



บทความวิจัย

การสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระต่ายอย่างง่ายเพื่อใช้ในการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส

มยุรฉัตร ขาวเลย¹ และ เสนอ ชัยรัมย์^{2*}

¹หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email: sanoe.c@ubu.ac.th

รับบทความ: 24 กุมภาพันธ์ 2563 บทความแก้ไข: 10 มีนาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 25 มีนาคม 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระต่ายอย่างง่ายในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ซึ่งกำลังเรียนหัวข้อ กรด-เบส รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวโดยใช้การทดสอบก่อนและหลังเรียนเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระต่ายอย่างง่ายแบบทดสอบวัดความเข้าใจทางการเรียนเรื่องกรด-เบสและแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามลำดับ ผลการทดสอบค่าทีที่ระดับ .05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 3.57, ส่วนเบี่ยงเบน = 2.24) และหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย = 7.73, ส่วนเบี่ยงเบน = 3.74) ซึ่งบ่งชี้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระต่ายจากสารสกัดของพืชช่วยส่งเสริมความเข้าใจความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กรด-เบส ในวิชาเคมีได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความพึงพอใจการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำ อินดิเคเตอร์แบบกระต่าย สารสกัดจากพืช กรด-เบส

อ้างอิงบทความนี้

มยุรฉัตร ขาวเลย และเสนอ ชัยรัมย์. (2563). การสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระต่ายอย่างง่ายเพื่อใช้ในการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(1), 61-72.

Research Article

Fabrication of simple paper-based indicator for using in acid-base learning

Mayurachat Chawloei¹ and Sanoe Chairam^{2*}

¹*Program of Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University*

²*Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University*

**Email: sanoe.c@ubu.ac.th*

Received <24 February 2020>; Revised <10 March 2020>; Accepted <25 March 2020>

Abstract

This study aimed to investigate the fabrication of simple paper-based indicator from plant extracts for promoting student's learning in the chemistry classroom. The sample in this study was 30 grade 11 students who were studying acid-base. The experimental design based on one group pre- and post-tests was used for conducting this research. The instrument used in this study consisted of hands-on activities for the fabrication of simple paper-based indicator from plant extracts, acid-base chemistry diagnostic tests and questionnaire, respectively. The t-test ($p < 0.05$) showed statistically significant differences between before (mean = 3.57, S.D. = 2.24) and after treatment (mean = 7.73, S.D. = 3.74) indicating that the teaching approach using hands-on activities the fabrication of simple paper-based indicator from plant extracts can be used very well to enhance student's learning in acid-base in the chemistry classroom. Moreover, students also satisfied the learning activities in the good level.

Keywords: Hands-on activities, Paper-based indicator, Plant extracts, Acid-base

Cite this article:

Chawloei, M. and Chairam, S. (2020). Fabrication of simple paper-based indicator for using in acid-base learning (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 3(1), 61-72.

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้น มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผลอย่างใดก็ตาม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยังคงยึดเนื้อหาและครูเป็นเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย (Faikhamta, 2008) โดย Phornphisutthimas (2013) ได้ชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีมาก่อนกับสิ่งใหม่ที่กำลังเรียนรู้โดยครูทำหน้าที่สนับสนุนเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์และกรด-เบสก็เป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชาเคมี กรด-เบสเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในเนื้อหาที่สูงขึ้น เช่น สมดุลเคมี เทอร์โมไดนามิกส์ ไฟฟ้าเคมี เป็นต้น หนังสือเรียนรายวิชาเคมีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กล่าวถึงกรด-เบสไว้ว่า สารละลายกรดทุกชนิดมีไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติเป็นกรด ทำให้สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ส่วนสารละลายเบสทุกชนิดมีไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติเป็นเบส ทำให้สารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2019) เครื่องมือที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติความเป็นกรด-เบสหรือวัดค่าพีเอช (pH) ของสารละลายนั้นเรียกว่า อินดิเคเตอร์ โดยทั่วไป อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ อินดิเคเตอร์จากสารสังเคราะห์และอินดิเคเตอร์จากสารธรรมชาติ สำหรับอินดิเคเตอร์จากสารสังเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ มีสมบัติเป็นกรดอ่อนและที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ เช่น ฟีนอล์ฟทาเลอิน (phenolphthalein) ส่วนอินดิเคเตอร์จากสารธรรมชาติได้มาจากสารสกัดที่มีสีจากส่วนที่เป็นดอกหรือใบของพืชในท้องถิ่น เช่น อัญชัน

งานวิจัยทางเคมีศึกษาที่เกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องกรด-เบสที่น่าสนใจ ได้แก่ Pholdee and Supasorn (2011) ได้ใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน จำนวน 6 ชุด เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอยู่ในระดับมาก Supasorn (2011) ได้ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้การทดลองเคมีแบบสืบเสาะในระดับชาติยังมีน้อย ถึงแม้ว่าการทดลองเคมีแบบดั้งเดิมซึ่งได้รับความนิยมมากในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่ไม่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ Nakasenee, Pimthong and Pornsilapatip (2015) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี พบว่า นักเรียนใช้องค์ประกอบของสารในการพิจารณาว่าสารชนิดใดเป็นกรด-เบส เช่น สารที่เป็นกรดคือสารที่มี H^+ ส่วนเบสคือสารที่แตกตัวได้ OH^- นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันในการอธิบายความเป็นเบสของสาร เช่น เบสคือสารที่สัมผัสแล้วลื่น มีรสฝาด ไม่เปรี้ยวและไม่กัดกร่อน

อินดิเคเตอร์แบบกระดาษยังสามารถจำแนกอินดิเคเตอร์ได้ 2 ชนิด ได้แก่ ลิทมัส (litmus) และยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ (universal indicator) ในการตรวจสอบสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ลิทมัสระบุแต่เพียงว่าสารละลายเป็นกรดหรือเป็นเบสเท่านั้น แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าสารละลายมีความเป็นกรดหรือเบสมากน้อยเพียงใด ส่วนยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์สามารถระบุความเป็นกรด-เบสและสามารถระบุช่วงพีเอชของสารละลายได้ละเอียดกว่าลิทมัส อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนโดยใช้การทดลองเคมีแบบสืบเสาะเรื่องกรด-เบสของสารเคมีในชีวิตประจำวันยังมีน้อย Sonpimai (2007) ได้พัฒนากิจกรรมการทดลอง เรื่องการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีใน

ชีวิตประจำวันโดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องถิ่น กิจกรรมการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารละลายใช้อินดิเคเตอร์จากพืช 4 ชนิด ได้แก่ น้ำคั้นกะหล่ำปลีสีม่วง ดอกอัญชัน ขมิ้นชัน และสาบเสือ เพื่อสารละลายตัวอย่าง 9 ชนิด ได้แก่ สบู่เหลว ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน น้ำมะนาว น้ำยาซักผ้าขาว น้ำกลั่น น้ำเกลือ น้ำส้มสายชู และน้ำปูนใส ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้น การทดลองเคมีแบบสืบเสาะสมควรได้รับการส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ในห้องเรียนมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอ การทดลองเคมีแบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชในชีวิตประจำวันเพื่อใช้ในการเรียนรู้กรด-เบสในห้องเรียนเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี

วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชในชีวิตประจำวันเพื่อใช้ในการเรียนรู้กรด-เบสในห้องเรียนเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

อุปกรณ์สารเคมีและวิธีการทดลอง

อุปกรณ์สารเคมีและวิธีการทดลองที่ใช้ในปฏิบัติการทดลองการสร้างกระดาดอินดิเคเตอร์อย่างง่ายประกอบด้วย กระดาดกรอง เบอร์ 1 ดอกหรือใบของพืชที่มีสีในชีวิตประจำวัน ได้แก่ กะหล่ำปลีสีม่วง อัญชัน กุหลาบแดง กล้วยไม้ ขมิ้นชัน ดาวเรือง เข้มแดง สีสาวตีสีขาว เฟืองฟ้าสีแดง และหางนกยูงฝรั่ง เครื่องให้ความร้อน (hot plate) ปีกเกอร์ ขวดเก็บ แท่งแก้วคนสาร สารละลายบัฟเฟอร์ พีเอช 1-10 น้ำกลั่น เทียนไข หลอดหยด กรรไกร และดินสอ

วิธีการทดลอง

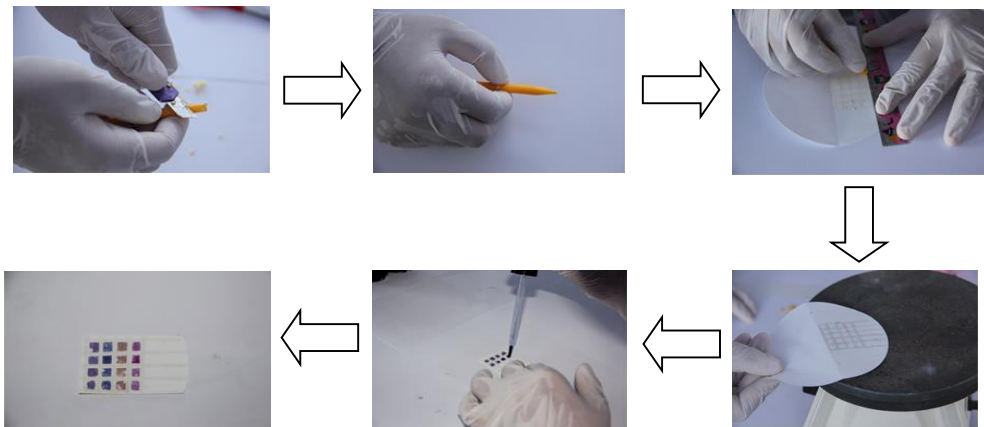
1. สกัดสีจากดอกหรือใบของพืชโดยคั้นดอกหรือใบโดยใช้ผ้าเป็นตัวทำละลายในปีกเกอร์ จากนั้นศึกษาการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดโดยนำสารสกัดจากพืชไปทดสอบในสารละลายบัฟเฟอร์ พีเอช 1-14 เมื่อไม่ได้ใช้งาน ให้เก็บสารสกัดจากดอกหรือใบของพืชแต่ละชนิดในขวดเก็บสารสีแล้วเก็บในตู้เย็น
2. สร้างอินดิเคเตอร์แบบกระดาดโดยนำเทียนไขที่เหลาให้คล้ายไส้ดินสอมาขีดช่องลงบนกระดาดกรองเบอร์ 1 แต่ละช่องมีความกว้าง 0.7 เซนติเมตร จำนวน 4 ช่อง โดยเลียนแบบตามกระดาดยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ จากนั้นนำกระดาดกรองไปอังบนเครื่องให้ความร้อนประมาณ 1 นาที ความร้อนจะทำให้เทียนหลอมเหลวและซึมตามแถวแบ่งช่อง
3. จากข้อ 1 นำสารสกัดจากดอกหรือใบของพืชที่ให้การเปลี่ยนสีที่หลากหลาย ได้แก่ กะหล่ำปลีสีม่วง อัญชัน กุหลาบและกล้วยไม้ มาหยดสารสกัดจากพืชลงบนช่องของกระดาดกรอง แต่ละช่องให้หยดด้วยสารสกัดจากพืชเพียงตัวเดียวเท่านั้น เทียนจะเป็นแนวกั้นน้ำสารสกัดสีจากพืช ทั้งกระดาดไว้ให้แห้งก่อนที่จะนำไปใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบส ทั้งนี้ ขั้นตอนของการสร้างกระดาดอินดิเคเตอร์อย่างง่ายจากสารสกัดจากพืชแสดงดังภาพที่ 1

วิธีการดำเนินการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

แบบแผนการวิจัย แบบแผนการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) ซึ่งเป็นแบบทดลองที่มีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม (X) สังเกตผลการทดลองสองครั้ง โดยแยกเป็นก่อนทดลอง (O_1) และหลังทดลอง (O_2) ดังนี้

$$O_1 \text{-----} X \text{-----} O_2$$

เมื่อ O_1 คือ การสอบก่อนจัดการเรียนรู้ (pretest) X คือ กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืช และ O_2 คือ การสอบหลังจัดการเรียนรู้ (posttest)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนของการสร้างกระดาษอินดิเคเตอร์อย่างง่ายจากสารสกัดจากพืช

กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มตัวอย่างในงานการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งกำลังเรียนเนื้อหา กรด-เบส นักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนในระดับ ต่ำ-ปานกลางและได้กำหนดรหัส (Code) ในการระบุนักเรียนแต่ละคนแทนการระบุตัวตนที่แท้จริงของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ในเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีจำนวนทั้งหมด 25 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จากนั้น นำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนอาสาสมัครที่เคยเรียนเนื้อหาของกรด-เบส แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก-ง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ขั้นตอนสุดท้าย คัดให้เหลือเพียง 20 ข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยแบ่งเป็นข้อสอบที่วัดความจำ 7 ข้อ วัดความเข้าใจ 8 ข้อ และวัดการนำไปประยุกต์ใช้ 5 ข้อ โดยมีเนื้อหาของทฤษฎีกรด-เบส 5 ข้อ การแตกตัวของกรดและเบส 5 ข้อ พิเอชของสารละลาย 4 ข้อ และอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส 5 ข้อ ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้แสดงดังภาพที่ 2 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ใช้สอบก่อน-หลังในการศึกษาครั้งนี้เป็นชุดเดียวกัน

Tipchai (2019) ได้นำกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบ 5Es มาใช้ใน ห้องเรียนเคมี ในงานวิจัยนี้ กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชตามที่ใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบ 5Es ด้วยเช่นกัน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูจะอธิบายความสำคัญของการใช้อินดิเคเตอร์สำหรับทดสอบสารละลายกรด-เบส ในชีวิตประจำวัน (2) ขั้นสำรวจและค้นหา ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำพืชดอกทั้ง 10 ชนิด (กะหล่ำปลีสีม่วง อัญชัน กุหลาบแดง กล้วยไม้ ขมิ้นชัน ดาวเรือง เข็มแดง สีสาวดี เพ็ญฟ้า ทางนกยูงฝรั่ง) เพื่อใช้ในการสร้างชุดทดสอบอินดิเคเตอร์จากกระดาษด้วยสารสกัดของพืชและทดสอบสารละลายตัวอย่างในชีวิตประจำวัน (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ แปลผล และนำเสนอผลที่ได้

โดยมีครูร่วมอภิปราย (4) ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนนำอินดิเคเตอร์แบบกระดาษไปทดสอบสารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ระหว่างในห้องเรียนกับนอกห้องเรียน และ (5) ขั้นประเมิน ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้ทดลอง

5. เมื่อนำน้ำทิ้งจากโรงงานแห่งหนึ่งมากรองได้สารละลายใสไม่มีสี แบ่งสารละลายมาเติมด้วยอินดิเคเตอร์ต่างๆ ได้ผลดังนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนตามปกติ	สีที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนตามปกติ	สีของสารละลายหลังจากเติมอินดิเคเตอร์ลงไป
เมทิลเรด	3.8-6.3	แดง-เหลือง	ส้ม
ลิตมัส	5.8-8.1	แดง-น้ำเงิน	ม่วง
ฟีนอลเรด	6.6-8.3	เหลือง-แดง	เหลือง
เมทิลออเรนจ์	3.1-4.4	แดง-เหลือง	เหลือง
โบรโมไทมอลบลู	6.0-7.1	เหลือง-น้ำเงิน	เขียวอมเหลือง

พีเอช (pH) ที่ถูกต้องของสารละลายควรอยู่ในช่วงใด

ก. 5.8 - 6.0

ข. 6.3 - 6.6

ค. 6.0 - 6.3

ง. 6.6 - 7.15

ภาพที่ 2 ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส

แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ดังต่อไปนี้ 5 = ความพึงพอใจมากที่สุด 4 = ความพึงพอใจมาก 3 = ความพึงพอใจปานกลาง 2 = ความพึงพอใจน้อย และ 1 = ความพึงพอใจน้อยที่สุด และมีเกณฑ์ในการแปลความหมายเป็นดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ด้วยกระดาษอินดิเคเตอร์อย่างง่ายจากสารสกัดจากพืช สำนวความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ บทบาทผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ จำนวน 15 ข้อ แบบสอบถามใช้เกณฑ์ตามมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert scale) 5 ระดับ ได้แก่ 5 = พึงพอใจมากที่สุด 4 = พึงพอใจมาก 3 = พึงพอใจปานกลาง 2 = พึงพอใจน้อย และ 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้เริ่มจากการสำรวจความเข้าใจของนักเรียนก่อนเรียน เรียน (pretest) ในเนื้อหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบประมาณ 30 นาที จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือทำกระดาษอินดิเคเตอร์อย่างง่ายจากสารสกัดจากพืชเพื่อใช้ศึกษากรด-เบส ในห้องเรียนเคมี จากนั้น สำนวความเข้าใจของนักเรียนหลังเรียน (posttest) โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียนในเวลาเท่ากัน สุดท้าย นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนเสร็จสิ้นแล้ว นำข้อมูลที่ได้ทั้ง

ทั้งก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าต่ำสุด (min) ค่าสูงสุด (max) ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนความก้าวหน้าหาได้จาก $(\%post - \%pre) \times 100$ สุดท้ายนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปแสดงผลในรูปของกราฟหรือตารางต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยและอภิปรายผลทางวิทยาศาสตร์

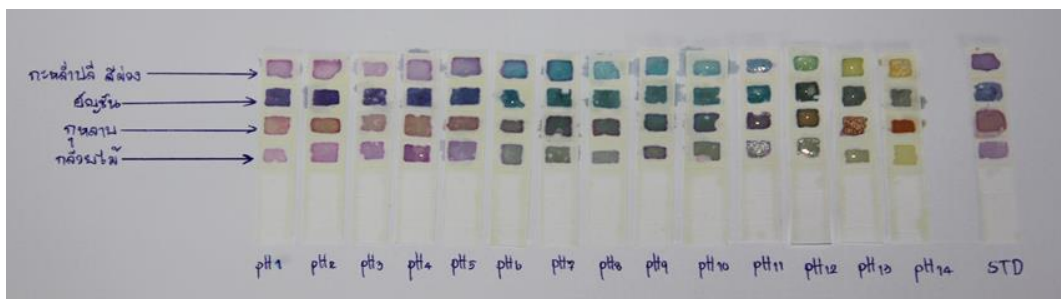
หลังจากที่สกัดสีจากส่วนที่เป็นดอกหรือใบของพืช จากนั้นนำมาศึกษาการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดโดยนำสารสกัดจากพืชไปทดสอบในสารละลายบัฟเฟอร์ พีเอช 1-14 โดยหยดสารสกัดจากพืชลงบนช่องของกระดาษกรองที่เตรียมไว้ แต่ละช่องให้หยดด้วยสารสกัดจากพืชเพียงตัวเดียวเท่านั้น สุดท้ายนำไปใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบส พบว่า ช่วงการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากพืชในสารละลายบัฟเฟอร์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากพืชในสารละลายบัฟเฟอร์ พีเอช 1-14

พืช	ช่วงการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากพืชในสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH 1-14													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. กะหล่ำปลี สีม่วง	แดง		ชมพูอมม่วง				น้ำเงินเข้ม				เหลือง			
2. อัญชัน	แดง		น้ำเงิน				เขียวอมฟ้า							
3. กุหลาบแดง	ชมพู		ชมพูอมม่วง				ดำอมเขียว				เหลืองเข้ม			
4. กล้วยไม้ สีม่วง	ชมพู		ชมพูอมม่วง				น้ำเงิน-น้ำเงินอมเขียว				เหลือง			
5. ขมิ้นชัน	เหลือง							แดงส้ม						
6. ดาวเรือง	เหลือง							เหลืองอมเขียว				เหลือง		
7. เข็มแดง	ชมพู					น้ำตาลอ่อน						เหลืองเข้ม		
8. หางนกยูง ฝรั่ง	ชมพู										เขียว			
9. เฟื่องฟ้า สีแดง	ชมพู-ชมพูเข้ม							น้ำตาล-เขียว				เขียว		
10. ลีลาวดี สีขาว	สารละลายใสไม่มีสี							เหลือง						

เมื่อพิจารณาจากช่วงการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดในสารละลายบัฟเฟอร์ พีช 4 ชนิด ที่มีการช่วงการเปลี่ยนแปลงของสีที่หลากหลาย ได้แก่ กะหล่ำปลีสีม่วง อัญชัน กุหลาบและกล้วยไม้ แสดงดัง

ภาพที่ 3 เมื่อนำกระดาษอินดิเคเตอร์ต้นแบบ (STD) ไปทดสอบด้วยสารละลายแต่ละพีเอช ตั้งแต่ 1-14 พบว่า ชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชให้การเปลี่ยนสีที่ใกล้เคียงกับยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ เมื่อพีเอช < 7 ซึ่งเป็นกรด แถบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่จะมีสีแดง/ส้ม/เหลือง ส่วนแถบสีของอินดิเคเตอร์แบบกระดาษบางแถบสีจะมีสีส้ม/เหลือง เมื่อพีเอช 7 ซึ่งเป็นกลาง แถบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่จะมีเขียว ส่วนแถบสีของอินดิเคเตอร์แบบกระดาษส่วนใหญ่ก็มีสีเขียวด้วยเช่นเดียวกัน เมื่อพีเอช > 7 ซึ่งเป็นเบส กรด แถบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่จะมีสีน้ำเงิน/ม่วง ส่วนแถบสีของอินดิเคเตอร์แบบกระดาษบางแถบจะมีสีม่วง แต่ส่วนใหญ่จะมีสีเขียว/เหลือง จะเห็นได้ว่า อินดิเคเตอร์แบบกระดาษมีความหลากหลายในการเปลี่ยนสีในช่วงพีเอช 1-14 ดังนั้น จึงได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชในชีวิตประจำวันเพื่อใช้ในการเรียนรู้กรด-เบสในห้องเรียนเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้นักเรียนนำสารสกัดจากดอกหรือใบของกะหล่ำปลีสีม่วง อัญชัน กุหลาบและกล้วยไม้ไปสร้างกระดาษอินดิเคเตอร์อย่างง่ายเพื่อนำไปเรียนรู้กรด-เบสในห้องเรียนเคมีต่อไป



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนสีของชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชด้วยสารละลายแต่ละพีเอช

ผลการวิจัยและอภิปรายผลทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง กรด-เบส ทั้งก่อนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นดังนี้จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน นักเรียนทั้งหมด 30 คน ก่อนเรียน คะแนนต่ำสุดอยู่ที่ 0 คะแนน ส่วนคะแนนสูงสุดอยู่ที่ 8 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมีค่าเท่ากับ 3.57 และ 2.24 ตามลำดับ หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืช ผลการทดสอบค่าที่ที่ระดับ .05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 3.57, ส่วนเบี่ยงเบน = 2.24) และหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย = 7.73, ส่วนเบี่ยงเบน = 3.74) ดังแสดงในตารางที่ 2 ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาษจากสารสกัดของพืชมีส่วนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนในวิชาเคมี ได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจทางการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กรด-เบส (นักเรียน 30 คน)

การสอบ	คะแนนเต็ม	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	0	8	3.57	2.24	11.82*	.000
หลังเรียน	20	3	16	7.73	3.74		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถึงแม้ว่าผลการเปรียบเทียบค่าทางสถิติพื้นฐานจากค่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนจะบ่งชี้ว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชมีพัฒนาการทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้น แต่แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนไม่ได้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้เป็นอย่างไร ดังนั้น จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องแจกแจงคะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง กรด-เบส ก่อนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

นักเรียน (คนที่)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า (%)	นักเรียน (คนที่)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า (%)
1	8 ⁺	15	35	16	2	5	15
2	7	13	30	17	2	4	10
3	8 ⁺	16 ⁺	40	18	3	6	15
4	6	14	40	19	4	5	5
5	5	12	35	20	0 ⁺	4	20
6	6	10	20	21	4	7	15
7	5	9	20	22	4	9	5
8	2	7	25	23	4	10	30
9	2	6	20	24	3	6	15
10	1	6	25	25	3	5	10
11	4	9	25	26	4	10	30
12	7	13	30	27	1	3	10
13	2	6	20	28	0 ⁺	3 ⁺	15
14	4	6	10	29	3	5	10
15	3	5	10	30	0 ⁺	3 ⁺	15

⁺คะแนนต่ำสุดของการสอบแต่ละครั้ง ⁺คะแนนสูงสุดของการสอบแต่ละครั้ง

จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจทางการเรียนรู้ก่อนเรียน นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุดมีทั้งหมด 3 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 20, 28 และ 30 ส่วนนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดมีทั้งหมด 2 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 1 และ 3 และเมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจทางการเรียนรู้หลังเรียน นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุดมีเพียง 2 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 28 และ 30 ส่วนนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดมีเพียง 1 คน นั่นคือ นักเรียนคนที่ 3 จากตารางแจกแจงคะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนที่ได้คะแนนต่ำสุดและสูงสุดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนยังคงมีแนวโน้มเป็นคนเดิม อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชมีส่วนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจแนวคิดในเรื่อง กรด-เบส มากขึ้น ดังจะเห็นได้เปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

หลังจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืช ผลการสำรวจจากการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้ (ตารางที่ 4) ด้านที่ 1 บทบาทของครูผู้สอน ส่วนใหญ่แต่ละข้อที่สำรวจมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 4.50 และมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.73 (S.D. 0.41) ซึ่งอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด บ่งชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีความพอใจในบทบาท

ของครูในการจัดการเรียนรู้มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมากที่สุด ด้านที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้การลงมือทำชุดอินดิเคเตอร์ แต่ละข้อที่สำรวจมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.92-4.67 และมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.30 (S.D. 0.48) บ่งชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีความพอใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงและได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่มของนักเรียน อย่างไรก็ตาม ประเด็นข้อที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.92 ซึ่งต่ำที่สุดด้านนี้ กิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชน่าจะเป็นกิจกรรมที่มีขั้นตอนซับซ้อนกว่ากิจกรรมการสร้างอินดิเคเตอร์แบบกระดาดทั่วไป ด้านที่ 3 ประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ แต่ละข้อที่สำรวจมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.25- 4.67 และมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.43 (S.D. 0.49) ซึ่งอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก บ่งชี้ให้เห็น นักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส อย่างยิ่ง นักเรียนได้มีส่วนร่วมในห้องเรียนมากขึ้นจากการได้สร้างชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Sonpimai (2007) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการทดลองเรื่องการทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องถิ่น

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชในวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

รายการคำถาม	ร้อยละความพึงพอใจของนักเรียน					เฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1		
ด้านที่ 1 บทบาทของครูผู้สอน							
1. ก่อนทำการทดลอง ครูได้บรรยายวัตถุประสงค์การทดลองต่อนักเรียนอย่างชัดเจน	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00	4.83	0.39
2. ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูให้ความเป็นมิตรกับนักเรียน	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00	4.83	0.39
3. ในระหว่างทำการทดลอง ครูให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00	4.92	0.29
4. ในระหว่างทำการทดลอง ครูให้ความสนใจที่จะตอบคำถามของนักเรียนเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย	41.67	58.33	0.00	0.00	0.00	4.42	0.51
5. ในระหว่างทำการทดลองครูกระตุ้นให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในกลุ่มย่อย	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	4.67	0.49
เฉลี่ยรวม	73.34	26.66	0.00	0.00	0.00	4.73	0.41
ด้านที่ 2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้การลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์							
1. การทดลองนี้ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืช	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	4.67	0.49
2. ในการทดลองนี้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการออกแบบการทดลองในเรื่อง การลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืช	8.33	75.00	16.67	0.00	0.00	3.92	0.51

รายการคำถาม	ร้อยละความพึงพอใจของนักเรียน					เฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1		
3. ในการทดลองนี้ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้ผลการทดลอง เพื่อสนับสนุนการสรุปผลการทดลองของนักเรียน	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	4.25	0.45
4. ในการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่า นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	4.25	0.45
5. ในการทดลองนี้ ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากที่จะหรือมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์	41.67	58.33	0.00	0.00	0.00	4.42	0.51
เฉลี่ยรวม	33.34	63.32	3.34	0.00	0.00	4.30	0.48
ด้านที่ 3 ด้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ							
1. ในการทดลองนี้นักเรียนสามารถนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	4.25	0.45
2. ในการทดลองนี้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	4.25	0.45
3. ในการทดลองนี้ นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.52
4. ในการทดลองนี้ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	4.67	0.49
5. ในการทดลองนี้ นักเรียนรู้จักและใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.52
เฉลี่ยรวม	43.33	56.67	0.00	0.00	0.00	4.43	0.49

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดอย่างง่ายด้วยตนเองจากสารสกัดของพืชสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนในห้องเรียนวิชาเคมีได้เป็นอย่างดี ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิด เรื่อง กรด-เบส สูงขึ้น ตลอดจนทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือทำชุดทดสอบอินดิเคเตอร์แบบกระดาดจากสารสกัดของพืชอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือและทำให้นักเรียนชอบการทดลองในห้องเรียน อย่างไรก็ตาม นอกจากพืชตัวอย่าง 10 ชนิด ในงานวิจัยนี้แล้ว ยังมีพืชในห้องอื่นอีกจำนวนมากที่สามารถนำมาสกัดเพื่อทำอินดิเคเตอร์แบบกระดาดอย่างง่ายอีกเป็นจำนวนมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการสนับสนุนภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีและกลุ่มตัวอย่างวิจัยจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- Faikhamta, C. (2008). Learning implementation based on Inquiry process (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 11(1), 36-38.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). **Chemistry No. 4** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Nakasenee, J., Pimthong, P. and Pornsilapatip, P. (2015). The study of grade 11th students' acid-base conceptions (in Thai). **Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning**, 6(1), 70-83.
- Pholdee, S. and Supasorn, S. (2011). Enhancement of learning achievement of acid-base by using science inquiry context-based (SICB) learning packages (in Thai). **KKU Research Journal**, 1(2), 45-66.
- Phornphisutthimas, S. (2013). Learning management of science in 21st century (in Thai). **Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning**, 4(1), 55-63.
- Sonpimai, C. (2007). The development of experimental activity on acid-base testing of chemicals in everyday life by using local indicators (in Thai). **Master's Independent Study**. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University.
- Supasorn, S. (2011). Science inquiry process in high school chemistry experiments: A review of science education research studies from Ubon Ratchathani University (in Thai). **Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus**, 22(3), 331-343.
- 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.