

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE EFFECTS OF 7E LEARNING CYCLE WITH PROBLEM - BASED LEARNING ON SCIENTIFIC PROBLEM - SOLVING AND LEARNING ACHIEVEMENT IN THE TOPIC OF GENETIC TRANSMISSION FOR MATTAYOMSUKSA THREE STUDENTS

Received: November 16, 2020

Revised: December 22, 2020

Accepted: December 25, 2020

จุฑารัตน์ วิเศษ¹ นพมณี เชื้อวชิรจันทร์^{2*} และสมศิริ สิงห์หล³
Jutarat Wised¹ Nopmanee Chauvacharin^{2*} and Somsiri Singlop³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 220131, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nopmanee@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติการทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า 1) การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น, การใช้ปัญหาเป็นฐาน, การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to study effects of 7E learning cycle with problem - based learning on scientific problem - solving and learning achievement in the topic of genetic transmission for Mattayomsuksa 3 students. The sample for this research consisted of 40 ninth grade students from a large sized secondary school in Chonburi. They were randomly selected for participating in the experiment using cluster random sampling

method. The research instruments consisted of lesson plan, learning achievement test and scientific problem - solving test. Mean, standard deviation, and t - test were used to analyze the data. The results of the research indicated that: 1) the post-test mean scores of scientific problem - solving of Mattayomsuksa 3 students after using 7E learning cycle with problem - based learning were higher than pre - test mean scores and were higher than 70 percent criterion at the .05 level of statistically significance. 2) The post-test means scores of learning achievement of Mattayomsuksa 3 students after using 7E learning cycle with problem - based learning were higher than pre - test mean scores and significantly higher than 70 percent criterion at the .05 level.

Keywords: 7E Learning Cycle, Problem - Based Learning, Scientific Problem - Solving

บทนำ

วิทยาศาสตร์ถือเป็นศาสตร์สำคัญที่เยาวชนของชาติจำเป็นต้องเรียนรู้ เนื่องจากมีบทบาทที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด อย่างมีเหตุผล รวมไปถึงช่วยส่งเสริมทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต เพื่อนำมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ กระทรวงศึกษาธิการจึงมีการกำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ว่าเยาวชนไทยทุกคนต้องได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งหวังว่านักเรียนจะได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการและทักษะสำคัญต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเองได้ (Ministry of Education, 2008, p. 92) ประเทศไทยมีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21 คุณลักษณะที่สำคัญและจำเป็นประการหนึ่งของผู้เรียนที่จะเป็นกำลังหลักของชาติในการขับเคลื่อนประเทศให้ก้าวไปข้างหน้าในอนาคตได้ คือ ทักษะในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับการเรียนรู้ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking & Problem Solving) Panich (2013) ซึ่งทักษะในการแก้ปัญหาเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาคุณลักษณะสำคัญดังกล่าวและทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นกว่าเดิมคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ทำให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนการแก้ปัญหาและนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมของผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในการจัดการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559-2561 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 34.99, 32.28 และ 36.10 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำและพบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมต่ำกว่าระดับประเทศ ส่งผลให้เห็่นว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาค่อนข้างต่ำ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นที่น่าพอใจ สะท้อนให้เห็นว่าควรได้รับการปรับปรุงพัฒนาเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนเพื่อให้สามารถแข่งขันด้านเศรษฐกิจกับประชาคมโลกและการสร้างงานในอนาคต

ในการสังเกตการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง มุ่งเน้นคำตอบมากกว่ากระบวนการในการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้มานั้นมักได้จากการจดจำคำตอบ เมื่อเจอปัญหาหรือสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิม นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโดยนำความรู้เชิงวิทยาศาสตร์มาแก้ด้วยตนเองได้ ปัจจุบันมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเข้ามาประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เพื่อพัฒนาการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความรู้ที่ดีขึ้นกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่เน้นการสอนแบบบรรยายเป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในบางหัวข้อ มีความซับซ้อนเป็นนามธรรมจึงทำให้ยากแก่การเข้าใจ เช่น เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ พันธุศาสตร์ที่ต้องอาศัยจินตนาการและการเชื่อมโยงเพื่อทำความเข้าใจ (Ratanaroutai & Yutakom, 2006, pp. 313-327) อีกทั้งยังมีงานวิจัย เรื่อง Revisiting learning difficulties in biology เป็นการสำรวจความคิดเห็นของผู้ที่เคยผ่านการเรียนวิชาชีววิทยามาแล้วต่อความยากในแต่ละหัวข้อ

เนื้อหา พบว่า เป็นเวลา 15 ปี มาแล้วที่ความเห็นต่อการเรียนรู้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเรื่องพันธุศาสตร์ยังคงเป็นเนื้อหาที่ยากแก่การเข้าใจไม่เปลี่ยนแปลง (Bahar et al., 1999, pp. 84-86) จากสภาพการณ์ดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนส่งผลให้นักเรียนสามารถหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ร่วมกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพราะผู้วิจัยต้องการให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้น ควรเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมและสอดแทรกความรู้ใหม่เข้าไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ของ Eisenkraft (2003, pp. 57-59) เป็นวิธีที่ดีที่ขยายมาจากแนวทางการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ของ BSCS เป็น 7E ซึ่งเป็นแนวทางการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน มีขั้นตอนการสอนและสาระสำคัญ คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ส่งผลไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Somongdee (2013) ที่ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับ Sirimala and Mungsing (2010) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ผลการวิจัย พบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E พบว่า ในจำนวนนักเรียน 36 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 26 คน คิดเป็น ร้อยละ 72.22 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E พบว่า ในจำนวนนักเรียน 36 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

การจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการเรียนเพื่อแก้ปัญหาจากที่กล่าวมาข้างต้น คือ การจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการนำเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นหรือมีอยู่จริงในชีวิตประจำวันมาทำการศึกษาโดยการกำหนดปัญหาและพยายามค้นหาคำตอบ เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้นักเรียนจะได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้เกิดกระบวนการคิดและการแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (Khemmani, 2014, pp. 137-138) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongaiam (2016) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งผลต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 115 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโพธิ์สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งมีการจัดนักเรียนในแต่ละห้องเรียนที่ความสามารถใกล้เคียงกัน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 40 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ 1) ลักษณะทางพันธุกรรม 2) โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน 3) กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 4) ความผิดปกติทางพันธุกรรม และ 5) การใช้ประโยชน์จากความรู้ด้านพันธุศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลอง 22 ชั่วโมง ซึ่งเป็นทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง การจัดการเรียนรู้ 18 ชั่วโมงและทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นหลักและใช้ปัญหาเป็นฐานมาสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้

2. การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิมในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้าไป เพื่อนำใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประยุกต์จาก Weir (1974, p.17) มีขั้นตอนแก้ปัญหา คือ ระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา เสนอวิธีคิดและกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและประเมินค่าของคำตอบคำตอบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถของผู้เรียนหรือความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนสอบหรือจากคะแนนงานที่ได้รับมอบหมาย ในหัวข้อเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest (Worakham, 2012) ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยการการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง มีกระบวนการสร้าง ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิเคราะห์การวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) และด้านการวัดและประเมินผล (โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมและถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้) เท่ากับ 4.24, 4.33, 4.28, 4.33, 4.35 และ 4.35 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 นำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ปรับปรุงแก้ไข นำไปใช้ในการทดลองเพื่อยืนยันประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 แบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นข้อสอบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 5 สถานการณ์ ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีกระบวนการสร้าง ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ สร้างเกณฑ์การประเมินและสร้างแบบทดสอบ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง .08 - 1.00 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 5 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าความยากง่าย (P_e) อยู่ระหว่าง 0.64-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.33-0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.98 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้และครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ การเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีกระบวนการสร้าง ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบและสร้างแบบทดสอบ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.61-1.00 นำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์

ที่กำหนด โดยมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.75 มีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.35-0.73 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. วิธีการดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และแบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 6

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้นเวลาสอน 18 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

2.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และแบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

2.5 นำผลคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent samples และ One samples

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้ Dependent sample t-test

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ One Sample t-test

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้ Dependent sample t-test

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ One Sample t-test

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

ขั้นตอนการแก้ปัญหา ประยุกต์จาก Weir (1974, p.17)	n	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t	P (1-tailed)
			$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{ร้อยละ}$			
1. ขั้นระบุปัญหา	40	15	8.87	1.28	59.13	11.55	1.06	77	39	12.39*	.000
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุ ปัญหา	40	15	9.35	1.54	62.33	11.42	1.17	76.13	39	7.93*	.000
3. ขั้นเสนอวิธีคิดและ กำหนดทางเลือกในการ แก้ปัญหา	40	15	8.15	1.74	54.33	12.70	1.36	84.66	39	14.39*	.000
4. ขั้นตัดสินใจเลือกแนวทาง ในการแก้ปัญหาและ ประเมินค่าของคำตอบ	40	15	8.15	1.74	54.33	13.55	1.35	90.33	39	17.92*	.000
รวม	40	60	34.55	4.47	57.58	49.22	3.57	82.03	39	19.82*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 34.55 คิดเป็นร้อยละ 57.58 มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.22 คิดเป็นร้อยละ 82.03 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 4.47 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 3.57

2. ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

ขั้นตอนการแก้ปัญหาหลังเรียน ประยุกต์จาก Weir (1974, p.17)	n	คะแนน เต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	SD	df	t	P (1-tailed)
1. ขั้นระบุปัญหา	40	15	10.5	11.55	1.06	39	6.26*	.000
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุปัญหา	40	15	10.5	11.42	1.17	39	4.99*	.000
3. ขั้นเสนอวิธีคิดและกำหนดทางเลือกในการ แก้ปัญหา	40	15	10.5	12.70	1.36	39	10.21*	.000
4. ขั้นตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและ ประเมินค่าของคำตอบ	40	15	10.5	13.55	1.35	39	14.20*	.000
รวม	40	60	42	49.22	3.57	39	12.80*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หลังเรียนสูงกว่า

เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.22 คิดเป็นร้อยละ 82.03 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.57

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t	P (1-tailed)
			$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$			
1. ความรู้ความจำ	40	5	2.50	0.78	50	4.48	0.64	89.60	39	14.01*	.000
2. ความเข้าใจ	40	5	2.30	0.69	46	4.28	0.60	85.60	39	17.90*	.000
3. การนำไปใช้	40	5	2.1	0.55	42	4.40	0.60	88.00	39	22.43*	.000
4. การวิเคราะห์	40	5	1.90	0.44	38	4.35	0.53	87.00	39	22.87*	.000
5. การสังเคราะห์	40	5	2.00	0.75	40	4.18	0.45	83.60	39	18.41*	.000
6. การประเมินค่า	40	5	2.40	0.95	48	4.85	0.36	97.00	39	16.15*	.000
รวม	40	30	13.20	2.56	44	26.53	1.60	88.43	39	38.51*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.20 คิดเป็นร้อยละ 44 มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.53 คิดเป็นร้อยละ 88.43 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 2.56 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 1.60

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

พฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	SD	df	t	P (1-tailed)
1.ความรู้ความจำ	40	5	3.5	4.48	0.64	39	9.64*	.000
2. ความเข้าใจ	40	5	3.5	4.28	0.60	39	8.18*	.000
3.การนำไปใช้	40	5	3.5	4.40	0.60	39	9.63*	.000
4. การวิเคราะห์	40	5	3.5	4.35	0.53	39	10.07*	.000
5. การสังเคราะห์	40	5	3.5	4.18	0.45	39	9.56*	.000
6. การประเมินค่า	40	5	3.5	4.85	0.36	39	23.61*	.000
รวม	40	30	21	26.53	1.60	39	21.83*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.53 คิดเป็นร้อยละ 88.43 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.60

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการเปรียบเทียบคะแนนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ เนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดจากสถานการณ์ หรือประเด็นที่ครูได้ยกตัวอย่าง เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด อธิบายหรือเห็นและพยายามค้นคว้าหาคำตอบ และรูปแบบการสอนมีขั้นตอนกิจกรรมที่มีส่วนช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้โดยตรง มีการสอดแทรกขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์เข้าไปในชั้นต่างๆ ของการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานโดยมีขั้นตอนต่างๆ ประยุกต์จาก Weir (1974, p.17) ประกอบด้วย 4 ขั้น คือ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์สาเหตุปัญหา 3) ขั้นเสนอวิธีคิดและกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และ 4) ขั้นตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและประเมินค่าของคำตอบ ซึ่งขั้นนี้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางแก้ปัญหา เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยการสืบค้นหรือลงมือแก้ปัญหาอันเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และนำความรู้มาแก้ปัญหาย่างชาญฉลาด และผู้เรียนสามารถเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล และสามารถสรุปคำตอบหรือคุณค่าอันเกิดจากการคิดแก้ปัญหา ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้ปัญหาขั้นนี้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์สูงสุด และผลการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.55 คิดเป็นร้อยละ 57.58 มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.22 คิดเป็นร้อยละ 82.03 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 4.47 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 3.57 และเมื่อพิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์สูงสุดคือ ขั้นตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา และประเมินค่าของคำตอบ รองลงมาคือขั้นเสนอวิธีคิดและกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นลำดับถัดมาคือขั้น ระบุปัญหา และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ต่ำที่สุด คือ ขั้นวิเคราะห์สาเหตุปัญหา ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะโดยปกติในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูจะคอยกำกับและช่วยชี้แนะ ชี้แจงนักเรียนให้คำนึงถึงเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม รวมทั้งนักเรียนแต่ละคนได้ช่วยกันทำกิจกรรม และครูจะคอยเสริมในสิ่งที่ยังไม่ครอบคลุมให้ตรงตามจุดประสงค์ จึงทำให้กิจกรรมโดยภาพรวมผ่านเกณฑ์ แต่เมื่อให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุจากสถานการณ์และนำมาระบุเป็นคำตอบได้ยังไม่ครอบคลุมสถานการณ์นัก ส่งผลทำให้คำตอบที่ได้ของนักเรียนได้คะแนนน้อยไปจากเกณฑ์การให้คะแนนขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ขั้นตอนการแก้ปัญหา ในขั้นวิเคราะห์สาเหตุปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ผ่านเกณฑ์ต่ำที่สุด แต่ในภาพรวมอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

ซึ่งผลการวิจัยเรื่องนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chuennok (2011) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญอย่างสถิติที่ระดับ .05 และมีนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 75 ของ คะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ Arunpruksakul (2016) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์ โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็น ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกหัวข้อเนื้อหา และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างหัวข้อเนื้อหาที่มีความแตกต่างกัน ($p < .05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งยังเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยได้แทรกการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ลงไปเป็นขั้นต่างๆ ทำให้การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเครื่องมือช่วยแสดงความคิดหรือข้อสรุปให้ออกมาได้ชัดเจนขึ้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนและสาระสำคัญคือ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นหลักและใช้ปัญหาเป็นฐานมาสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ปัญหาเป็นฐาน มาเป็นเครื่องมือในการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย โดยผู้สอนนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหาหรือจำลองสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา เพื่อฝึกฝนกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งถือเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจนได้เห็นถึงทางเลือกและวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา Khemmani (2014, pp. 137-138) ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จึงเน้นขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมหรือนำเข้าสู่ประสบการณ์เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนนั้นเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่ที่เชื่อมกับประสบการณ์เดิม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิดแล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิดนั้น อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทนและยาวนาน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) จึงส่งผลให้ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.20 คิดเป็นร้อยละ 44 มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.53 คิดเป็นร้อยละ 88.43 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนและมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 2.56 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 1.60 และเมื่อพิจารณาแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน โดยมีพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ด้านการประเมินค่ามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด เนื่องด้วยเป็นความสามารถที่นักเรียนสามารถการตัดสินใจ ตีราคาหรือสรุปได้ สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ที่พบว่าในขั้นตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่มีคะแนน

เฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์สูงที่สุดเช่นกัน เพราะนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางแก้ปัญหา นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยการสืบค้นหรือลงมือแก้ปัญหาอันเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และนำความรู้มาแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาด และผู้เรียนสามารถเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล และสามารถสรุปคำตอบหรือคุณค่าอันเกิดจากการคิดแก้ปัญหา และลำดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนรองลงมาตามลำดับ คือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ความเข้าใจ และการสังเคราะห์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อยที่สุด เหตุที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจาก พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านนี้ เป็นความสามารถในการที่ผสมผสานส่วนย่อยๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันอย่างมีระบบ เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่สมบูรณ์และดีกว่าเดิม เป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย การกำหนดวางแผนวิธีการดำเนินงานขึ้นใหม่ หรืออาจจะเกิดความคิดในอันที่จะสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้นมาในรูปแบบหรือแนวคิดใหม่ อาจจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนที่ต้องใช้ระยะเวลาทำให้พฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านการสังเคราะห์ของนักเรียนพัฒนาขึ้น ดังนั้น จึงเป็นด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อยที่สุด แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจอยู่ จากซึ่งผลการวิจัยเรื่องนี้ สอดคล้องกับงานวิจัย Somongdee (2013) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และผลวิจัยของ Niamthiang (2016) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ควบคู่กับเทคนิคช่วยจำวิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ควบคู่กับเทคนิคช่วยจำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ควบคู่กับเทคนิคช่วยจำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานที่ใช้ได้ผลในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นผู้สอนสามารถนำเอารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นที่ครูไม่ควรจะละเลยหรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของนักเรียนจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ๆ การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของนักเรียนซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ ควรเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ หรือส่งเสริมให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมาเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เมื่อพิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์สูงสุด คือ ขั้นตอนตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและประเมินค่าของคำตอบ ขึ้นผ่านเกณฑ์ต่ำที่สุด คือ ขั้นตอนวิเคราะห์สาเหตุปัญหา จากการวิจัย พบว่า นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุจากสถานการณ์และนำมาระบุเป็นคำตอบได้ไม่ครอบคลุมสถานการณ์นัก ส่งผลให้คำตอบที่ได้คะแนนน้อยกว่าเกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรกำกับและชี้แจงนักเรียนให้ตระหนักถึงเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบทดสอบ เพื่อที่นักเรียนจะได้ทำการทดสอบตรงจุดประสงค์ รวมถึงควรศึกษาสาเหตุเพิ่มเติมในปัจจัยอื่นๆ ศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ความพึงพอใจ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเดียวในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบปกติ เนื่องจากเป็นแบบแผนที่สามารถควบคุมอิทธิพลแทรกซ้อนด้วยการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Random Assignment) และมีการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งภายในกลุ่ม โดยใช้ผลก่อนทดลองและหลังการทดลองในแต่ละกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยใช้ผลหลังการทดลองของกลุ่มมาเปรียบเทียบกับกัน ทำให้มีความน่าเชื่อถือจะส่งผลให้งานวิจัยมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

References

- Arunpruksakul, N. (2016). A development of learning achievement and ability in problem-solving in science through problem-based learning in genetics. In *National Education Conference 1st Educational Management for Local Development towards ASEAN Community: New Direction in the 21st Century* (pp. 361–370). Kalasin: Kalasin University. [in Thai]
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Chuenok, W. (2011). The effects of problem-based learning on achievement and problem solving abilities in science of matthayomsuksa 1 students. In *the 1st STOU Graduate Research Conference* (p. 41). Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes “transferring learning” and the importance of eliciting prior understanding. *Journal of the Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Khemmani, T. (2014). *Pedagogy: Knowledge for effective learning process* (18th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Khotsing, S., & Erawan, P., Siwarom, M. (2013). Development of a science instruction model based on problem-based learning to enhance problem solving skills of grade seven students. *Journal of Research Methodology & Cognitive Science*, 11(2), 40-52. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]
- Niamthiang, S. (2016). The effects of 7E inquiry learning cycle activities and mnemonics on endocrine system for mattayomsuksa 5 student. *Journal of Education Naresuan University*, 18(2), 161-170. [in Thai]

- Panich, V. (2013). *The building learning into the 21st century*. Bangkok: The Siam Commercial Foundation. [in Thai]
- Ratanaroutai, T., & Yutakom, N. (2006). Teachers' and students' perception about genetics teaching and learning in disadvantaged Thai high schools. *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities*, 12(3), 313-327. [in Thai]
- Sirimala, L., & Mungsing, W. (2010). Problem solving ability and science learning achievement of mattayomsuksa I students teaching by 7E instructional model. *Journal of Education Graduate Studies Research Khon Kaen University*, 4(2), 112-119. [in Thai]
- Somongdee, T. (2013). The effect of Biology learning in Genetic inheritance. Instruction using the 7E-learning cycle on Achievement, Analytical thinking and scientific attitudes of matthayomsuksa four students. *Rajabhat RambhaiBami Research Journal*, 8(1), 60-67. [in Thai]
- Wongaiam, S. (2016). The development of learning achievement and ability in problems solving thinking in life and environment for grade 10 students using problem based learning. *Journal of Education Naresuan University*, 18(2), 194-201. [in Thai]
- Worakham, P. (2012). Educational research. Kalasin: Prasan Printing. [in Thai]
- Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody problem. *Science Teacher*, 41(4), 16-18.