



การพัฒนากิจกรรมการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากสารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น

The Development of Activity Set for Acid-Base of Chemicals in Daily Life by Using Indicators Made from Common Plants in Locality.

ดุษฎีพร หิรัญ¹, สุรวุฒิ สุดหา²

Dussadeeporn Hirun¹, Surawut Sudha²

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี¹,

โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี²

Art and science faculty of Chaiyaphum Rajabhat university¹,

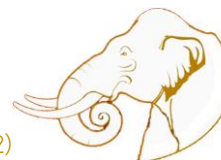
Engineering and industrial technology faculty of Chaiyaphum Rajabhat university²,

Email: dussadee.hirun@gmail.com¹, Email: yimwow@hotmail.com²

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากสารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการทดลองทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 โรงเรียนบ้านเขาวัววิทยายน จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แผนการเรียนรู้ เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากสารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการดำเนินการจัดการเรียนและการลงมือปฏิบัติการทำกิจกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานได้แก่ t-test for dependent sample ผลการวิจัยพบว่า จากการพัฒนาการทดสอบกรด-เบส จากสารสกัดพืชและวัสดุในท้องถิ่น พบว่าสารสกัดที่เหมาะสมการนำมาใช้ในการทดสอบ ได้แก่ ดอกอัญชัน ดอกกะหล่ำปลีม่วง ดอกกล้วยไม้ และดอกกุหลาบ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในเรื่องความเข้าใจของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเบสในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้นักเรียนยังมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยใช้สารสกัดจากพืชธรรมชาติในท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, สารเคมีในชีวิตประจำวัน, สารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น



Abstract

The objectives of this article were to 1) develop acid-base testing activities of chemicals in daily life using indicators extracted from local materials, 2) to compare the learning achievement from the acid-base testing activities of chemicals in daily life, and 3) to study student satisfaction from organizing learning activities by doing chemical tests in daily life using local indicators to promote scientific process skills, fundamentals of science learning subject groups. The sample group used in this research was 30 students in Mathayomsuksa-2 of Ban-Kwao Wittayayon School. The tools used in this research are: Learning activities from acid-base testing activities of chemicals in daily life using indicators extracted from local materials, local student learning comprehension test and the satisfaction questionnaire for the implementation of the learning management and the implementation of the activities. The statistics used to analyze the data were mean, standard deviation, and the statistic used to test the hypothesis was the t-test for dependent sample. The results showed that From the development of acid-base testing activities from plant extracts and local materials. The extracts suitable for testing were butterfly pea, purple cabbage, orchid and rose. There was a significant difference in student understanding between before and after class. where students can tell about changes in acid-base in daily life. In addition, students are satisfied with teaching activities that allow students to get hands-on practice using local natural plant extracts. It can be applied in the promotion of teaching and learning as well.

Keywords: achievement, daily life chemicals, extract from local materials

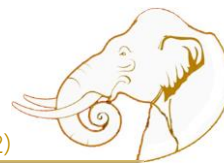
บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับ การพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่สามารถตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะใช้ความรู้ความเข้าใจในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสามารถใช้ทักษะ



ทางวิทยาศาสตร์มาเพื่อพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น โดยสามารถนำความรู้ที่ไปใช้ในการอธิบายได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และเรายังใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานด้านสาขาต่างๆ โดยเราใช้กระบวนการและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ในด้านการสืบค้นข้อมูลและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ จนทำให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา

การจัดกระบวนการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ยังคงยึดเนื้อหาและครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ตลอดเวลา คือ นักเรียนส่วนมากยังไม่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับการสอนมุ่งให้จำเนื้อหามากกว่าการสอนให้เกิดความเข้าใจ และเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาค่อนข้างมาก และครูต้องสอนให้ทันเวลาตามหลักสูตร โดยไม่คำนึงว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้หรือไม่เป็นผลให้นักเรียนบางส่วนหมดความพยายามที่จะเรียนและรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยุกยากน่าเบื่อหน่าย นอกจากนี้ระบบการศึกษาเป็นระบบการแข่งขันจะทำให้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในระหว่างผู้เรียนทำให้ผู้เรียนบางส่วนมีผลการเรียนต่ำ (อุไรวรรณ ภัยจิต และรุ่งนภา ทิพากรฐิติกุล, 2554) และเพื่อเป็นส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน และการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ในด้านการส่งเสริมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสารบูรณาการ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยผู้สอนจึงควรที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสังเกต และทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายในการส่งเสริมการเรียนรู้ โดยใช้บริบทของชุมชนและสิ่งแวดล้อม เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้จากชีวิตประจำวันได้ โดยสร้างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะและความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติจริงสามารถพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เกี่ยวกับการบูรณาการทางด้านวิทยาศาสตร์กับสารในชีวิตประจำวัน อาทิเช่น การศึกษาโดยใช้อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติเพื่อทดสอบสารเคมีในชีวิตประจำวัน มีดังนี้ มยุรฉัตร ชาวเลย (2559 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์ จากสารสกัดของพืชเพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของในวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน พบว่า จากแบบทดสอบการวัดความเข้าใจทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส และแบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจก่อนเรียนและหลังเรียนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถอธิบายกรดและเบสในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี และมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับดี ชญานาถ ช้อนพิมาย (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการทดลองเรื่อง การทดสอบกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน เทคนิคการสอน การมีส่วนร่วมในการทดลอง ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อยู่ในระดับดีมาก สำหรับเรื่องกรด-เบส ที่เกี่ยวข้องกับการ



พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้น สนทรรศน์ มนัส (2555 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ (T) แบบกระดาด เรื่อง กรด-เบส พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าของสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.77 ซึ่งอยู่ในระดับสูง ส่วนคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน โดยเฉลี่ยทุกเนื้อหาเท่ากับ 4.57 เนื้อหาที่นักเรียนได้คะแนนระหว่างเรียนสูงที่สุด คือ พีเอชของสารละลาย นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจเชิงโมโนมิของนักเรียนนั้น พัลยน เย็นสมุทร (2557 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงโมโนมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) บนพื้นฐานแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า การจัดกิจกรรมโดยกิจกรรม POE มีส่วนช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเรื่อง กรด-เบส ได้เป็นอย่างดี สำหรับงานวิจัยที่พัฒนาทักษะของผู้เรียนนั้น ศุภาพิชญ์ กุลธิ (2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส อยู่ในระดับมาก

ผู้วิจัยให้ความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองและให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on) จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการทดลอง มีความก้าวหน้าทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ด้วย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ โดยการลงมือปฏิบัติจริง จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัย จึงศึกษาการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องแล็บ ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำวัตถุดิบที่มีในห้องแล็บที่มีอยู่รอบตัวมาใช้ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เมื่อต้องการทดสอบสารอื่น นอกเหนือจากที่ครูจัดให้ในห้องปฏิบัติการ ส่วนการสอนแบบทดลอง เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริง จดจำได้นาน เพราะการได้สัมผัส สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น สีสันกลิ่น ทำให้ตื่นตัวเร้าใจอยากติดตามและอาจสามารถศึกษาอินดิเคเตอร์ตัวใหม่ พัฒนาต่อยอดไปได้เรื่อยๆ ดังนั้นจากปัญหาและความสำคัญของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ มีความสอดคล้องด้านเนื้อหา เวลา และรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ด้านการส่งเสริมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกสารบูรณาการคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน



วัตถุประสงค์การวิจัย

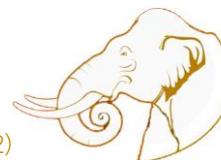
1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการทดลองเรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการทดลอง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำการทดสอบความเป็นกรด-เบส สารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องปฏิบัติการ

การทบทวนวรรณกรรม

การเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on)

การจัดการเรียนการสอนตามแนว Constructivism เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ครูต้องวางแผนการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างดี จะต้องใช้รูปแบบกระบวนการเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้ เช่น การเรียนการสอนโดยการแก้ปัญหา (Problem-Solving) กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (Hand-on Activity) กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ทดลองจริง ได้ทำการทดลอง ได้ทำการทดลองต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ (Hand-on Activity) คือ กิจกรรมภาคปฏิบัติหรือการเรียนรู้ โดยการลงมือทำ ซึ่งตรงกับวลีภาษาอังกฤษ learning by doing (David L.Haury and Peter Rillero, 1994 : 4) ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติหรือจับต้องอุปกรณ์หรือของจริง เนื่องจากการทำปฏิบัติการในรายวิชาวิทยาศาสตร์ บางครั้งถูกจำกัดด้วยงบประมาณของนักเรียน ระยะเวลาอุปกรณ์ โดยเฉพาะโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งไม่มีงบประมาณเพียงพอ แต่การใช้ Hand-on ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องนี้ เพราะครูสามารถจัดอุปกรณ์ให้นักเรียนได้ (Allen Ruby, 1995) การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติยังมีความหมายรวมไปถึงการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะคล้ายกับการสอนปฏิบัติการร่วมกับการสอนแบบบรรยาย กล่าวคือ การเรียนรู้จากการปฏิบัตินักเรียนจะต้องทำการทดลองกับอุปกรณ์จริงคล้ายการทำปฏิบัติการ แต่ไม่มีคู่มือทำปฏิบัติการ โดยจะมีครูเป็นผู้ควบคุมและแจกใบงานทีละน้อยๆ ตอบคำถามสั้นๆ แล้วนักเรียนก็ช่วยกันวิเคราะห์หรือหาข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง หรือเป็นของกลุ่ม ดังนั้นในการศึกษานี้ ประกอบด้วย 3 มิติ คือ มิติการสืบเสาะ มิติโครงสร้าง และมิติการทดลอง โดยการสอบถามและการเสาะแสวงหา เพื่อให้ค้นพบ มิติโครงสร้าง หมายถึง จำนวนของการให้คำแนะนำแก่นักเรียน ซึ่งถ้ามีรายละเอียดมากเกินไป หรือครูคอยชี้แนะตลอดเวลาหรือมากเกินไป นักเรียนจะไม่สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และมิติที่สามด้านการทดลอง การพิสูจน์ค้นพบใช้ในการควบคุมการทดลอง การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ลงมือปฏิบัติและการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ช่วยให้นักเรียนรู้ได้ยิ่งขึ้นและมีการทำงานร่วมกันอย่างกระตือรือร้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่ง Piaget ได้ย้ำถึงความสำคัญของการเรียนรู้จากการลงมือทำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเขาได้ทำการ



วิจัยและพบว่าสภาพแวดล้อมที่จะพัฒนาการเรียนรู้ต้องอุดมไปด้วยประสบการณ์ทางกายภาพ คือสามารถจับต้องได้ (Rutherford, 1993:5, 1989:705)

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย แบบแผนการวิจัยในการศึกษาเป็นกลุ่มเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest design) ซึ่งเป็นการทดลองที่มีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม (X) สังเกตผลการทดลองทดลองสองครั้ง โดยแยกเป็นก่อนทดลอง (O_1) และหลังทดลอง (O_2) ดังนี้

เมื่อ O_1 คือการสอบก่อนจัดการเรียนรู้ (pretest) คือ กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำอินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติ และ O_2 การสอบหลังจัดการเรียนรู้ (posttest)

กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มตัวอย่างในงานการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- ๑) แผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ในชีวิตประจำวัน
- ๒) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก
- ๓) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการทดสอบกรด-เบส

หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส สำนวความพึงพอใจ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ บทบาทผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ แบบสอบถามใช้เกณฑ์ตามมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท (Likert scale) 5 ระดับ ได้แก่ 5 = พึงพอใจมากที่สุด 4 = พึงพอใจ มาก 3 = พึงพอใจปานกลาง 2 = พึงพอใจน้อย และ 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานี้เริ่มจากทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียน (pretest) โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบประมาณ 30 นาที จากนั้น จัดการเรียนรู้ตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมืออินดิเคเตอร์อย่างง่าย จากสารสกัดจากพืชเพื่อใช้ทดสอบกรด-เบส จากสารเคมีในชีวิตประจำวัน จากนั้นสำรวความเข้าใจของนักเรียนหลังเรียน (posttest) โดยใช้ ข้อสอบชุดเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียนแต่มีการนำข้อสอบมาสลับข้อ และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนเสร็จสิ้นแล้ว นำข้อมูลที่ได้เชิงปริมาณมาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่ t-test for dependent sample



ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1. ผลการวิจัย พบว่าผู้วิจัยได้ศึกษาจากวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นที่สามารถหาได้ง่าย จำนวน 11 ตัวอย่างได้แก่ ดอกเฟื่องฟ้า(ม่วง), กะหล่ำปลี (สีม่วง), ดอกดาวเรือง, ดอกอัญชัน, ดอกเข็ม, ดอกกุหลาบ, ดอกชบา, ดอกหางนกยูง, ดอกเฟื่องฟ้า(ชมพูเข้ม), ดอกกล้วยไม้ และใบเตย จากการทดสอบ สารสกัดดังกล่าวด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH 1-14 จากผลการทดสอบ พบว่า สารละลายอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมคือ มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของสีที่ชัดเจนและช่วงการทดสอบครอบคลุมช่วงกรดและเบส จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สารสกัดจากดอกอัญชัน สารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง สารสกัดจากดอกกล้วยไม้ และสารสกัดจากดอกกุหลาบ ดังตารางที่ 1

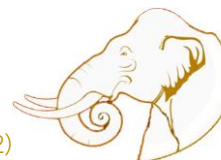
ตารางที่ 1 ช่วงของการเปลี่ยนแปลงค่า pH และเปลี่ยนสีของสารอินดิเคเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลง

สารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น	เปลี่ยนสีในช่วงกรด		เปลี่ยนสีในช่วงเบส	
ดอกอัญชันสีม่วง	pH 1-3	สีแดง - สีม่วง	pH 11-14	สีน้ำเงิน- สีเหลือง
กะหล่ำปลีสีม่วง	pH 1-3	สีชมพู	pH 10-14	สีเขียว-สีเขียวอ่อน
ดอกกล้วยไม้	pH 1-3	สีส้ม-สีชมพู	pH 10-14	สีน้ำเงิน- สีเขียว
ดอกกุหลาบ	pH 1-3	สีแดง-สีแดงอ่อน	pH 11-14	สีเขียวอ่อน-สีเหลืองปนน้ำตาล



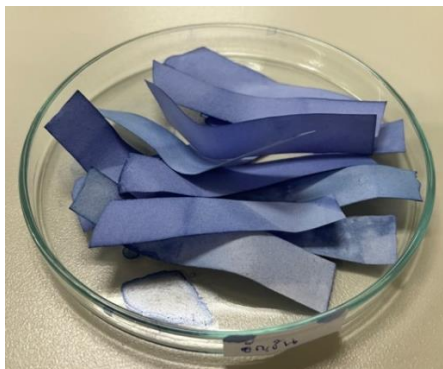
ภาพที่ 1 การเปลี่ยนสีสารสกัดจากดอกอัญชัน กับสารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีค่า pH 1-14 และอินดิเคเตอร์ที่ใช้วัดค่า pH แบบธรรมชาติได้มาจากการสกัดที่มีสีของดอกหรือใบของพืชในท้องถิ่น ซึ่งมีการเปลี่ยนตัวอย่างสีจากสารสกัดจากดอกอัญชัน ซึ่งทดสอบสารละลายพีเอช 1-14 ดังภาพที่ 1

จากตารางที่ 1 อินดิเคเตอร์ที่ใช้สารสกัดจากธรรมชาติ จะสามารถเปลี่ยนแปลงการเกิดสีตามช่วงที่บอกแสดงความเป็นกรด และเป็นเบส ของสารได้จากการสังเกตสีที่มีการเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นการบอกช่วงการเปลี่ยนแปลงค่า pH แบบกว้างๆเท่านั้น และผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้ โดยนำสารสกัดจากพืชธรรมชาติทางใช้ในการทำกระดาษลิตมัสจากธรรมชาติ เพื่อใช้สำหรับการทดสอบความสารที่เป็นกรด - เบส จากเคมีในชีวิตประจำวัน ซึ่งโดยปกติเราสามารถทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารอย่างง่าย โดยใช้กระดาษลิตมัส (สีแดงและสีน้ำเงิน) โดยจะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีของกระดาษลิตมัสโดยกระดาษลิตมัสสีแดง จะใช้ทดสอบ สารละลายเบส โดยสังเกตการณ์เปลี่ยนสีของกระดาษจะเปลี่ยนจากแดง เป็นน้ำเงิน ถ้า



กระดาษลิทมัสสีน้ำเงิน จะใช้ทดสอบ สารละลายกรด โดยสังเกตการณ์เปลี่ยนสีของกระดาษจากน้ำเงินเป็นแดง

โดยกระดาษลิทมัสจากธรรมชาติ จะเลือกมาจากสารสกัดจากพืชธรรมชาติ ที่พบค่าที่มีช่วงการเปลี่ยนสีที่ชัดเจนและเหมาะสม คือพืชทั้ง 4 ชนิดข้างต้น คือ สารสกัดจากดอกอัญชัน สารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง สารสกัดจากดอกกล้วยไม้ ดังตัวอย่างของกระดาษลิทมัสจากสารสกัดจากพืช ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระดาษลิทมัสจากสารสกัดดอกอัญชัน สำหรับการทดสอบกรด-เบส

โดยสามารถนำมาทดสอบ และสังเกตการณ์เปลี่ยนสี โดยกระดาษลิทมัสจากธรรมชาติ สามารถใช้ทดสอบการเปลี่ยนสีได้ทั้งกรดและเบสได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางการเปลี่ยนสีของกระดาษลิทมัสจากธรรมชาติ

ชนิดของกระดาษลิทมัสจาก สารสกัดจากวัสดุธรรมชาติ	การเปลี่ยนสี (ช่วงกรด)	การเปลี่ยนสี (ช่วงเบส)
ดอกอัญชันสีม่วง	สีน้ำเงิน เป็น สีแดง	สีน้ำเงิน เป็นสีเขียวปนเหลือง
กะหล่ำปลีสีม่วง	สีม่วงเป็น สีชมพู	สีม่วง เป็นสีเขียวอ่อน
ดอกกล้วยไม้	สีม่วงอ่อน เป็น สีชมพู	สีม่วงอ่อน เป็นสีเขียวอ่อน
ดอกกุหลาบ	สีส้มอ่อน เป็นสีแดง	สีส้มอ่อน เป็นน้ำตาลอ่อน

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบกรด-เบส จากกระดาษลิทมัสจากธรรมชาติ จากกิจกรรมดังกล่าว นักเรียนสามารถจัดทำได้เอง โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นหรือพืชอย่างง่าย และใช้ต้นทุนต่ำ นักเรียนสามารถหาพืชภายในท้องถิ่นมาสร้างชุดกิจกรรมการทดสอบได้เอง เป็นสารสกัดธรรมชาติที่ไม่เป็นอันตราย และสร้างความภูมิใจและสร้างความสนใจในการลงปฏิบัติในรายวิชาวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ที่ 2. ผลการวิจัยพบว่า ผลการทดสอบความเข้าใจในทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.97 และ 11.47 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 1.29 และ 1.56 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้



ด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติการทดสอบความเป็นกรด-เบส โดยใช้อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติและการทดสอบกรด-เบส ด้วยกระดาษลิตมัสจากสารสกัดธรรมชาติ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

วัตถุประสงค์ที่ 3. ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ ด้านการจัดกิจกรรมของนักเรียนต่อการกิจกรรมการเรียนรู้และการลงมือทำการทดสอบกรด-เบส ด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ และการกระดาษลิตมัสจากสารสกัดธรรมชาติ พบว่า ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าว ไปประยุกต์ใช้กับพืชตัวอย่างชนิดอื่นและนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ คิดเป็นร้อยละค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 รองลงมาคือ คือ นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการลงมือทำแบบทดสอบ และนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะปฏิบัติการการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ตามลำดับความพึงพอใจด้านการจัดกิจกรรมของนักเรียนต่อบทบาทด้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ พบว่า ระดับความพึงพอใจที่มากที่สุดคือ นักเรียนสามารถคิดและแก้ไขปัญหาจากการทดลองได้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 รองลงมาคือ คือ นักเรียนสามารถนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ตามลำดับ และความพึงพอใจ ด้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ พบว่า ระดับความพึงพอใจที่มากที่สุดคือ นักเรียนสามารถคิดและแก้ไขปัญหาจากการทดลองได้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 รองลงมาคือ คือ นักเรียนสามารถนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัย การพัฒนากิจกรรมการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากสารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น เพื่อใช้สำหรับการศึกษาในห้องเรียน วัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า สารละลายอินดิเคเตอร์สกัดจากธรรมชาติที่เหมาะสมคือ มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของสีที่ชัดเจนและช่วงการทดสอบครอบคลุมช่วงกรดและเบส จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สารสกัดจากดอกอัญชัน สารสกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง สารสกัดจากดอกกล้วยไม้ และสารสกัดจากดอกกุหลาบ ซึ่งอินดิเคเตอร์ที่ใช้วัดค่า pH แบบธรรมชาติได้มาจากการสกัดที่มีสีของดอกหรือใบของพืชในท้องถิ่น และจากการสกัดดังกล่าวทั้ง 4 สามารถนำมาพัฒนาและต่อยอดการทดสอบกรด-เบส อย่างง่ายด้วยกระดาษลิตมัส จากสารสกัดจากพืชธรรมชาติ ซึ่งการสกัดสีจากธรรมชาติ สอดคล้องกับ ศศิธร ปรีทองและคณะ. (2553) ศึกษาารูปแบบของสารสกัดจากพืช ซึ่งสารสกัดจากอัญชันสีม่วง กลีบดอกกุหลาบแดง และใบกะหล่ำปลีสีม่วง สารสกัดทุกชนิดมีประสิทธิภาพในการทดสอบความเป็นกรด-เบส ได้ และการศึกษากระดาษลิตมัสดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการทดสอบความเป็นกรด-เบส อย่างง่ายด้วยกระดาษลิตมัส ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ มยุรฉัตร ชาวเลยและเสนอ ชัยรัมย์. (2563) การสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระดาษอย่างง่ายในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาเคมี ของนักเรียนชั้น ม.5 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำ ชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชช่วยส่งเสริมความเข้าใจความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กรด-เบส ในวิชาเคมีได้เป็นอย่างดี



ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า การพัฒนากิจกรรมการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากสารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น เพื่อใช้สำหรับการศึกษาในห้องเรียนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนิกานต์ สุขอร่าม. (2560) พบว่า จากการศึกษาสารสกัดจากธรรมชาติแทนการใช้สารเคมี นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ ของนักเรียนต่อการกิจกรรมการเรียนรู้และการลงมือทำการทดสอบกรด-เบส ด้วยอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ และกระดาษลิตมัสจากสารสกัดธรรมชาติอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองในทุกขั้นตอนส่งผลให้เกิดความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ มยุรฉัตร ชาวเลยและเสนอ ชัยรัมย์. (2563) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์ แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส อย่างยิ่ง นักเรียนได้มีส่วนร่วมในห้องเรียน มาขึ้นจากการได้สร้างชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชได้ด้วยตนเอง และชญาณาด ช้อนพมาย. (2553) จากผลการศึกษา จากการทดสอบความพึงพอใจ ในการทำกิจกรรม การทดสอบ กรด-เบส สร้างเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมาก สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การจัดการเรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำ ชุดทดสอบอินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติ อย่างง่ายด้วยตนเอง สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างความสนใจในการเรียน การทดสอบกรด-กรดของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติ ที่ผู้สอนสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสในการนำพืชที่สนใจ มาประยุกต์ใช้ในการกิจกรรมของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิด และความเข้าใจใน เรื่องการทดสอบกรด-เบส อย่างง่ายได้ และนอกจากนี้ สารสกัดจากพืชธรรมชาติ ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการทำกระดาษลิตมัสเพื่อใช้ในการทดสอบกรด-เบส ได้อีกด้วย เป็นการส่งเสริมการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนตลอดจนทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์จากสารสกัดของพืชอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ และทำให้นักเรียนชอบการทดลองในห้องเรียน อย่างไรก็ตาม นอกจากพืชตัวอย่าง 11 ชนิด ในงานวิจัยนี้แล้ว ยังมีพืช ในท้องถิ่นอีกจำนวนมากที่สามารถนำมาสกัดเพื่อทำอินดิเคเตอร์อย่างง่ายอีก

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ นอกจากสามารถใช้สารสกัดจากพืชมาทำชุดทดสอบอย่าง ทั้งในรูปของสารสกัดและประยุกต์ใช้ ในรูปของการทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสนั้น เรายังสามารถนำไปพัฒนาและต่อยอดการส่งเสริม



การสร้างชุดกิจกรรมที่มีประโยชน์ในการศึกษาให้กับนักเรียนในระดับสูงขึ้นไป ทั้งยังสามารถนำสารสกัดจากพืชธรรมชาติมาใช้ทำแบบทดสอบกรด-เบสด้วยกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ ซึ่งจะสามารถทดสอบความเป็นกรด-เบสได้ละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยควรให้ความสำคัญในพัฒนาการวิจัยครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร.
- ชญาภา ค้อนพิมาย.(2550). การพัฒนากิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องเรียน. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- มยุรฉัตร ชาวเลย. (2559). กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดลองยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืช สำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- มยุรฉัตร ชาวเลยและเสนอ ชัยรัมย์.(2563). การสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระดาษอย่างง่ายเพื่อใช้ในการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, ปีที่ 3 เล่ม1 (ม.ค.-มิ.ย.2563) สืบค้นจาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/article/download/240051>
- พลวัฒน์ เย็นสมุทร. (2557). การพัฒนาความเข้าใจเชิงมีโนมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กิจกรรมการทำนาย-สังเกต-อธิบาย บนพื้นฐานแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ธนิกานต์ สุขอร่าม. (2560). การใช้สีจากธรรมชาติแทนสารเคมีสำหรับผลิตสื่อการเรียน การสอนและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ. มหาวิทยาลัยศิลปากร สืบค้นจาก<http://ithesisir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/2347/1/59301202.pdf>
- ศศิธร ปรีทองและคณะ. (2553). การพัฒนาคุณภาพสารสกัดสีธรรมชาติเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์ กรด-เบส. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.พิษณุโลก
- ศุภาพิชญ์ กุลธิ.(2555). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สนทรรสน์ มั่นส. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไพร่กระดาษ เรื่อง กรด-เบส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- อุไรวรรณ ภัยชิต และรุ่งนภา ทิพากรฐิติกุล. (2554). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียน



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจตุรพักตรพิมานรัชดาภิเษก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเหนือ. 3(พิเศษ): 88-94, มีนาคม-พฤษภาคม, 2554.

Allen ruby. Hand-on Science and Student Achievement. New York: Teachers College;
Columbia University, 1995.

Devid, L. Haury and Peter Rillero. Teaching science through inquiry. London: The Falmer
Preess, 1994.

Tipchai, A., Meewong, C., Wuttisela, K. and Supasorn, S. (2019). Grade-10 students'
conceptual understanding of covalent bonding and molecular shapes from inquiry
learning by using physical models (in Thai). Journal of Science and Science
Education, 2(1), 43-56.

Rutherford, F.J. Hand-on: A means to an end 2061 Today. Science and Children. 1993

Smit, Patty anf Templetom (1994). Instruction Method Effect on Student Attitude and
Achievement. Dissertation abstracts international.