้านที่ประเมิน	Mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ผู้สอน	4.62	0.27	มากที่สุด
2	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4. 53	0.31	มากที่สุด
3	การวัดและประเมินผล	4.62	0.34	มากที่สุด
4	สื่อการเรียนรู้และโสตทัศนูปกรณ์	4.53	0.36	มากที่สุด
5	ประโยชน์ที่ได้รับ	4.77	0.37	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		**4.60**	**0.23**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 5 พบว่า หลังจากนักศึกษาครูชีววิทยาได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดย คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้งโดยภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1. ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นเผชิญปัญหา ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงซึ่งนักศึกษาสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันเป็นตัวกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสงสัยและต้องการที่จะหาคำตอบ ดังที่ Office of the Education Council (2007) ได้กล่าวว่า ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะสำคัญคือเกิดขึ้นในชีวิตจริงจากประสบการณ์ของผู้เรียนหรือผู้เรียนมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น และเป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือการทดลองก่อนจึงจะได้คำตอบ

ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักศึกษาทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมองวิเคราะห์ ร่วมกันพิจารณา และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา สาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ส่งผลให้ทุกคนในกลุ่มมีความเข้าใจปัญหาที่ตรงกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Naboonmee, Bongkotphet, & Thountom (2019) ที่พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น กิจกรรมการอภิปรายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ การได้ข้อสรุปของกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นข้อสงสัยและคำถามต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขั้นนี้ยังช่วยให้นักศึกษาได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่พัฒนาเป็นการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน) ซึ่งเป็นการสร้างข้อสรุปที่เป็นคำตอบของคำถามในสถานการณ์ปัญหาจากขั้นเผชิญปัญหาซึ่งข้อสรุปดังกล่าวก็คือข้อสรุป (Claim) ซึ่งเป็นองค์ประกอบแรกของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Monika, Dewi, Yudi & Raden, 2021)

ขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล นักศึกษาดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เป็นข้อมูลที่ต้องเพิ่มเติมของกลุ่ม โดยการที่ทุกคนในกลุ่มได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทำให้ได้ทั้งข้อมูลที่เป็นความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เป็นผลการทดลองที่นักศึกษาได้ออกแบบการทดลองและลงมือทำปฏิบัติการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นวิเคราะห์ปัญหาซึ่งแตกต่างกันออกไปในแต่ละกลุ่ม ผลจากกิจกรรมทั้งหมดในขั้นนี้ทำให้นักศึกษาได้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อสรุป (Claim) ซึ่งส่วนนี้ คือ หลักฐาน (Evidence) ที่เป็นองค์ประกอบส่วนที่ 2 ของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Monika, Dewi, Yudi & Raden, 2021)

ขั้นประเมินและสะท้อนคิด นักศึกษานำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของวิธีการดังกล่าวว่าทำให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ ต่อการ

สนับสนุนข้อสรุปและประเมินว่าข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงกันเกี่ยวกับข้อมูลและเพื่อให้ได้ข้อมูลของกลุ่มที่มีความถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นนักศึกษามีการอภิปรายร่วมกันเพื่อตัดสินว่าหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใดภายใต้ข้อมูลทั้งหมดที่มีของกลุ่มที่เป็นเหตุผลที่ดีที่สุดที่จะบอกได้ว่าเพราะเหตุใดหลักฐานนั้น ๆ จากขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลจึงสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบที่คาดคะเนไว้ในขั้นวิเคราะห์ปัญหา กิจกรรมส่วนนี้จัดเป็นการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนที่ 3 ของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Alozie, Moje & Krajcik, 2010; Drăghicescu, Petrescu, Cristea, Gorghiu & Gorghiu, 2014; Monika, Dewi, Yudi & Raden, 2021)

ขั้นสรุปและนำเสนอ นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้โดยเขียนในลักษณะของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยการเรียบเรียงข้อความที่เป็นข้อสรุป (Claim) ที่ได้จากขั้นขั้นวิเคราะห์ปัญหา หลักฐาน (Evidence) ที่ได้จากขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล และการให้เหตุผล (Reasoning) ที่ได้จากขั้นประเมินและสะท้อนคิด โดยนักศึกษาทุกคนได้ฝึกเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ ซึ่งการฝึกเขียนในช่วงแรก ๆ นักศึกษาใช้เวลาในการเขียนนานและมีข้อบกพร่องค่อนข้างมาก เช่น การเขียนคำอธิบายวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 ของกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไฟส่องสว่างริมถนนกับการออกรวงของข้าว นักศึกษาทุกกลุ่มลงข้อสรุปได้ แต่ไม่สามารถระบุหลักฐาน และไม่สามารถให้เหตุผลได้ แต่เมื่อได้รับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขและได้ฝึกเขียนซ้ำ ๆ ในกิจกรรมที่ 2-5 นักศึกษาจึงใช้เวลาเขียนน้อยลง มีข้อบกพร่องลดลง และเขียนได้ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeill (2011) ที่พบว่า ผู้เรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นเมื่อได้รับคำแนะนำจากผู้สอนและได้รับประสบการณ์จากการฝึกเขียนเพิ่มขึ้น

2. ความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสนับสนุนให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ทำให้นักศึกษาเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตประจำวันได้ ส่งผลให้นักศึกษาจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น (Tantanatawin, Chutchaipolrut, Purisarn & Tantanatawin, 2020; Chin & Chia, 2006) การทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย นักศึกษาได้มีโอกาสเรียนรู้และเกิดความกระจ่างชัดในเนื้อหาจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยการอภิปรายถกเถียงกันในกลุ่ม ได้ฝึกทักษะการคิด ทั้งคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ฝึกทักษะการสื่อสารเนื่องจากต้องเป็นทั้งผู้พูดและผู้ฟัง (Gorghiu, Drăghicescu, Cristea, Petrescu & Gorghiu, 2015) และมีการแบ่งงานแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มสนับสนุนให้การทำงานเป็นทีมมีประสิทธิภาพ สำหรับการประเมินที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก็เป็นการประเมินตามสภาพจริงโดยประเมินจากความสามารถในการปฏิบัติในสถานการณ์จริง (Panich, 2012) นอกจากนี้ การทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษาครูของผู้วิจัยตลอดจนการเป็นผู้กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและสร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่ดี และมีปฏิสัมพันธ์ในทางบวก ไม่คาดหวังว่าแนวทางการแก้ปัญหาของนักศึกษาจะต้องถูกต้องเท่านั้นและห้ามผิดพลาด เป็นการลดความกดดันและความเครียดให้แก่นักศึกษา นักศึกษาจึง

รู้สึกสนุกกับการเรียน ส่งผลให้ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongcharoen (2018) Hassadee, Jitsoontornchaiyakul & Promakhot (2020) และ Inchan (2022) ที่ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้สอนจำเป็นต้องเลือกเนื้อหาและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในแนวทางนี้ซึ่งเน้นที่การกำหนดสิ่งที่จะเรียนรู้และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ใหม่เพื่ออธิบายปัญหาที่พบ และควรใช้เทคนิคการสอนอื่น ๆ ร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความหลายหลายและสอดคล้องบริบทของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และนักศึกษาครู

1.2 ในขั้นศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล หากเป็นการทดลอง ควรระมัดระวังเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการทดลองเพื่อไม่ให้เกิดผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน เช่น กิจกรรมเรื่องกล้วยสุก จะเห็นได้ว่าผลการทดลองของกลุ่มที่ 2 ชะลอการสุกของกล้วยหอมได้ไม่ดีเท่ากลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากใช้ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มอาหารพันรอบขั้วของกล้วยไม่มิดชิด ทำให้อากาศเข้าไปได้ ส่งผลให้ชะลอการสุกของกล้วยได้ไม่ดี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัย พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมการทำงานเป็นทีมและเปิดโอกาสให้นักศึกษาครูได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสืบค้นข้อมูล และทักษะการสื่อสาร ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถด้านดังกล่าวของนักศึกษาครูว่าส่งผลอย่างไร และมากน้อยเพียงใด

References

Alozie, N. M., Moje, E. B. & Krajcik, J. S. (2010). An analysis of the supports and constraints for scientific discussion in high school project-based science. **Science Education.** 94(3), 395-427.

Beyer, C. J. & Davis, E. A. (2008). Fostering second graders' scientific explanations: A Beginning Elementary teacher' s knowledge, beliefs, and practice. **The Journal of the Learning Sciences.** 17(3), 381–414.

Chin, C. & Chia, L. G. (2006). Problem-based learning: using ill-structured problems in biology project work. **Science Education.** 90(1), 44-67.

Chindanurak, T. (2008). kānsoṇ būn nā kān doī chai panhā pen thān [Problem-Based Integration Teaching] in **pramūan sāra chut wichā witthayākān kānchatkān rīanrū toṇ thī 14.4 nūai thī sipsī** [Compilation of the subject series of learning management methodology chapter 14.4 unit 14]. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat University.

Choosriying, S. (2022). **kānphatthanā kitčhakam kānrīanrū bæp boṛibot pen thān roẉoṛ makap botrīan bon wep phūa songsœ̄m khwāmsāmāt nai kānsang kham'athibaī chœ̄ng witthayāsāt khoṇng nak rīan namat yom sūksā pī thī hā** [The development of context-based learning with web-based instruction to enhance the scientific explanation ability of mathayomsuksa 5 students]. Master's Thesis. Mahasarakham University.

Drăghicescu, L. M., Petrescu, A. M., Cristea, G. C., Gorghiu, L. M. & Gorghiu, G. (2014). Application of problem-based learning strategy in science lessons – examples of good practice. **Procedia-Social and Behavioral Sciences.** 149, 297-301.

Gorghiu, G., Drăghicescu, L. M., Cristea, S., Petrescu, A. & Gorghiu, L. M. (2015). Problem-based learning - an efficient learning strategy in the science lessons context. **Procedia - Social and Behavioral Sciences.** 191, 1865–1870.

Hassadee, A., Jitsoontornchaiyakul, S. & Promakhot, K. (2020). kānsūksā phon samrit thāngkān rīan witthayāsāt dūai krabūankān čhatkān rīanrū doī chai panhā pen thān rūang rabop Niwet khoṇng nak rīan namat yom sūksā pī thī sām rongrīan bāng boṛ'oṛ witthayākhom [Science learning achievement using problem–based learning management process on the ecosystem of mathayomsuksa 3 students at Bang Bo Wittayakom School]. **Journal of Graduate Studies, Bansomdejchaopraya Rajabhat University**. 5(2), 63-71.

Hmelo-silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational Psychology Review**. 16(3), 235-267.

Hongkerd, O. (2018). **kānphatthanā kānsang kham'athibaī chœ̄ng witthayāsāt khoṇng nakrīan ra dap namat yom sūksā pī thī hā nai nūai kānrīanrū rūang rabop toṛ'om raithoṛ doī kānčhatkān rīanrū doī chai praden thāng sangkhom thī kīeo nūang kap witthayāsāt pen thān** [Development of grade 11 students' ability in making scientific explanation in unit of endocrine system using socioscientific issues (SSIs)-based teaching]. Master's Thesis. Kasetsart University.

Inchan, R. (2022). kān ʻōkbǣp kitčhakam kānčhatkān rīanrū̄ dōi chai panhā pen thān (PBL) phūa phatthanākān rīanrū̄ wichākān ngān ʻāchīp kho̱ng rongrīan matthayommasuksā nai čhangwat Chīang Rāi [Designing teaching and learning by employing project-based learning (PBL) to develop learning achievement in career subjects in high schools in Chiang Rai]. **Journal of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University.** 41(2), 73-85.

Janhom, C. & Phornphisutthimas, S. (2020). kānsamrūat khwāmsāmāt nai kānsāng kham ʻathibāi chœ̄ng witthayāsāt rūang rabop yo̱i ʻāhān kho̱ng nak rīan namat yom suksā to̱n plāi [Survey of senior secondary students' scientific explanation about digestion]. In **kān prachum wichākān sanœ̄ phon ngānwičhai radap bandit suksā hǣng chāt khrang thī yīsip ʻet** [The 21th National Graduate Research Conference] (pp. 644-654). Khon Kaen: Khon Kaen University.

Jaruanlikitkawin, W. & Chaikit, N. (2020). khwām chalāt rū dān witthayāsāt kho̱ng naksuksā khrū witthayāsāt [Scientific literacy of science teacher students]. **Journal of Education, Thaksin University.** 20(2), 154-165.

Kammanee, T. (2004). **sāt kānso̱n: ʻongkhwāmrū phūa kānčhat krabūankān rīanrū thī mī prasitthiphāp** [Science of teaching: knowledge for effective learning management process]. Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Kamtet, W., Wannagatesiri, T. & Kruea-In, N. (2020). kānpramœ̄n khwāmsāmāt nai kān ʻathibāi thāng witthayāsāt phān panhā thī nēn bo̱ribot kho̱ng naksuksā khrū chīwawitthayā [Scientific explanation ability assessment based on context-rich problems for biology student teachers]. **Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus.** 31(3), 45-59.

Kamtet, W., Kruea-In, N. & Wannagatesiri, T. (2023). kānphatthanā khwāmsāmāt nai kān ʻathibāi thāng witthayāsāt kho̱ng naksuksā khrū chīwawitthayā dōi kānčhat prasopkān kānsāng lakthān thāng witthayāsāt læ kān khīan ʻathibāi thāng witthayāsāt [Developing scientific explanation ability of biology student teachers by providing experiences in generating scientific evidences and writing scientific explanations]. **Journal of Education, Naresuan University.** 25(1), 238-251.

Locharoenrat, S. (2023). kānčhatkān rīanrū̄ dōi chai bo̱ribot pen thān nai huākho̱ ngān læ phalangngān phūa phatthanākān ʻathibāi chœ̄ng witthayāsāt kho̱ng nak rīan namat yom suksā pī thī sī [Developing grade 10 students' scientific

explanation in the topic of work and energy using context-based learning]. **Journal of Education, Khon Kaen University.** 46(1), 42-55.

McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. **Journal of Research in Science Teaching.** 48(7), 793–823.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2009). Synergy between teacher practices and curricular scaffolds to support students in using domain-specific and domain-general knowledge in writing arguments to explain phenomena. **Journal of the Learning Sciences.** 18(3), 416-460.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (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.

Meela, P. & Artdej, R. (2017). kān supsoṇ hākhwām rū doi chai bæpčhamloṇg pen thān læ kān ʻathibāi thāng witthayāsāt: kān songsœ̄m kānsāng khwāmmāi nai chan rīan [Model based inquiry and scientific explanation: promoting meaning-making in classroom]. **Journal of Education, Naresuan University.** 19(3), 1-15.

Monika, L. L., Dewi, P. S., Yudi, R. & Raden, R. S. (2021). Implementation of problem - based learning to increase scientific explanation skill in biology learning about the environment. **Journal of Learning Development.** 8(3), 532-540.

Naboonmee, P., Bongkotphet, T. & Thountom, S. (2019). kānčhatkān rīanrū doi chai panhā pen thān phūa phatthanā samatthana kān kæ panhā bæp ruāmmū rūang kān khluānthī bæp mun khoṇng nak rīan namat yom suksā pī thī sī [Problem-based learning for developing collaborative problem solving competency in rotational motion topic for grade 10Th students]. **Journal of Education, Mahasarakham University.** 13(2), 193-205.

Office of the Education Council. (2007). **kānčhatkān rīanrū bæp chai panhā pen thān** [Problem-based learning]. Bangkok: OEC.

Osborne, J. F. & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? **Science Education.** 95(4), 627-638.

Panich, V. (2012). **withī sā ngoṇkān rīanrū phūa sit nai satawat thī yīsipʻet** [The ways to create learning for disciple in the 21st century]. Bangkok: Sodsri-Saritwong Foundation.

Peker, D. & Wallace, C. S. (2011). Characterizing high school students' written explanations in biology laboratories. **Research in Science Education.** 41(2), 169-191.

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

Rukngam, W. & Pitipornta pin, S. (2019). kān phatthanā phon samrit thāngkān rīan læ kān ʻathibāi chœ̄ng witthayāsāt rūang khoṇglai rap nak rīan namat yom suksā pī thī hok dōi kān chatkān rīanrū bǣp chai boṛibot pen than [Development of learning achievements and scientific explanation abilities of fluid mechanics by using context-based learning method for grade 12 students]. **Journal of Kasetsart Educational Review.** 34(2), 52-65.

Sema Altun-Yalçln, Sibel AçıŞlı & Ümit Turgut. (2011). Determining the levels of pre-service science teachers' scientific literacy and investigating effectuality of the education faculties about developing scientific literacy. **Procedia Social and Behavioral Sciences.** 15, 783-787.

Tan, O. S. (2003). **Problem-based learning innovation: using problems to power learning in the 21st century.** Singapore: Cengage Learning.

Tantanatawin, W., Chutchaipolrut, A., Purisarn, K. & Tantanatawin, W. (2020). kān rīanrū dōi chai panhā pen than [Problem–based learning: PBL]. **College of Asian Scholars Journal.** 10(4), 29-36.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). **PISA 2018 results: reading, mathematics, and science.** Bangkok: IPST.

Wongcharoen, W. (2018). **kān chatkān rīanrū dōi chai panhā pen than roṛwoṛ makap theknōlōyī samūan ching phūa phatthanā thaksa kān khit wikhroṛ læ thaksa kān khit kǣ panhā samrap nak rīan namat yom suksā pī thī sī** [Learning provision using problem-based learning with augmented reality technology to develop analytical and problem solving thinking skills for mathayom suksa IV students]. Master's Thesis. Dhurakij Pundit University.

Wetworanan, R., Tanak, A., Faikhumta, C. & Sritha, S. (2019). kān phatthanā thaksa kān sāng kham ʻathibāi chœ̄ng witthayāsāt phān kān chatkān rīanrū bǣp supsoṛ hākhwām rū dōi chai kēm pen than khoṇng nakrīan ra dap namat yom suksā pī thī sī [Developing grade 10 students' scientific explanation skill using game-based inquiry]. In **kān prachum wichākān sanœ̄ phon nganwichai radap bandit suksā hǣng chāt khrang thī yīsip** [20th National Graduate Research Conference] (pp. 1664-1774). Khon Kaen: Khon Kaen University.

Yacom, R., Chanunun, S. & Chuachuad Chaiyasith, W. (2020). kān̄wicȟai patibatkān̄ phūa suksā̄ nǣo kān̄cȟatkān̄ rīanrū̄ dōi chai bǣpcȟamlō̱ng pen thān̄ phūa phatthanā̄ samatthana kān̄ ‘athibāi prākottakān̄ nai chœ̄ng witthayāsāt̄ khō̱ng nakrīan namat yom suksā̄ pī thī hā̄ rūang chūaphlœ̄ng sākdukdamban læ phalittaphan [An action research to examine the ways of using model-based learning to enhance 11th grade students’ competency to explain phenomena scientifically on fossil fuels and products]. **Journal of Education, Naresuan University.** 22(1), 190-203.