ผลของการใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์

ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต[1*] แพน ทองเรือง[1] และอลิสา เสนามนตรี[2]

[1]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ วัฒนา กรุงเทพฯ 10110
และ [2]ภาควิชาชีวเคมี วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า พญาไท กรุงเทพฯ 10400
[*]E-mail: piyarats@swu.ac.th

รับบทความ: 5 กันยายน 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 20 พฤศจิกายน 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร และศึกษาประสิทธิผลทางการเรียนของนิสิตชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นิสิตชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งลงทะเบียนเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป (คม 190) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 49 คน โดยใช้กลุ่มเป็นหน่วยการสุ่มอย่างง่ายได้ 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 27 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 22 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร แบบทดสอบระหว่างการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของการทดลองเสมือนด้วยค่า E_1/E_2 โดยกำหนดเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 80/80 สถิติที และสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร โดยการศึกษานำร่องกับนิสิตชั้นปีที่ 1 สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร มีประสิทธิภาพ 80.67/83.05 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่กำหนดไว้ จากการทดสอบกับกลุ่มที่ศึกษา พบว่า นิสิตที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างนิสิตที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือนและนิสิตที่เรียนรู้แบบปกติ พบว่า นิสิตทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ($p < .05$)

คำสำคัญ: บทเรียนโปรแกรม ออนไลน์ ปฏิบัติการเคมี ระบบออนไลน์

Effect of an Online Chemical Introduction Program for First-Year Undergraduates in the Faculty of Science

Piyarat Dornbundit[1*], Pan Tongraung[1] and Alisa Senamontri[2]

[1]Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok 10110, Thailand, and [2]Pramongkutklao College of Medicine, Phayathai, Bangkok 10400, Thailand

[*]E-mail: piyarats@swu.ac.th

Abstract

The purposes of this study aimed at developing online chemical introduction program to study the learning efficiency of the first-year chemistry undergraduates, Faculty of Science, Srinakharinwirot University. The participants consisted of 49 students who enrolled into General Chemistry Laboratory (CH190) course in the second semester of academic year 2014. They were separated into 2 groups by using the simple random sampling, i.e., 27 students in the controlled group as well as 22 students in the experimental group. The research instruments were an Online Chemical Introduction Program, sub-testing form and learning achievement test. The data were statistically analyzed to investigate the effectiveness of the experiment using E_1/E_2 which should not be less than the criteria 80/80. The *t*-test, and descriptive statistics (i.e., percentage, mean and standard deviation) were also used. The program on separation techniques was tested in a pilot study with 30 first-year students, Faculty of Science, Srinakharinwirot University. The findings revealed that the program gained the effectiveness of 80.67/83.05 which reached the criteria of E_1/E_2. The finding with participant groups showed that the students who learned by using the program had significantly higher achievement than those before learning ($p < .05$). When comparing between students learned with the virtual practical and regular education, the achievements of students learned with the virtual practical were higher than those learned with regular education ($p < .05$).

Keywords: Programmed instruction, Online, Chemical practical, Undergraduate level

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาทั้งด้านองค์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน ดังนั้นการจัดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาเคมีจึงจำเป็นต้องจัดให้ผู้เรียนได้

ลงมือทำปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการบูรณาการองค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน กล่าวคือ กิจกรรมปฏิบัติการจะพัฒนาทักษะของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคปฏิบัติการ เช่น การสังเกต การจำแนก การใช้เครื่องมือในปฏิบัติการ พร้อมไปกับการประยุกต์ใช้ความรู้และการสร้างกระบวนการทางความรู้และใช้กระบวนการสืบเสาะเพื่อกำหนดตัวแปรและลงข้อสรุป พร้อมทั้งปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ในการทำงานอย่างนักวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลา (Phornphisutthimas, 2008) ดังนั้นการเตรียมความพร้อมก่อนการลงมือทำปฏิบัติการของผู้เรียนจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสพิจารณาไตร่ตรอง เตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ และมีงานวิจัยหลายชิ้นที่บ่งชี้ว่า เมื่อการทดลองทำปฏิบัติการมีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่กำลังศึกษา จะช่วยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น (Ditcharoen et al., 2014; Phornphisutthimas, 2007)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สำหรับผู้เรียนชั้นปีที่ 1 ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษาที่ 1 ของทุก ๆ ปีการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีความรู้และความพร้อมสำหรับปฏิบัติการทางเคมีในระดับต่ำ โดยเฉพาะเรื่อง เทคนิคปฏิบัติการและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผู้สอนไม่มีเวลาเพียงพอในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องเทคนิคปฏิบัติการที่มีรายละเอียดมาก และการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นการสอนด้วยวิธีบรรยายที่ผู้เรียนสามารถเข้าฟังการบรรยายของผู้สอนได้เพียงครั้งเดียว แต่สมองของมนุษย์มีขีดจำกัดจึงยากที่ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้มากตามความต้องการของผู้สอนในเวลาจำกัด โดยเฉพาะเนื้อหาสาระในคู่มือปฏิบัติการที่มีทั้งวิธีการและกระบวนการทดลอง เทคนิคปฏิบัติการ ตลอดจนคำศัพท์เทคนิคเฉพาะที่ใช้ในคู่มือ ซึ่งทั้งหมดนี้บรรจุได้เพียงความจำระยะสั้นของสมองเท่านั้น จากการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในระดับมหาวิทยาลัย พบว่า การแสดงสัญลักษณ์ ภาพเสมือนตามคู่มือปฏิบัติการ และการผสมผสานระหว่างรูปภาพ แผนภาพ และตัวอักษร จะทำให้เกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้มากขึ้นทั้ง ด้านองค์ความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ (Tatli and Ayas, 2013; Tüysüz, 2010)

ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐานสำหรับผู้เรียนชั้นปีที่ 1 เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์น่าจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจาก 1. มีได้ถ่ายทอดเนื้อหาผ่านสื่อมัลติมีเดียทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสื่อข้อความเพียงอย่างเดียว หากเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์กับการสอนที่เน้นบรรยาย พบว่าการเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์ได้รับการออกแบบและผลิตมาอย่างมีระบบ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า 2. การเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์เป็นเทคโนโลยีหลายมิติ (hypermedia) ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง เสียง กราฟิก วีดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว สามารถนำเสนอเนื้อหาในลักษณะของกรอบคิดแบบใยแมงมุม (web frame work) ที่คล้ายกับวิธีที่มนุษย์จัดระบบความคิดจึงทำให้สามารถเรียนรู้และจดจำได้ง่ายขึ้น 3. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถในเรียนรู้ของตน มีความยืดหยุ่นสูง สามารถเรียนซ้ำได้หลายครั้งตามความต้องการ 4. การเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์เอื้อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในหลาย

มิติ คือ ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาและกิจกรรม ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับเพื่อน 5. การเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์เป็นการเรียนรู้ที่สามารถจัดให้แก่ผู้เรียนได้กว้างขวางขึ้น สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตและลดข้อจำกัดของสถาบันการศึกษาในการรับผู้เรียนจำนวนมาก พร้อมทั้งลดต้นทุนในการจัดการศึกษา (Laohajaratsang, 2001; Olson, and Wisher, 2002; Promso et al., 2015)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร
2. ศึกษาประสิทธิผลทางการเรียนของนิสิตชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน มีแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ครอบคลุมจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ มีจำนวนข้อสอบ 50 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

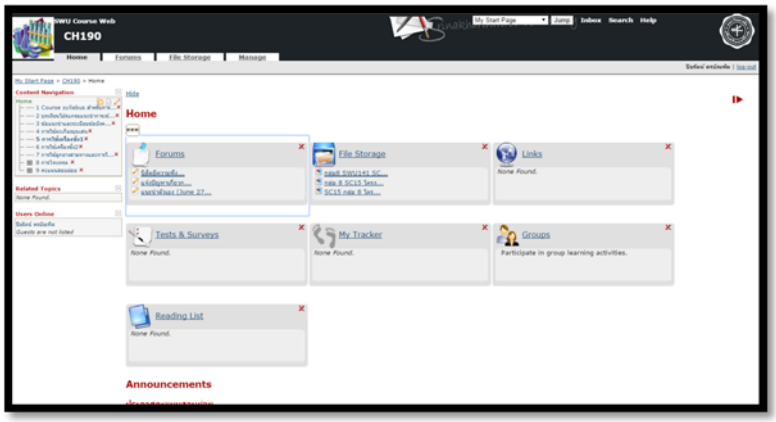
วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ศึกษาสภาพปัญหาของการเรียนรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป (CH 190) โดยสำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ปีการศึกษา 2555 – 2556 โดยสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview)

2. ออกแบบและพัฒนาโครงร่างบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์

2.1 กำหนดลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ ให้ผ่านระบบ *A*-tutor ซึ่งประกอบด้วย 6 บทเรียน (ภาพที่ 1) โดยการสังเคราะห์เอกสารเพื่อหารูปแบบบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน และจัดลำดับกรอบการสอนและสาระการเรียนรู้ ตลอดจนแบบวัดและแบบประเมิน จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 5 ท่านพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้



ภาพที่ 1 บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ในระบบ *A*-tutor

2.2 ภายหลังจากออกแบบแล้ว กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนแต่ละบทเรียน โดยมีระยะเวลาในการศึกษา 2 สัปดาห์ และมีการสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน การจัดลำดับกรอบการสอน และแบบวัดและประเมินผล ได้รับการประเมินและนำมาปรับปรุงอีกครั้งให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน โดยอาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 5 ท่าน จากนั้นนำข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบเป็นบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์บนเว็บไซต์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจอีกครั้ง ซึ่งได้รับการแนะนำให้มีการจัดลำดับเนื้อหาใหม่ และให้มีความกระชับมายิ่งขึ้น เพิ่มภาพนิ่ง วิธีการคำนวณเลขนัยสำคัญ ยกตัวอย่างภาพประกอบเพิ่มเติม และประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาก่อนนำไปทดสอบใช้จริง

3. พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ โดยการศึกษานำร่อง

นำบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์มาหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นดังนี้ ทดลอง กับนิสิตชั้นปีที่ 2 เพิ่มคำอธิบายในวีดีโอ และตัดต่อวีดีโอให้กระชับขึ้น

3.1 ทดสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยทดสอบกับผู้เรียน 3 คน (one-to-one) เพื่อศึกษาการสื่อความหมายและความถูกต้องของภาษาบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์

3.2 หาแนวโน้มประสิทธิภาพ รูปแบบ และตรวจคุณภาพตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยทดสอบกับผู้เรียน 12 คน ทดลองกับกลุ่มนิสิตที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา ทำให้ต้องปรับปรุง รูปแบบ เสียงในวีดีโอให้ชัดขึ้น และเพิ่มเติมข้อความประกอบในวีดีโอ ได้แก่ การแนะนำอุปกรณ์เคมีพื้นฐานและการใช้งาน การใช้บิวเรตต์ การใช้ปิเปต การใช้เครื่องชั่ง การใช้ตะเกียงบุนเสน และเลขนัยสำคัญ

3.3 ทดลองภาคสนามทดสอบกับผู้เรียน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ ได้ค่า E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80

4. ทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์

4.1 นำบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป (CH 190) สำหรับผู้เรียนชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 กลุ่มที่ศึกษาได้รับการจัดแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 27 คน และกลุ่มทดลองจำนวน 22 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบง่าย โดยกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ โดยผ่านระบบ *A*-tutor ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อสามารถเรียนรู้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ได้ตลอดเวลา สำหรับกลุ่มควบคุมผู้สอนอธิบายก่อนการทดลองในบทปฏิบัติการ

4.2 เก็บข้อมูลก่อนการทดลองใช้ โดยให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียนเตรียมสื่อการเรียนรู้ก่อนการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์

4.3 สังเกตและติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้

4.4 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน รวบรวม และบรรยายลักษณะของกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบการทดสอบต่าง ๆ ทั้งก่อนเรียน-หลังเรียนภายในกลุ่มที่ศึกษาเดียวกัน และหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษาต่างกันด้วยสถิติที ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาสภาพปัญหาของการเรียนรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป (CH 190) โดยสัมภาษณ์นิสิตที่ลงทะเบียนรายวิชานี้ในปีการศึกษา 2555 – 2556 แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นิสิตบางส่วนไม่ทราบชื่อและลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์พื้นฐานทางเคมี นิสิตส่วนใหญ่ไม่เข้าใจวิธีการใช้งานเครื่องมือพื้นฐาน ได้แก่ การใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง การใช้ตะเกียงบุนเสน การใช้ปิเปต บิวเรตต์ การใช้ลูกยางสามทาง การคำนวณที่ใช้หลักการของเลขนัยสำคัญ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และได้รับข้อมูลถึงความต้องการและความจำเป็นในการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ จึงที่มาและเหตุผลในการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมดังกล่าวนี้

จากการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ พบว่า บทเรียนโปรแกรมนี้มีคุณภาพในระดับที่ดีและมีประสิทธิภาพ 80.67/83.05 (ตาราง 1) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ การวิเคราะห์เนื้อหา การวางแผนดำเนินการพัฒนา ขั้นตอนการพัฒนาที่มีการจัดทำสตอรีบอร์ดและการเขียนสคริปต์ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบเป็นเทคโนโลยีหลายมิติที่มีข้อความ ภาพนิ่ง เสียง กราฟิก วีดีโอ ภาพเคลื่อนไหว ผสมผสานกัน และนำเสนอในลักษณะของกรอบแนวคิดแบบใยแมงมุม โดยเลียนแบบการจัดระบบความคิดของมนุษย์ จึงทำให้บทเรียนโปรแกรมนี้สามารถเรียนรู้ได้ง่าย (Khan, 1997; Laohajaratsang, 2001) นอกจากนี้บทเรียนนี้ยังผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีการศึกษา (โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ออนไลน์) ได้ผลประเมินอยู่ในระดับดีมากด้วย

ผู้วิจัยนำบทเรียนโปรแกรมนี้มาใช้สอนนิสิตระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป (CH 190) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน ได้ผลการวิจัยดังนี้

ตาราง 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์

N = 30

แบบทดสอบระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ E_1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ E_2	(E_1/E_2)
30	24.2	80.67	35	29.07	83.06	80.67 / 83.05

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 20.18 $\pm$ 2.30 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 24.64 $\pm$ 2.26 เมื่อเปรียบเทียบด้วยสถิติทีแบบกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (ตาราง 2) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของกลุ่มทดลองหลังเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์สามารถถ่ายทอด

เนื้อหาผ่านสื่อมัลติมีเดีย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสื่อด้วยข้อความเพียงอย่างเดียว หากเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์ที่เน้นบรรยาย พบว่า การเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์ได้รับการออกแบบและผลิตมาอย่างมีระบบช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า (Phornphisutthimas et al., 2008; Promso et al., 2015)

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์

การทดสอบ	Mean	SD	*t*	df	*p*
ก่อนเรียน	20.18	2.30	14.52	21	.000
หลังเรียน	24.64	2.26			

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.64 $\pm$ 2.26 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.04 $\pm$ 2.65 เมื่อเปรียบเทียบด้วยสถิติทีแบบกลุ่มที่ศึกษาเป็นอิสระต่อกัน (ตาราง 3) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p < .05$) ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการออนไลน์นั้น ผู้เรียนต้องควบคุมการเรียนรู้ตามความสามารถของตน มีความยืดหยุ่นสูง และสามารถเรียนรู้ซ้ำได้หลายครั้ง นอกจากนี้การเรียนรู้ด้วยระบบออนไลน์ยังเอื้อให้เกิดปฏิสัมพันธ์หลายมิติ ทั้งระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาและกิจกรรม ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนด้วยกันเอง และยังเป็นการไม่จำกัดพื้นที่ของการเรียนรู้ สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต ลดข้อจำกัดของสถาบันการศึกษาในการรับผู้เรียนจำนวนมาก และลดต้นทุนในการจัดการศึกษา (Laohajaratsang, 2001; Phornphisutthimas, 2013; Tatli and Ayas, 2013; Usher, 2012) รวมถึงนำผู้เรียนเข้าสู่การเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วย (Phornphisutthimas, 2013)

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนโปรแกรมแนะนำการเข้าห้องปฏิบัติการเคมีออนไลน์และกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ศึกษา	N	Mean	SD	*t*	*p*
กลุ่มควบคุม	27	23.04	2.65	14.52	.000
กลุ่มทดลอง	22	24.64	2.26		

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เอกสารอ้างอิง

Ditcharoen, N., Polyiam, K., Vangkahad, P. and Jarujamrus, P. (2014). Development of learning media in topics of atomic structure and chemical bond with augmented reality technology. **Journal of Re-search Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 5(1): 21–27. (in Thai)

Khan, B. H., ed. (1997). **Web-Based Instruction**. Englewood Cliff, NJ: Educational Technologies.

Laohajaratsang, T. (2001). Web-based instruction: Innovation for teaching quality. **Suksa sartsan** (Faculty of Education, Chiang Mai University) 28(2): 87–94. (in Thai)

Olson, T. M., and Wisher, R. A. (2002). The Effectiveness of web-based instruction: An initial inquiry. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning** 3(2): 1–17.

Phornphisutthimas, S. (2008). Teaching science underlining process skills. **Advanced Science Journal** 8(2):28–38. (in Thai)

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

Phornphisutthimas, S., Koben, J., Laloknam, S., Limchoowong, S., and Poopityastaporn, K. (2008, July). Learning biomolecules through an online-learning lesson by using constructivist learning model at undergraduate level. **The 4th Naresuan Research Conference**. Pisanulok: Naresuan University. (in Thai)

Phornphisutthimas, S., Panijpan, B., Wood, E. J., and Booth, A. G. (2007). Improving Thai students' understanding of concepts in protein purification by using Thai and English versions of a simulation program. **Biochemistry and Molecular Biology Education** 35(5): 316–321.

Promso, C., Saejueng, P., and Wuttisela, K. (2015). Study on normalized learning gains and concepts of molecular shape and polar covalent bond learning through augmented reality technology. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 6(1): 57–69. (in Thai)

Tatli, Z., and Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. **Educational Technology & Society** 16(1): 159–170.

Tüysüz, C. (2010). The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. **International Online Journal of Educational Science** 2(1): 37–53.

Usher, C. K., and Barrette-Ng, H. I. (2012). Web-based applet is a learning tool that simulates ion-exchange chromatography purification of overexpressed protein from *Escherichia coli* cell lysate. **Journal of Chemical Education** 89: 555–556.