# ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน: ความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

**บรรณรักษ์ คุ้มรักษา* และปริศนา รักบำรุง**

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง สุราษฎร์ธานี 84100

*E-mail: bannarak.kh@gmail.com

**รับบทความ: 6 ธันวาคม 2563 แก้ไขบทความ: 9 พฤศจิกายน 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 24 พฤศจิกายน 2564**

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นที่ใช้การเรียนการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานจะช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะการปฏิบัติและเจคติที่ดีต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เข้าใจการทำงานที่เป็นจริงของนักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์จำนวน 55 คนได้รับเลือกมาโดยชักตัวอย่างสุ่มแบบกลุ่ม กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานที่ใช้ในงานนี้วิจัยนี้ใช้เวลา 8 สัปดาห์โดยมีขั้นตอนในการทำกิจกรรม 6 ขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการวิจัย ข้อมูลการวิจัยเก็บรวบรวมจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาต่อผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาที่ได้รับ หลังจากกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง และข้อมูลผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เก็บรวบรวมจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนเรียน–หลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานมีค่าอยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.01$) นอกจากนี้ผลการตรวจสอบอนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักศึกษา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่สะท้อนความคิดเห็นในเชิงบวกต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน ดังนั้นการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานจึงให้ผลลัพธ์ในแง่ดีต่อการจัดการเรียนการสอน ทั้งการส่งเสริมผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานของตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา 5 ด้าน การเพิ่มผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และการสร้างความประทับใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

**คำสำคัญ:** ความคิดเห็น กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา การเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

# Effect of Research–Based Learning: Science Student Teacher's Opinions on Their Learning Outcomes According to the Thai Higher Education Qualifications Framework and Environmental Science Learning Achievement

**Bannarak Khumraksa*** **and Prissana Rakbamrung**

General Science Program, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University,
Mueang Surat Thani, Surat Thani 84100, Thailand

*E-mail: bannarak.kh@gmail.com

**Received: 6 December 2020 Revised: 9 November 2021 Accepted: 24 November 2021**

**Abstract**

This study was a pre–experimental research focusing on the research–based instructional practices in environmental science course. Research–based learning could improve learning outcomes in knowledge, practical skills, and attitudes towards environmental conservation, as well as encourage students of science teachers to understand the real work of environmental scientists. A cluster sampling of 55 science student teachers was selected as a study group. Research–based learning activities was designed for 8 weeks with 6 instructional steps directed to the research process. Research data were collected from the questionnaire of student's opinion on learning outcomes according to Thai Higher Education Qualifications Framework, after completion of the research project. Student's learning achievement were gathered from the pretest and posttest. The finding indicated that: 1) Science student teacher's opinions on learning outcomes according to Thai Qualifications Framework for Higher Educ-ation (TQF:HEd), after participating in the research–based learning activity, was good level and met the specified criteria, and 2) There was a clear evidence that students' posttest score of environmental science was statistically significant over than those of pretest score ($p < 0.01$). In addition, the investigation of student's reflective journals found that almost of students gave positive feedback to this research–based learning activity. As a result, it should be stated that the uses of research–based activity showed positive outcomes to enhance student's learning outcomes covered all of 5 TQF: HEd domains, promote learning achievements and raise of student's satisfaction.

**Keywords:** Opinion, Thai qualifications framework for higher education, Research–based learning, Learning achievement, Science student teacher

**บทนำ**

การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เป็นเป้าหมายของมาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเป็นหัวใจสำคัญของสมรรถนะความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับนานาชาติ (Organisation for Economic Co–operation and Development, 2019; Sjøberg and Jenkins, 2020) การรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางปัญญา (intellectual ability) ของบุคคลในการทำความเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ เข้าใจวิธีคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Handelsman *et al*., 2007; Laugksch, 2000) และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและการดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Coil *et al*., 2010) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ควรเน้นการเรียนรู้แบบเชิงรุก (active learning) (Phornphisutthimas, 2013) ที่ผู้สอนต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้ทั้งความรู้และกระบวนการในการเรียนรู้ (Coil *et al*., 2010) ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง เหมือนที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Coil *et al*., 2010; Moeed, 2013)

ตัวแปรที่สำคัญอันดับแรกในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือ “ครู” เนื่องจากงานวิจัยทั่วโลกต่างเห็นพ้องกันว่าการผลิตครูวิทยาศาสตร์ที่มีสมรรถนะในจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Kijkuakul, 2010; Zhang *et al*., 2018) ดังนั้นสถาบันการศึกษาที่ผลิตครูวิทยาศาสตร์ควรฝึกให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เกิดความคุ้นชินและมีทักษะเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการสอนเชิงรุก (Heamaprasith and Sukwan, 2015) เพื่อที่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์จะได้ซึมซับและเรียนรู้กลวิธีต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้หลังจากที่สำเร็จการศึกษาออกไปประกอบวิชาชีพครูในอนาคต (Nilsson and Vikström, 2015)

การเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน (research–based learning: RBL) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เป็นได้ทั้งการใช้ผลการวิจัยมาประกอบการสอนและเรียนรู้ หรือเป็นการนำกระบวนการวิจัยมาใช้ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (Noguez and Neri, 2019) การจัดการเรียนรู้แบบ RBL ช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Huet, 2017) ผู้เรียนจะได้ฝึกใช้กระบวนการคิดในหลายรูปแบบ ช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Noguez and Neri, 2019) และได้รับความรู้จากความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ของตนเอง (Prasertsan, 2012) ระหว่างที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้รับการกระตุ้นให้มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันโดยอัตโนมัติ (Khumraksa and Ruksakit, 2019; Khumraksa and Rakbamrung, 2020a) ทำให้เกิดการเรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดแจ้ง (Khumraksa and Rakbamrung, 2020b) และกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Hogan and Berkowitz, 2000)

สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อันเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนได้ให้การสนับสนุนว่าจะช่วยส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์ให้บรรลุเป้าหมายในการทำให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย (Handelsman *et al*., 2007; Hogan and Berkowitz, 2000; Moeed, 2013)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์นอกห้องเรียนที่เป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงและได้ทำวิจัยจากสถานการณ์จริง (authentic research) (Kloser *et al*., 2013) ตัวอย่างเช่น ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมโดยยึดบริบทตามสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนคุ้นเคย เช่น การใช้ชุมชนในท้องถิ่นของผู้เรียนเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ ด้วยการนำผู้เรียนไปทัศนศึกษา สำรวจสถานการณ์ในพื้นที่ของชุมชนรอบ ๆ โรงเรียน เพื่อสังเกต ตั้งคำถาม และกำหนดโจทย์วิจัย เป็นต้น (Kloser *et al*., 2013: Tomasik *et al*., 2014)

การเรียนการสอนแบบ RBL มีการศึกษาอย่างกว้างขวางทั่วโลก โดยเฉพาะในสาขาวิชาหรือแขนงวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Kowalski *et al*., 2016; Noguez and Neri, 2019; Tomasik *et al*., 2014) ซึ่งรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนสามารถเริ่มต้นจากการสร้างและพัฒนาหลักสูตรใหม่ที่เน้นสมรรถนะการวิจัย หรือนำไปต่อยอดหลักสูตรที่มีอยู่เดิม ด้วยการสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL เข้าไปในการเรียนรู้กับสถานการณ์ของห้องเรียนใหม่ หรือในรายวิชาใหม่ (Brew and Saunders, 2020) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ (Coil *et al*., 2010; Miller *et al*., 2019)

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ของหลักสูตรการผลิตบัณฑิตในระดับอุดมศึกษาจำเป็นจะต้องอาศัยแนวทางการจัดการศึกษาให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (Thai Qualifications Framework for Higher Education: TQF:HEd) (Ministry of Education Thailand, 2011) เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานระดับชาติ ทำให้มีผู้สอนและนักวิชาการรายงานการวิจัยทางการศึกษาที่ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สอดรับกับมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (Heamaprasith and Sukwan, 2015; Kongkhan and Sitti, 2018) เพื่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้เรียนมากที่สุด (Jantarak, 2018; Panjana and Tungkasamit, 2017) และจากงานวิจัยหน้าแสดงให้เห็นว่าการจัดเรียนรู้แบบ RBL สามารถส่งเสริมหรือพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรีตาม TQF: HEd ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Panjana and Tungkasamit, 2017)

จากแนวคิดดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL และสนใจที่จะศึกษาผลของการนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้และฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยมุ่งหวังว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ RBL นี้ จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น และช่วยให้บรรลุผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่เป็นเป้าหมายของหลัก-

สูตรอย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ

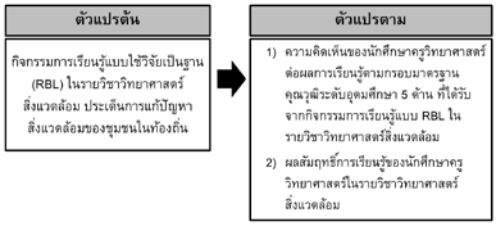
**วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL

**วิธีดำเนินการวิจัย**

*รูปแบบการวิจัย*: การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experimental research) ใช้รูปแบบ การวิจัยแบบผสานวิธี (mixed–method research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบรองรับภายใน (embedded design) (Leedy and Ormrod, 2015) ที่ดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณเป็นหลักและใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นส่วนเสริม (Moeed, 2013) ในการ ศึกษาเชิงปริมาณแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ 1) การศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาที่ได้รับหลังจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ใช้การวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดเฉพาะหลังเรียน (one–shot experimental case study) (Leedy and Ormrod, 2015) และ 2) การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจะใช้การวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน (one–group pretest–posttest design) (Leedy and Ormrod, 2015) การรวบรวมข้อมูลการวิจัยเชิงคุณภาพจะรวบรวมจากร่องรอยหลักฐานการเรียนรู้ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างและนำมาแปลผลการวิจัยด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่อสนับสนุนข้อมูลวิจัยเชิงปริมาณให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัยแสดงในภาพที่ 1




**ภาพที่ 1** กรอบแนวคิดของการวิจัย

*สมมติฐานการวิจัย*: 1) นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นต่อผลการเรียนรู้ตาม TQF: HEd 5 ด้าน ที่ได้ รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดีขึ้นไปที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และ 2) นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

*ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง*: ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ชั้นปีที่ 1–5 จำนวนทั้งสิ้น 245 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 55 คน ที่เลือกมาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster sampling) กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการปกป้องคุ้มครองสิทธิของมนุษย์ โดยก่อนดำเนิน

งานวิจัยโครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และผู้วิจัยจะไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างต่อสาธารณะ

*เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย*: 1) คู่มือและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ในประเด็นการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชนในท้องถิ่น 2) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนเรียน–หลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 90 ข้อ

*ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย*:

1) ขั้นเตรียมการ: ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยศึกษาเอกสาร TQF:HEd ของหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2559 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Suratthani Rajabhat University, Faculty of Education, 2016) และศึกษาหลักการ แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ RBL จากนั้นจัดทำเป็นเล่มคู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้ (มคอ.3) ของรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม นำเครื่องมือดังกล่าวมาตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.64, SD = 0.28)

สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยการศึกษาเอกสาร TQF:HEd หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2559 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Suratthani Rajabhat University, Faculty of Education, 2016) จากนั้นหาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามโดยการหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของรายการคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd 5 ด้าน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินพบว่าความสอดคล้องของแบบสอบถามทั้งฉบับอยู่ในระดับดีมาก (IOC = 0.98, SD = 0.28)

สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้านความรู้ ตามเนื้อหาที่ระบุไว้ในคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 130 ข้อ และนำไปตรวจสอบหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าแบบทดสอบมีข้อคำถามที่มีค่า IOC อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ (IOC $\geq$ 0.50) (Turner and Carlson, 2003) จำนวน 124 ข้อ จึงคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ไว้ จำนวน 120 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try–out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน และนำมาหาค่าความยากง่าย (difficulty, p) และค่าอำนาจการจำแนก (discriminant Index, B) ของแบบทดสอบรายข้อ พบว่าข้อคำถามที่มีค่าความยาก–ง่ายอยู่ในช่วง 0.25–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.19 ขึ้นไป (Ketchatturat, 2017) มีจำนวน 90 ข้อ นอกจากนี้ข้อสอบฉบับดังกล่าว

ยังหาค่าความเชื่อมั่น (reliability, r) โดยวิธีของคูเดอร์–ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson procedure: K–20) (Ketchatturat, 2017) และพบว่ามีค่า r ทั้งฉบับเท่ากับ 0.75 สุดท้ายจึงทำข้อสอบฉบับสมบูรณ์ที่มีจำนวนข้อสอบ 90 ข้อ เพื่อเตรียมนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2) ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

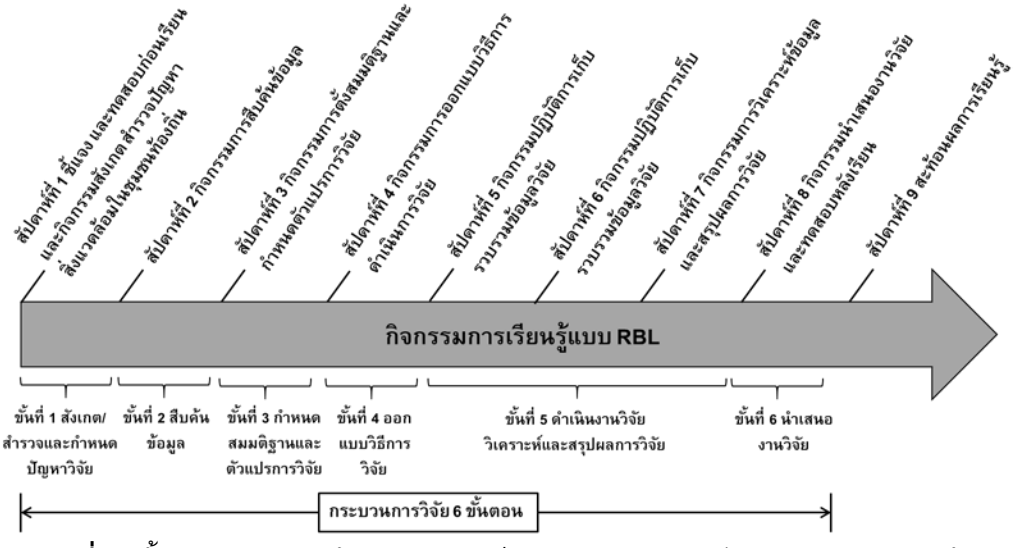
ดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือฯ และแผนจัดการเรียนรู้ (มคอ. 3) โดยให้ผู้วิจัยคนหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้สอน และผู้วิจัยอีกคนหนึ่งทำหน้าที่กำกับติดตามและช่วยเก็บข้อมูลการวิจัย โดยแบ่งนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คนแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิก 3–4 แบบคละความสามารถที่เลือกเข้ากลุ่มตามความสมัครใจ และนักศึกษาแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในประเด็นการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่น ตามขั้นตอนในคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL และแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ภาพที่ 2) และกิจกรรมการสะท้อนผลการเรียนรู้อีก 1 สัปดาห์ โดยให้นักศึกษาสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองผ่านแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL

3) ขั้นวิเคราะห์ผลการวิจัย

นำข้อมูลเชิงปริมาณมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับคุณภาพที่อ้างอิงจาก Pimentel (2010) โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

| คะแนนเฉลี่ย | ความหมาย |
|---|---|
| 4.21–5.00 | มีผลการเรียนรู้ในระดับดีมาก |
| 3.41–4.20 | มีผลการเรียนรู้ในระดับดี |
| 2.61–3.40 | มีผลการเรียนรู้ในระดับพอใช้ |
| 1.81–2.60 | มีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำ |
| 1.00–1.80 | มีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำที่สุด |

นอกจากนี้ยังมีการใช้สถิติอ้างอิงโดยการทดสอบค่าที (*t*–test) โดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 ทดสอบค่าทีของระดับความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตาม




***ภาพที่ 2*** ขั้นตอนการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL และเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (one sample *t*–test) (Kanjanawasee, 2016) และกรณีที่ 2 เป็นการทดสอบค่าที เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมใช้สถิติทดสอบทีแบบข้อมูล 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (paired samples *t*–test) (Kanjanawasee, 2016) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลไปพร้อม ๆ กับการเก็บข้อมูล (on going) (Moeed, 2013) โดยเก็บข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม การตรวจสอบร่องรอยหลักฐานการเรียนรู้ของนักศึกษาและวิเคราะห์อนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) (Shepardson *et al*., 1994) และนำเสนอข้อมูลวิจัยในเชิงพรรณนาและบรรยาย

## ผลการวิจัย

ภายหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในประเด็นการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่นให้กับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (ตาราง 1) พบว่า 1) ความคิดเห็นของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ซึ่งได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.48) รองลงมาคือ ทักษะด้านคุณธรรมจริยธรรม ($\bar{X}$ = 4.36, SD = 0.49) ทักษะด้านปัญญา ($\bar{X}$ = 4.35, SD = 0.43) และทักษะด้านความรู้ ($\bar{X}$ = 4.34, SD = 0.44) ตามลำดับ และผลการเรียนรู้ด้านที่น้อยที่สุดคือ ทักษะด้านการวิเคราะห์ตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ($\bar{X}$ = 4.17, SD = 0.45)

เมื่อพิจารณาข้อมูลในตาราง 1 พบว่าระดับคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาต่อผลการอย่างมีความคิดเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ทำให้ได้รับผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ทั้ง 5 ด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือที่ระดับดี ($\bar{X} \geq 3.41$) ($p < 0.01$)

**ตาราง 1** ผลการทดสอบค่าทีของระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL

| ผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd | คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) | SD | *t* | ระดับคุณภาพ |
|---|---|---|---|---|
| 1. ทักษะด้านคุณธรรมจริยธรรม | 4.36 | 0.49 | 14.31* | ดีมาก |
| 2. ทักษะด้านความรู้ | 4.34 | 0.44 | 15.40* | ดีมาก |
| 3. ทักษะทางปัญญา | 4.35 | 0.43 | 16.33* | ดีมาก |
| 4. ทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | 4.52 | 0.48 | 17.19* | ดีมาก |
| 5. ทักษะด้านการวิเคราะห์ตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | 4.17 | 0.45 | 12.58* | ดี |

*$p < .01$, $t_{(.01,\ df = 54)}$ และ *t* หมายถึง ค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd กับเกณฑ์ที่กำหนดคือระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.41$)

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL (ตาราง 2) พบว่า ค่า $t_{cal}$ มีค่าเท่ากับ 10.80 ซึ่งมากกว่า $t_{crit}$ แสดงให้เห็นว่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ($p < 0.01$)

**ตาราง 2** ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

| | คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) | SD | N | $\sum D$ | $\sum D^2$ | $t^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 48.53 | 9.79 | 55 | 859 | 19,631 | 10.80* |
| หลังเรียน | 64.15 | 7.47 | | | | |

*$p < 0.01$, $t_{(0.01,\ df=54)}$ ค่า $t$ แบบตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (one–tailed) และ $t^2$ หมายถึง ค่าสถิติเพื่อทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน

**อภิปรายผลการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ในประเด็นการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่น โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เริ่มจาก **ขั้นที่ 1** กิจกรรมสังเกตและสำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่น (1 สัปดาห์) **ขั้นที่ 2** กิจกรรมการสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาหลักการ ทฤษฎี และค้นคว้าข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง (1 สัปดาห์) **ขั้นที่ 3** กิจกรรมการตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรการวิจัย (1 สัปดาห์) **ขั้นที่ 4** การออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัย (1 สัปดาห์) **ขั้นที่ 5** การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย (3 สัปดาห์) และ**ขั้นที่ 6** กิจกรรมการนำเสนอผลการวิจัยของนักศึกษา โดยผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ 3 ประเด็น ดังต่อไปนี้ 1) จากการสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ที่ถูกใช้ในงานวิจัยนี้สามารถทำให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้รับการพัฒนาผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ครบทั้ง 5 ด้าน และส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชาที่กำหนดนักศึกษาต้องเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎี แนวคิดคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเบื้องต้น ตลอดจนนักศึกษาสามารถนำหลักการสู่การปฏิบัติเพื่อพัฒนาและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของชุมชนของตนได้ (Suratthani Rajabhat University, Faculty of Education, 2016) ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Panjana and Tungkasamit (2017) ที่พบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL สามารถพัฒนานักศึกษาให้เกิดผลการเรียนรู้ตาม TQF: HEd ได้ครบทั้ง 5 ด้าน ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนรู้ตาม TQF:HEd ที่นักศึกษาแสดงความคิดเห็นออกมาว่าได้รับการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL มากที่สุดคือด้านทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในทุก ๆ ขั้นตอน ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาทำงานร่วม

กันเป็นกลุ่ม ดังนั้นสมาชิกในกลุ่มของนักศึกษาจึงได้แสดงออกถึงความร่วมมือร่วมใจ ระดมสรรพกำลังทั้งแรงกายแรงใจ มีการวางแผนร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบ และมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการฝ่าฟันอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี และในขณะเดียวกัน การทำงานร่วมกันเป็นทีมจะเอื้อให้นักศึกษาถูกกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะด้านคุณธรรมจริยธรรม โดยสมาชิกภายในกลุ่มทุกคนจะต้องมีความซื่อสัตย์ ใช้ความเป็นมิตรไมตรีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีความพากเพียร อดทนอดกลั้นต่อความยากลำบากและอุปสรรคในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จทันตามเวลา ปรากฏหลักฐานที่เห็นได้ชัดเจนจากอนุทินที่นักศึกษาได้สะท้อนออกมา เช่น

> *“ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่กันทำงาน คอยช่วยเหลือและปรึกษาซึ่งกันและกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้เกิดกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ได้พบเจอปัญหาต่าง ๆ มากมาย แต่ทุกคนในกลุ่มได้ช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหาเหล่านั้นอย่างเป็นระบบ ทำให้ทำงานวิจัยผ่านไปได้ด้วยดี”*

> *“ดิฉันคิดว่าการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานนั้นเป็นการฝึกผู้เรียนให้รู้จักกระบวนการทำงานกลุ่ม ร่วมกับผู้อื่น รับฟังและเข้าใจความคิดเห็นของเพื่อนร่วมกลุ่ม การช่วยเหลือกันในงานที่ได้รับมอบหมาย...”*

> *“...ทำวิจัยครั้งนี้ต้องลงแรงร่วมกันกับเพื่อน ประทับใจที่สมาชิกในกลุ่มให้ความร่วมมือร่วมใจในการทำวิจัยครั้งนี้อย่างสุดความสามารถ ร่วมกันทำงานอย่างเข้าใจ อดทน รับผิดชอบต่องานอย่างตั้งใจ...”*

ในด้านทักษะความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้นี้ได้เอื้อให้ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาความรู้จากความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์ผลการวิจัยและนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง (Brew and Saunders, 2020; Prasertsan, 2012) พร้อมกับได้ความรู้จากการสืบค้นข้อมูลในการเพื่อศึกษาหลักการ ทฤษฎี และค้นคว้าข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยที่นักศึกษาได้ทำในกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 สำหรับทักษะด้านปัญญาจะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือดำเนินงานวิจัยของตนเอง นักศึกษาได้ถูกฝึกให้ใช้กระบวนการคิดในหลายรูปแบบ พัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และได้รับการกระตุ้นให้มีการใช้ทักษะทางปัญญาที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินงานวิจัยด้วย เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ซึ่งนับว่าเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ดังจะเห็นได้จากการที่นักศึกษาสามารถกำหนดสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาการวิจัย และจุดประสงค์การวิจัย และสมมติฐานดังกล่าวยังแสดงถึงตัวแปรในการวิจัยทั้งตัวแปรต้น และตัวแปรตาม เช่น นักศึกษากลุ่มหนึ่งสนใจศึกษาชนิดของน้ำหมักจุลินทรีย์ที่เกิดจากการหมักผลไม้ต่างชนิดกันที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วงอก จึงได้กำหนดสมมติฐานพร้อมกับกำหนดตัวแปรในการทดลองที่สอดคล้องกัน ดังนี้

> ***สมมติฐาน***
> *“ถ้าน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกผลไม้รสหวานช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่าน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกผลไม้รสเปรี้ยว ดังนั้นต้นถั่วเขียวที่บำรุงด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกผลไม้รสหวานจะเจริญเติบโต ได้ดีกว่าต้นถั่วเขียวที่บำรุงน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกผลไม้รสเปรี้ยว”*

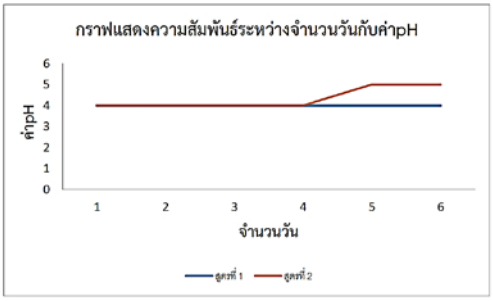
***ตัวแปรต้น*** *น้ำหมักชีวภาพจากเปลือกผลไม้รสหวาน และน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกผลไม้รสเปรี้ยว*

***ตัวแปรตาม*** *การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว (ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพ)*

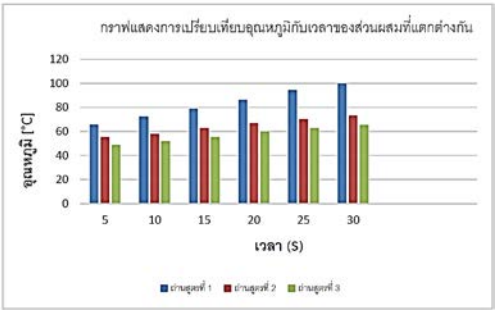
ทักษะทางปัญญาที่สำคัญซึ่งแฝงอยู่ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนอกเหนือไปจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว คือทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (scientific explanation) ซึ่งเป็นทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอย่างยิ่งในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Ruiz–Primo *et al*., 2010) ผลการตรวจสอบรายงานการวิจัยของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่างได้แสดงออกถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL นักศึกษาได้รับมอบหมายให้เขียนรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (scientific report) หลังจากที่ทำวิจัยเสร็จสิ้นลง ทำให้นักศึกษาได้ฝึกใช้การคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและอาศัยข้อมูลหลักฐานมาตีความหมาย สร้างคำอธิบาย และลงข้อสรุปผลการวิจัย ซึ่งเป็นการช่วยต่อยอดและส่งเสริมทักษะทางปัญญาของนักศึกษา

ในด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนั้น นักศึกษาจะได้รับการพัฒนาจากกิจกรรมในขั้นที่ 5–6 โดยกิจกรรมในขั้นนี้จะเอื้อให้นักศึกษาได้วิเคราะห์ผลการวิจัยและนำมาจัดกระทำข้อมูลเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ ดังจะเห็นได้จากร่องรอยหลักฐานการทำงานของนักศึกษาที่ปรากฏ พบว่า นักศึกษาเกือบทุกกลุ่มมีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยใน อาทิเช่น เครื่องชั่ง ตวง และเครื่องวัดค่า ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่นักศึกษาเก็บรวบรวมได้ส่วนใหญ่ปรากฏออกมาในลักษณะของข้อมูลตัวเลข (numerical data) ซึ่งนักศึกษาต้องนำข้อมูลนี้ไปจัดกระทำและวิเคราะห์ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อลงข้อสรุปและอธิบายผลการทดลอง เช่น นักศึกษากลุ่มหนึ่งใช้การทดลองไทเทรตเพื่อหาค่า DO ในน้ำเสีย และต้องมีการคำนวณหาค่า DO ที่ได้จากการไทเทรต และแสดงผลการทดสอบออกมาในหน่วย mg/L ในขณะที่นักศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งทำการทดลองวัดความยาวของต้นถั่วงอกที่ทดลองปลูกในภาวะแตกต่างกัน และนำข้อมูลตัวเลขมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย นอกจากนี้การตรวจสอบรายงานการวิจัยของนักศึกษาพบว่า นักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการจัดกระทำข้อมูลได้เป็นอย่างดี นักศึกษาสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ โดยการใช้วิธีการหาค่าความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้น โดยนักศึกษาแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อมูลในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ และแผนผังวงจร ตัวอย่างเช่น นักศึกษากลุ่มหนึ่งนำข้อมูลการวิจัยมาจัดกระทำให้เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา (วัน) ดังในภาพที่ 3(ก) ขณะที่นักศึกษากลุ่มอีกกลุ่มหนึ่งได้นำเสนอข้อมูลการวิจัยโดยจัดกระทำข้อมูลเป็นกราฟแผนภูมิแท่งดังภาพที่ 3(ข)

ในด้านทักษะการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนั้นนักศึกษาจะได้รับการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 ที่ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้พูดนำเสนอผลการวิจัยของตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยา-




(ก)




(ข)

**ภาพที่ 3** ตัวอย่างข้อมูลการวิจัยของนักศึกษาที่แสดงออกถึงทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ศาสตร์ในเรื่องการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (science communication) (Pitiporn-tapin, 2013) ซึ่งการนำเสนอผลงานหรือการอธิบายผลการศึกษาค้นพบทางวิทยาศาสตร์ต่อสาธารณชนนี้นับเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมในขั้นนี้ทำให้นักศึกษาได้ฝึกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชนิดต่าง ๆ เช่น Photoshop, Lightworks, iMovie, FindGraph และได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการนำเสนอเสนองานที่มีประสิทธิภาพหลากหลายรูปแบบ เช่น PowerPoint Canva CustomShow Prezi และ Powtoon (ภาพที่ 4)

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ผลการวิจัยพบว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ($p < 0.01$) สอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยของ Panjana and Tungkasamit (2017) และ Heamaprasith and Sukwan (2015) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาครูมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นข้อยืนยันที่ชัดเจนว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ไม่เพียงพัฒนาทักษะกระบวนการ วิธีการและพฤติกรรมเรียนรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ เนื่องจากในกระบวนการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นนั้นเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้สืบเสาะแบบเปิดและค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่เฉพาะแต่ความรู้ที่มุ่งตอบคำถามในการวิจัยเท่านั้น แต่ในระหว่างกระบวนการวิจัยนักศึกษาจะต้องสืบค้นข้อมูลหาความรู้ ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานความรู้จากหลากหลายแขนงวิชา และผ่านการวิเคราะห์สังเคราะห์และสรุปเป็นกรอบแนวคิด และใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการอธิบายข้อค้นพบจากการวิจัยของตนเอง เช่น ในกิจกรรมขั้นที่ 2 เป็นกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย นักศึกษากลุ่มหนึ่งต้องการตอบคำถามวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาน้ำเสีย นักศึกษากลุ่มนั้นก็จะต้องศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของน้ำเสีย คุณสมบัติของน้ำแหล่งที่มีคุณภาพดี วิธีการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ข้อมูลเหล่านั้นก็จะกลายเป็นความรู้สำหรับนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Noguez and

Neri (2019) ที่พบว่าเมื่อให้นักศึกษาได้ใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ นักศึกษาจะได้รับความรู้จากการสืบค้นข้อมูลในการเพื่อศึกษาหลักการทฤษฎี และค้นคว้าข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยของตนเอง

นอกเหนือไปจากการสรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยแล้ว ผู้วิจัยยังได้เก็บข้อมูลความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL โดยผู้วิจัยขอให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างเขียนอนุทินสะท้อนความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL หลังจากที่โครงการวิจัยเสร็จสิ้นลง ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถยืนยันได้ว่านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่พึงพอใจต่อกิจการจัดการเรียนรู้แบบ RBL นี้ ดังเช่นที่ปรากฏในอนุทินว่า

*“เป็นการเรียนที่ไม่น่าเบื่อ ไม่จำเจ สนุกสนาน ได้รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการของตนเอง จนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ที่ได้มีข้อสงสัย จนสามารถลงมือแก้ไขปัญหานั้นได้”*

*“ทำให้เราได้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนได้มากยิ่งขึ้น”*

*“เป็นการให้อิสระให้นักศึกษา โดยมีอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้ให้คำแนะนำ ได้ทำการวิจัยในเรื่องที่นักศึกษาสนใจ”*

*“ในระหว่างกระบวนการทำงานอาจจะมีประสบปัญหาบ้างแต่ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยการสืบค้นข้อมูล และการทดลอง ทำให้สามารถทำงานได้อย่างลุล่วง ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้ สามารถที่จะนำไปปรับใช้ได้จริงในอนาคต”*

อย่างไรก็ตาม ยังมีนักศึกษาอีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนน้อยที่สะท้อนความรู้สึกว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นกิจกรรมที่ยาก และทำให้เกิดความกังวลต่อการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้นี้ดังเช่นอนุทินที่สะท้อนออกมาว่า

*“ความรู้สึกที่ได้ทำในตอนแรกคือไม่เข้าใจว่าการวิจัยเป็นอย่างไรและต้องนำปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนมาทำและนำเสนอในรูปแบบใด เนื่องจากเป็นการทำวิจัยเป็นครั้งแรก...จากนั้นก็ได้ไปทำการทดลองโดยได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ทำให้สามารถทำวิจัยในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี”*

*“ค่อนข้างกังวลใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายเนื่องจากเป็นครั้งแรกของการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน...แม้ว่าระหว่างที่ทำการวิจัยอาจจะเจอกับปัญหาและอุปสรรคมากมายที่ต้องแก้ไข แต่ด้วยความร่วมมือร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกในกลุ่ม ทำให้สามารถที่จะฝ่าฟัน ผ่านพ้นปัญหาเหล่านั้นมาได้”*

## สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจากสถานการณ์จริงมาผนวกกับแนวคิดการเรียนรู้ด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยครั้งนี้บ่งชี้อย่างชัดแจ้งว่า นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงความคิดเห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ส่งผลต่อการพัฒนาผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้ครอบคลุมทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะด้านคุณธรรมจริยธรรม ทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และทักษะด้านการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ นอกจากนี้ผลจากการวิจัยครั้งนี้ยังสร้างข้อค้นพบที่

ชัดเจนว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL นี้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญด้วย

ข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ กิจกรรมการสืบเสาะแบบเปิด (open inquiry) ที่ผู้สอนออกแบบกิจกรรมให้นักศึกษาเป็นผู้กำหนดปัญหาวิจัยขึ้นมาด้วยตนเองจากบริบทและสถานการณ์รอบตัว แต่โดยธรรมชาติของการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เป็นศาสตร์ที่มักเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับศาสตร์วิชาแขนงอื่น ๆ อยู่เสมอ ดังนั้นปัญหาวิจัยของนักศึกษาบางหัวข้อจำเป็นต้องใช้ความรู้จากสาขาวิชาอื่น ๆ เข้ามาช่วยในการค้นหาคำตอบ เช่น นิเวศวิทยา ทรัพยากรศาสตร์ เทคโนโลยีการเกษตร ชีวเคมี หรือเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งผู้สอนเพียงคนเดียวอาจไม่ถนัดในศาสตร์ทุกแขนง และสามารถให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยของนักศึกษาที่ลึกซึ้งได้ จึงขอเสนอแนะว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จริงสำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ควรมีผู้สอนมากกว่า 1 คนหรือกำหนดให้มีอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพื่อเป็นกำลังหนุนเสริม ช่วยให้ข้อชี้แนะแนวคิดและมุมมองในการออกแบบวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาการวิจัยของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การจัดการเรียนการสอนแบบ RBL มีจุดอ่อนในด้าน การบริหารจัดการเวลา ผู้สอนที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบ RBL ต้องวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี มีการกำหนดสัดส่วนของเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในชั้นเรียนและกิจกรรมนอกห้องเรียน (การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการลงพื้นที่สำรวจเก็บข้อมูล เป็นต้น) ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักศึกษามีเวลาที่เพียงพอในการดำเนินงานวิจัย ขณะเดียวกันก็ต้องไม่ใช้เวลามากจนเกินไปและเบียดบังเวลาเรียนของหัวข้อการเรียนรู้อื่น ๆ ของรายวิชา และเนื่องด้วยข้อจำกัดของระยะเวลาอันสั้นนี้ นักศึกษาต้องแบ่งเวลาทั้งการเรียนในห้องเรียนปกติและการทำวิจัยนอกสถานที่หรือนอกห้องเรียน ปัจจัยนี้จึงอาจเป็นตัวขัดขวางที่ส่งผลให้ผลการทำกิจกรรมบางอย่าง เช่น การค้นคว้างานวิจัยอื่น ๆ มาสนับสนุนข้อสรุปของงานวิจัย ความน่าเชื่อถือของข้อมูลการวิจัยที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง อาจไม่เป็นไปตามที่ผู้สอนคาดหวัง

สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งก็คือ การให้คะแนนในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ควรเป็นการให้คะแนนโดยใช้รูปแบบและเครื่องมือที่หลากหลาย มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับธรรมชาติของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน อีกทั้งผู้สอนควรให้การสะท้อนผลย้อนกลับที่เพียงพอในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติงานวิจัยและสามารถดำเนินงานวิจัยของตนเองให้สำเร็จได้

การนำรูปแบบการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ RBL มาใช้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถในการทำวิจัย มีประสบการณ์ในการโค้ช (coaching) และมีความสามารถในการพี่เลี้ยง (mentoring) เพื่อให้สามารถนำความรู้ และประสบการณ์ของตนเองมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียน ตลอดจนให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้พวกเขาสามารถผ่านความยากลำบากและสามารถปฏิบัติกิจกรรมการวิจัยให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

**กิตติกรรมประกาศ**

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย จากเงินกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 และผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทุกท่านมาไว้ ณ โอกาสนี้

**เอกสารอ้างอิง**

Brew, A., and Saunders, C. (2020). Making sense of research–based learning in teacher education. **Teaching and Teacher Education** 87:102935.

Coil, D., Wenderoth, M. P., Cunningham, M., and Dirks, C. (2010). Teaching the process of science: Faculty perceptions and an effective methodology. **CBE–Life Sciences Education** 9(4): 524–535.

Handelsman, J., Miller, S., and Pfund, C. (2007). **Scientific Teaching**. New York: W.H. Freeman.

Heamaprasith, S., and Sukwan, O. (2015). The enhancement of learning management quality under Thai qualifications framework for higher education (TQF: HEd) for pre – service teachers through constructivism. **Journal of Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Sciences)** 7(13): 165–186. (in Thai)

Hogan, K., and Berkowitz, A. R. (2000). Teachers as inquiry learners. **Journal of Science Teacher Education** 11(1): 1–25.

Huet, I. (2017). Research–based education as a model to change the teaching and learning environment in STEM disciplines. **European Journal of Engineering Education** 43(5): 725–740.

Jantarak, S. (2018). Instructional model development of general education in Thai qualifications framework for higher education (TQF: HEd) of General Education Program at Dusit Thani College, Bangkok. **Dusit Thani College Journal** 12(1): 263–278. (in Thai)

Kanjanawasee, S. (2016). **Choosing the Correct Statistical Test for Research.** Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Ketchatturat, J. (2017). **Method and tools for students' learning assessment.** Khon Kaen: KKU Printing. (in Thai)

Khumraksa, B., and Rakbamrung, P. (2020a). The study of learning behavior pattern using science process skills through research–based learning activity of science student teachers: formulating hypotheses and experimental skills. **Journal of Humanities and Social Sciences, University of Phayao** 8(1): 118–137. (in Thai)

Khumraksa, B., and Rakbamrung, P. (2020b). A study of the understanding of scientific method of science student teachers who experienced in research–based learning activity. **Kasetsart Educational Review** 35(1): 48-56. (in Thai)

Khumraksa, B., and Ruksakit, P. (2019). Improvement of science process skills by

using research–based instruction on soil properties for the 2nd grade students in a municipal school, Surat Thani. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 10(1): 14–29. (in Thai)

Kijkuakul, S. (2010). New dimension in professional development for primary science teachers. **Journal of Education Naresuan University** 12(3): 175–187. (in Thai)

Kloser, M. J., Brownell, S. E., Shavelson, R. J., and Fukami, T. (2013). Effects of a research–based ecology lab course: A study of nonvolunteer achievement, self–confidence, and perception of lab course purpose. **Journal of College Science Teaching** 42(3): 72–81.

Kongkhan, T., and Sitti, S. (2018). The development of achievement for Thailand qualifications frameworks of using the instructional model on general education for enhancing the creative problem solving (CPS) abilities. **Social Sciences Research and Academic Journal** 13(37): 91–104. (in Thai)

Kowalski, J. R., Hoops, G. C., and Johnson, R. J. (2016). Implementation of a collaborative series of classroom–based undergraduate research experiences spanning chemical biology, biochemistry, and neurobiology. **CBE–Life Science Education** 15(4): 1–17.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. **Science Education** 84(1): 71–94.

Leedy, P. D., and Ormrod, J. E. (2015). **Practical Research: Planning and Design**. Harlow: Pearson Education.

Miller, M., Hanley, D., and Brobst, J. (2019). The impacts of a research-based model for mentoring elementary preservice teachers in science. **Journal of Science Teacher Education** 30(4): 357–378.

Ministry of Education, Thailand. (2011). **Announcement of the Ministry of Education of Thailand: Thai Qualifications Framework for Higher Education for Bachelor's Degree in Education (Five–Year Programs)**. Bangkok: Author. (in Thai)

Moeed, A. (2013). Science investigation that best supports student learning: teachers' understanding of science investigation. **International Journal of Environmental and Science Education** 8(4): 537–559.

Nilsson, P., and Vikström, A. (2015). Making PCK explicit—capturing science teachers' pedagogical content knowledge (PCK) in the science classroom. **International Journal of Science Education** 37(17): 2836–2857.

Noguez, J., and Neri, L. (2019). Research–based learning: A case study for engineering students. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing** 13(4): 1283–1295.

Organisation for Economic Co–operation and Development: OECD. (2019). **PISA 2018 Results** (Volume III). Paris: OECD.

Panjana, P., and Tungkasamit, A. (2017). The effect of teaching on Thai qualifications

framework for higher education (TQF) based on lesson study by using research–based learning for first year of social study students in 234 110 Teacher and E–Sarn society. **Veridian E–Journal, Silpakorn University** 10(3): 938–954. (in Thai)

Pimentel, J. (2010). A note on the usage of Likert scaling for research data analysis. **USM R&D Journal** 18(2): 109–112.

Phornphisutthimas, S. (2013). Learning management of science in 21st century. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 4(1): 55–63. (in Thai)

Pitiporntapin, S. (2013). Developing and following up Thai pre–service science teachers' competencies for science communication. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 4(1): 25–37. (in Thai)

Prasertsan, S. (2012). **Research–Based Learning: A New Learning Paradigm of Thailand Education**. Bangkok: Thailand Research Fund. (in Thai)

Ruiz–Primo, M. A., Li, M., Tsai, S.–P., and 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.

Shepardson, D. P., Moje, E. B., and Kennard–McClelland, A. M. (1994). The impact of a science demonstration on children's understandings of air pressure. **Journal of Research in Science Teaching** 31(3): 243–258.

Sjøberg, S., and Jenkins, E. (2020). PISA: A political project and a research agenda. **Studies in Science Education**, 1–14.

Suratthani Rajabhat University, Faculty of Education. (2016). **Bachelor of Education Program in General Science (Curriculum revised edition 2016)**. Surat Thani: Author. (in Thai)

Tomasik, J. H., LeCaptain, D., Murphy, S., Martin, M. C., Knight, R. M., Harke, M. A., Burke, R., Beck, K. L., and Polakovich, I. A. (2014). Island explorations: discovering effects of environmental research–based lab activities on analytical chemistry students. **Journal of Chemical Education** 91: 1887–1894.

Turner, R. C., and Carlson, L. (2003). Indexes of item–objective congruence for multidimensional items. **International Journal of Testing** 3(2): 163–171.

Zhang, Q., Clarke, A., and Lee, J. C. K. (2018). Pre–service teachers' professional identity development within the context of school–based learning to teach: an exploratory study in China. **The Asia–Pacific Education Researcher** 27(6): 477–486.