

การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ

วรนุช เชื้ออ่อน¹ และเสนาอ ชัยรัมย์^{2*}

¹หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

E-mail: sanoe.c@ubu.ac.th

รับบทความ: 11 ตุลาคม 2557 ยอมรับตีพิมพ์: 15 พฤศจิกายน 2557

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง โปรตีน โดยใช้แนวการสอนวิธีกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน โรงเรียนพังเคนพิทยา อำเภอนาดาล จังหวัดอุบลราชธานี นักเรียนทั้งหมดเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ แบบทดสอบวัด ผลทางการเรียน เรื่อง โปรตีน และแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ตามลำดับ ผลการวิจัยผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) หลังการเรียนด้วยแนวการสอนวิธีกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดเรื่องโปรตีนถูกต้องเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน นอกจากนี้ นักเรียนมีความคงทนของความรู้ที่อยู่ในระดับที่น่าพอใจเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ของการเรียน จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวาดภาพโครงสร้างโปรตีนก่อนและหลังแปลงสภาพได้ การวิจัยครั้งนี้บ่งบอกให้รู้ว่า ครูผู้สอนควรมีการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจระดับจุลภาคมากขึ้น

คำสำคัญ: กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ การเรียนรู้ของนักเรียน ความคงทนของความรู้ โปรตีน

Enhancing Grade-12 Students' Learning of Protein by Using Guided Inquiry Approach

Woranut Chua-on¹ and Sanoee Chairam^{2*}

¹Program in Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

E-mail: sanoee.c@ubu.ac.th

Abstract

The main purpose of this research was to enhance the students' learning of protein by using guided inquiry approach. The target group was 28 grade-12 students from Pangken Pittaya School, Na Tan, Ubon Ratchathani. All students studied in the second semester of academic year 2013. The one group pretest-posttest design was employed in this study. The research instruments consisted of lesson plans based on guided inquiry, protein diagnostic tests and microscopic drawing tests, respectively. The data were analyzed by using the average percentage, standard deviation and *t*-test. The results showed that there was statistically significant mean difference between the pre-test and post-test ($p < .05$). After learning by guided inquiry approach, the number of students had more correct conceptual understanding of protein compared with before learning. Moreover, students exhibited a satisfactory retention of knowledge after 2 weeks of learning. From microscopic drawing, most of the students could not draw on structure of protein. This research indicates that chemistry teachers should enhance students' understanding of protein at the microscopic level.

Keywords: Guided inquiry approach, Student learning, Retention of knowledge, Protein

บทนำ

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีอิทธิพลกับทุกชีวิตในสังคม ทุกคนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนได้รับการพัฒนาให้รู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อจะได้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติรอบตัวเรา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด กล่าวคือ ให้ผู้เรียนได้รู้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตามแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ที่ระบุไว้ว่า "การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ"(กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง แต่ปัญหาหลักในการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่เนื้อหาเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ในทำนองเดียวกันระบบการวัดและประเมินผล และรูปแบบการสอบเข้าเรียนต่อทุกระดับชั้นของประเทศไทยมุ่งเน้นที่ความรู้ความจำเป็นหลัก จึงทำให้นักเรียนต้องเรียนวิทยาศาสตร์แบบท่องจำมากกว่าการคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจะเห็นได้จากการที่ผู้ปกครองส่งเสริมให้นักเรียนเข้าเรียนในโรงเรียนกวดวิชาหรือสถาบันสอนพิเศษต่าง ๆ มากมาย

โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางของการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาเคมีเป็นเนื้อหาสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยกล่าวถึง สมบัติของวัสดุและสาร แร่ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยการสอนที่มีปฏิบัติการทดลองยังมีอยู่น้อยมาก ครูวิทยาศาสตร์ยังคงเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนไม่เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงต่ำ (สมภาร เชื้ออ่อน, 2554) ฉะนั้นครูจึงควรปรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนในห้องเรียนใหม่ โดยควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเองซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาการสร้างความรู้ความเข้าใจ วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ การพัฒนา การคิดระดับสูง ด้วยการปฏิบัติกิจกรรมที่มีกลวิธีกระตุ้นทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นอกจากนี้มีงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่กล่าวถึงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น” (นิตยา ผลประดง, ชาญ อินทร์แต่ม และเสนอ ชัยรัมย์, 2554; ปิยธิดา พยัฆพา และเสนอ ชัยรัมย์, 2556) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน อธิบายความเข้าใจในเรื่องที่เรียนกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ (Sever, Yurumezoglu and Oguz-Unver, 2010; Varkey, Anjali, and Menon, 2014; Waterman and Thompson, 1995; Whitney, 1903) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 รูปแบบตามบทบาทของนักเรียน ได้แก่ การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (structured inquiry, SI) การสืบเสาะแบบแนะนำ (guided inquiry, GI) และการสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (opened inquiry, OI) แต่ละประเภทมีข้อดีแตกต่างกัน สำหรับรูปแบบที่ผู้วิจัยนำมาใช้คือการสืบเสาะแบบแนะนำ รูปแบบนี้เป็นวิธีที่จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการมีความคิดเห็นของตนเอง มีความกล้าในการแสดงความคิดและการตั้งคำถาม

อีกทั้งยังพบว่า การตั้งคำถามและการแนะนำของครูทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีในหัวข้ออื่น ๆ ที่มีความสอดคล้องกับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรมได้ (รุ่งนภา จันทรธรรม, 2554)

โรงเรียนพังเคนพิทยาเป็นโรงเรียนขนาดกลางในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความรู้ที่เกิดขึ้นเกิดจากการท่องจำ ไม่ได้เกิดจากความเข้าใจ ส่งผลให้ความรู้ที่ได้ไม่คงทน ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2555 เมื่อแยกวิเคราะห์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่า มาตรฐาน ว 3.1 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.47 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 25.47 มาตรฐาน ว 3.2 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.46 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 27.85 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนของทั้งสอง มาตรฐานมีค่าต่ำกว่าค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ จากแนวคิดและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน ซึ่งเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชา ว30225 เคมี 5 โดยการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาคำตอบของคำถาม และเป็นกิจกรรมที่ต้องอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาความเข้าใจ ตลอดจนสำรวจความคงทนของความรู้ เพื่อให้ นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้แนวการสอนวิธีกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ
2. เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ
3. เพื่อสำรวจความคงทนของความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p = .05$
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีแนวคิดเรื่องโปรตีนที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีความคงทนของความรู้

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 28 คน โรงเรียนพังโคนพิทยา อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2556 โดยการสุ่มเลือกแบบเจาะจง นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในช่วง 3.90–1.60 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังนี้ ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เวลาสอบ 60 นาที จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดิม เมื่อทดสอบหลังเรียนเสร็จ ให้ทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค จากนั้นเว้นระยะ 2 สัปดาห์ และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมมาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งและนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- (1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำเรื่อง โปรตีน จำนวน 1 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมง (ตาราง 1)

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การทดสอบโปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีน	3
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและชนิดหน้าที่ของโปรตีน	2
3. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี	1





(2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และเลือกตอบเหตุผล 4 ตัวเลือก สร้างจำนวน 20 ข้อ และคัดเลือกให้เหลือจำนวน 15 ข้อ (ตาราง 2) ซึ่งมีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.20–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตาราง 2 ข้อสอบกับหัวข้อที่สอนเรื่อง โปรตีน

ข้อที่	หัวข้อ
1 2 3 และ 4	กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์
5 6 7 8 และ 9	โครงสร้างโปรตีน
10 11 12 และ 13	ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน
14 และ 15	การแปลงสภาพของโปรตีน

(3) แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค โดยให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในระดับจุลภาค เพื่ออธิบายความเข้าใจเรื่อง การแปลงสภาพของโครงสร้างโปรตีนในภาวะปกติและที่ผ่านการแปลงสภาพ โดยใช้สารตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลัก (ตาราง 3)

ตาราง 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค เรื่อง การแปลงสภาพโครงสร้างโปรตีนของไข่ไก่ ในภาวะปกติและผ่านการแปลงสภาพ

สารตัวอย่างในชีวิตประจำวัน	ระดับ	
	Macroscopic Drawing	Microscopic Drawing
ไข่ไก่ดิบ		
ไข่ไก่ที่ได้รับความร้อน (ไข่ดาว)		

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัย นำคะแนนของนักเรียนมาเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ โดยใช้สถิติที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค วิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนใช้เกณฑ์การพิจารณา แนวคิดของนักเรียนโดยอ้างอิงจาก Abraham, Williamson, and Westbrook (1994) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- (1) แนวคิดถูกต้อง (sound understanding: SU) หมายถึง ตัวเลือกถูกเหตุผลถูก
- (2) ถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) หมายถึง ตัวเลือกถูกแต่ไม่ให้เหตุผล
- (3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misunderstanding: PS) หมายถึง ตัวเลือกถูกแต่เหตุผลผิด หรือตัวเลือกผิดแต่เหตุผลถูก
- (4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding: SM) หมายถึง ตัวเลือกผิดเหตุผลผิด

(5) ไม่เข้าใจแนวคิด (no understanding: NU) หมายถึง ไม่ตอบตัวเลือกไม่ตอบเหตุผล

ผลการวิจัยและอภิปราย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยและนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผล ดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โปรตีน (ตาราง 4) พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (6.89 หรือ 45.95%) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (4.11 หรือ 27.38%) ($p < .05$) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีการพัฒนาการเรียนรู้สูงขึ้นจริงซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	min	max	mean	SD	d	t
ก่อนเรียน	28	15	0	9	4.11 (27.38%)	2.15	2.78	10.17*
หลังเรียน	28	15	2	12	6.89 (45.95%)	2.18		
หลังเรียน 2 สัปดาห์	28	15	4	14	7.61 (50.71%)	2.38	0.72	1.93**

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$, $t_{27, 0.05} = 1.70$ **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$, $t_{27, 0.05} = 2.05$

ทั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น อาจมาจากสาเหตุหลายประการดังนี้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีส่วนช่วยให้ (1) นักเรียนได้เป็นผู้กำหนดปัญหา และตั้งคำถามด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ (2) นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาความรู้ด้วยความสามารถของตนเองเพื่อหาคำตอบของคำถาม และ (3) นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ การที่ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ตัวเองรู้หรือค้นพบให้คนอื่นฟังยิ่งจะส่งเสริมความเข้าใจและจดจำได้ยาวนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาริธาณี เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์ (2555) ที่ได้พัฒนาการเรียนรู้นักเรียนเรื่อง สารประกอบอินทรีย์ บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$)

สำหรับผลการวิเคราะห์ความคงทนของความรู้โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์ พบว่า คะแนนสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

6.89 (45.95%) และคะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 (50.73%) เมื่อใช้การทดสอบค่าที พบว่า ผลคะแนนสอบหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน ($p < .05$) ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีความคงทนของความรู้ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่าคะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์มีค่าเพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบหลังเรียน อาจเนื่องมาจากหลังจากการทดสอบหลังเรียนเสร็จสิ้นลง นักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับคำถามคำตอบของข้อที่ทำได้หรือยังไม่เข้าใจ และมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาคำตอบนั้นด้วยตนเองจึงส่งผลให้คะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการตอบตัวเลือกและเหตุผลระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนนี้มีแนวความคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ตลอดจนมีการพัฒนาความเข้าใจในเรื่องโปรตีนเพิ่ม

ขึ้นภายหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ
แนะนำ เรื่อง โปรตีน (ตาราง 5) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในหัวข้อที่ 1 กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ หลัง-
จากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ เรื่อง

โปรตีน พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่ตอบในข้อ 1-3 มีแนว-
ความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกันกับร้อยละของนัก-
เรียนที่มีแนวโน้มแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง ยกเว้นข้อที่ 4

ตาราง 5 ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับต่าง ๆ ในแต่ละหัวข้อ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ
แบบแนะนำ

หัวข้อ	ร้อยละความเข้าใจของนักเรียน									
	SU		PU		PS		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์										
ข้อที่ 1	-	14.29	-	-	28.57	6.43	71.43	39.29	-	-
ข้อที่ 2	50.00	64.29	-	-	7.14	7.14	42.86	28.57	-	-
ข้อที่ 3	7.14	10.71	-	-	28.57	39.29	60.71	50.00	3.57	-
ข้อที่ 4	39.29	57.14	-	-	53.57	3.57	7.14	39.29	-	-
โครงสร้างโปรตีน										
ข้อที่ 5	53.57	60.71	-	-	3.57	7.14	42.86	32.14	-	-
ข้อที่ 6	28.57	53.57	-	-	32.14	10.71	39.29	35.71	-	-
ข้อที่ 7	32.14	42.86	-	-	3.57	7.14	64.29	50.00	-	-
ข้อที่ 8	89.29	75.00	-	-	-	7.14	10.71	17.86	-	-
ข้อที่ 9	7.14	53.57	-	-	46.43	42.86	46.43	3.57	-	-
ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน										
ข้อที่ 10	17.86	57.14	-	-	35.71	28.57	46.43	14.29	-	-
ข้อที่ 11	35.71	64.29	-	-	28.57	-	35.71	35.71	-	-
ข้อที่ 12	57.14	78.57	-	-	3.57	7.14	39.29	14.29	-	-
ข้อที่ 13	7.14	10.71	-	-	14.29	50.00	75.00	39.29	3.57	-
การแปลงสภาพของโปรตีน										
ข้อที่ 14	14.29	21.43	-	-	42.86	71.43	42.86	7.14	-	-
ข้อที่ 15	10.71	32.14	-	-	50.00	28.57	39.29	39.29	-	-

ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก
39.29% เป็น 57.14% ในขณะที่ร้อยละของนักเรียนที่มีแนว-
คิดคลาดเคลื่อนสูงขึ้นจาก 7.14% เป็น 39.29% ถึงแม้ว่า
ข้อสอบข้อนี้จะถามความรู้ในระดับความจำก็ตาม แต่นักเรียน
กลุ่มดังกล่าวไม่สนใจทำกิจกรรมด้วยตนเอง

ในหัวข้อที่ 2 โครงสร้างโปรตีน หลังจากการที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ ร้อยละของนักเรียน
ส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังมี
นักเรียนจำนวนหนึ่งที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เช่น ใน
ข้อที่ 7 ข้อสอบข้อนี้ใช้คำถามในระดับความเข้าใจ แม้ว่าหลัง-

เรียนมีร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นจาก
32.14% เป็น 42.86% ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน
ลดลงจาก 64.29% เหลือ 50.00% แต่ร้อยละของนักเรียนที่มี
แนวคิดคลาดเคลื่อนยังมีอยู่จำนวนมาก อาจเป็นเพราะนัก-
เรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจชนิดของกรดอะมิโนและการเรียก
สารประกอบของกรดอะมิโน รวมถึงการระบุจำนวนกรดอะมิโน
ด้วยภาษากรีก จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้นักเรียนตอบผิดใน
ข้อนี้เป็นจำนวนมาก


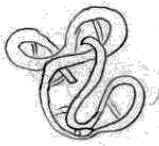

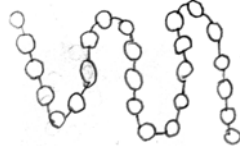



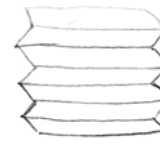




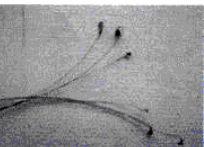


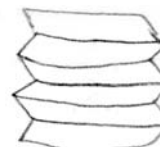
ในหัวข้อที่ 3 ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน หลังจากการ
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ ร้อยละของ

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งมีจำนวนที่ลดลง เช่น ข้อที่ 10 ก่อนเรียน ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องอยู่ที่ 17.86% หลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 57.14% ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนลดลงจาก 35.71% เหลือ 28.57% และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจาก 46.43% ลดลงเหลือ 14.29% ในทำนองเดียวกัน ในข้อที่ 12 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 57.14% เป็น 78.57% และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลงจาก 39.29% เหลือ 14.29% ทั้งนี้เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการสืบค้นและเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมสืบค้น ทำให้ตอบคำถามในระดับการประยุกต์ใช้ได้

ในหัวข้อที่ 4 การแปลงสภาพโปรตีน หลังจากที่ได้ รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ เรื่อง โปรตีน พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกันกับร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน มีจำนวนที่ลดลง เช่น ในข้อที่ 14 ร้อยละของนักเรียนมีแนวคิด

ถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 14.29% เป็น 21.43% ในขณะที่ ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน มีจำนวนลดลงจาก 42.86% เหลือเพียง 7.14% เช่นเดียวกัน ในข้อที่ 15 ก่อนเรียน ร้อยละของนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง 10.71% แต่หลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 32.14% สอดคล้องกันกับร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนลดลงจาก 50.00% เหลือ 28.57% อย่างไรก็ตาม ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนยังมีจำนวนเท่าเดิมที่ 39.29% ทั้งนี้นักเรียนยังไม่เข้าใจ ในโครงสร้างระดับจุลภาค ระดับโมเลกุลและพันธะเคมีของ โปรตีน จึงทำให้มีจำนวนนักเรียนยังมีแนวความคิดที่ไม่ถูกต้อง

เพื่อสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณข้างต้น ผู้วิจัยได้ สืบหาความเข้าใจในโครงสร้างระดับจุลภาคในระดับโมเลกุล และพันธะเคมีของโปรตีนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัด ความเข้าใจระดับจุลภาค ในหัวข้อย่อย การแปลงสภาพโปรตีน เพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยเลือกใช้ไข่และเส้นผม โดยให้นักเรียนวาดโครงสร้างทั้งก่อนและหลังแปลงสภาพด้วยความร้อน (ภาพที่ 1)

สภาวะของโปรตีน	ระดับความเข้าใจของนักเรียน		
	SU	PS	SM
 a			
 b			
 c			
 d			

ภาพที่ 1 ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไข่ขาว (a และ b) และเส้นผม (c และ d) ก่อนแปลงสภาพ (a และ c) และหลังแปลงสภาพด้วยความร้อน (b และ d) จากนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SU PS และ SM

เมื่อพิจารณาภาพวาดระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไขขาว พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SU สามารถวาดภาพโครงสร้างโปรตีนในไขขาวได้โดยเขียนสายพอลิเพปไทด์และเส้นเชื่อมระหว่างสายพอลิเพปไทด์เพื่อแสดงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสายพอลิเพปไทด์ และเข้าใจว่าโปรตีนในไขขาวเป็นโปรตีนก้อนกลม เมื่อได้รับความร้อน เช่น การทอด นักเรียนยังสามารถวาดภาพแสดงให้เห็นถึงการแยกออกจากกันของโปรตีน ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นการคลายตัวของขดม้วนของสายพอลิเพปไทด์ออกจากกันซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โปรตีนเสียสภาพไป

เพื่ออธิบายความเข้าใจของนักเรียนด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ในหัวข้อเรื่อง การแปลงสภาพโปรตีน ผู้วิจัยได้สำรวจความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค โดยให้นักเรียนวาดภาพของโครงสร้างโปรตีนในระดับจุลภาคของไขขาวและเส้นผม ทั้งก่อนและหลังแปลงสภาพด้วยความร้อน ดังนี้

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SU ส่วนใหญ่วาดโปรตีนในเส้นผมและโปรตีนในไขขาวก่อนเผาหรือทอดในลักษณะที่แสดงพอลิเพปไทด์เป็นเส้นม้วนพันกันเป็นเกลียว เมื่อเส้นผมถูกเผาหรือทอด นักเรียนแสดงลักษณะของโปรตีนที่แปลงสภาพด้วยความร้อนโดยวาดสายพอลิเพปไทด์ให้คลายตัวออกจากกันและแสดงการขาดของเส้นที่เชื่อมระหว่างสายพอลิเพปไทด์ได้ ซึ่งภาพวาดแสดงการแปลงสภาพของโปรตีนได้อย่างชัดเจน

นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ PS ส่วนใหญ่วาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในเส้นผมที่มีลักษณะคล้ายท่อ เมื่อผ่านการแปลงสภาพด้วยความร้อนแล้วปลายท่อจะแตกออกคล้ายผมแตกปลาย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจในเรื่องการแปลงสภาพของโปรตีนเพียงบางส่วนเท่านั้น จึงทำให้ภาพที่วาดออกมาไม่ค่อยชัดเจน ส่วนวาดภาพโครงสร้างโปรตีนในไขขาว นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ PS ส่วนใหญ่วาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในไขขาวโดยใช้เส้นแทนสายพอลิเพปไทด์ในลักษณะม้วนเป็นก้อนกลม เมื่อแปลงสภาพด้วยความร้อน เช่น การทอด นักเรียนวาดสายพอลิเพปไทด์คลายตัวออกจากกันขดม้วน โดยไม่วาดเส้นแสดงการขาดของพันธะไฮโดรเจนและแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ ระหว่างสายพอลิเพปไทด์

นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SM ส่วนใหญ่วาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในไขขาวเป็นสายพอลิเพปไทด์เพียง

สายเดี่ยวซึ่งเป็นโครงสร้างที่อยู่ในระดับปฐมภูมิ เมื่อแปลงสภาพด้วยความร้อนโดยการทอด นักเรียนวาดโครงสร้างของโปรตีนที่เกิดเป็นโครงสร้างทุติยภูมิในลักษณะเป็นแผ่น ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาภาพวาดระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในเส้นผม นักเรียนวาดภาพเช่นเดียวกับโครงสร้างของโปรตีนในไขขาว ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SM ยังมีความไม่เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงสภาพของโปรตีน เพราะโปรตีนก่อนแปลงสภาพควรมีลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าหลังแปลงสภาพและโปรตีนที่ทำหน้าที่ได้ควรอยู่ในระดับตติยภูมิและจตุรภูมิขึ้นไป

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัยตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ $p = .05$

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (6.89 หรือ 45.95%) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (4.11 หรือ 27.38%) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โปรตีน สูงขึ้นจริง

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องโปรตีนที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คำร้อยละความเข้าใจรายข้อของนักเรียนที่ระดับความเข้าใจต่าง ๆ ในแต่ละหัวข้อในเรื่อง โปรตีน โดยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นและจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนก็มีจำนวนที่ลดลง

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนของความรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ $p = .05$

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบหลังเรียน เรื่อง โปรตีน เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผลการทดสอบบ่งชี้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนทางความรู้ และไม่มี ความแตกต่างจากหลังเรียน ($p < .05$)

ข้อเสนอแนะ

ก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการนี้ครูควรศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนเข้าใจภาพโดยรวมของกิจกรรมตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุด เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น ดำเนินการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน ไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนด ในการจัดกลุ่ม การเรียนรู้ ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันไม่ได้ สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ครูผู้สอนอาจเพิ่มจำนวนตัวอย่างของ ชนิดของโปรตีนให้มีจำนวนที่มากขึ้น ทั้งนี้อาจสุ่มตัวอย่างของโปรตีนมาจากชีวิตประจำวันเพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย และรู้จักเป็นอย่างดีเพื่อป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้สื่อความหมายออกมาอย่างชัดเจน ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเพิ่มเติมประกอบภาพระดับจุลภาค ที่ได้แสดงออกมา นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรรหาแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ลองทำเพื่อเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทำหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

ก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการนี้ครูควรศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนเข้าใจภาพโดยรวมของกิจกรรมตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุด เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ในการจัดกลุ่มการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันไม่ได้ สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ครูผู้สอนอาจเพิ่มจำนวนตัวอย่างของชนิดของโปรตีนให้มีจำนวนมากขึ้น ทั้งนี้อาจสุ่มตัวอย่างของโปรตีนมาจากชีวิตประจำวันเพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและรู้จักเพื่อป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้สื่อความหมายออกมาอย่างชัดเจน ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเพิ่มเติมประกอบภาพระดับจุลภาคที่ได้แสดงออกมา นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรรหาแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ลองทำเพื่อเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทำหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนการศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2556–2561) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขอขอบคุณคุณครูสมภาร เชื้ออ่อน ที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและคอยกระตุ้นการทำงานด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณคณาจารย์และภาคีวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำวิจัยในชั้นเรียนในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขั้นพื้นฐาน (O-NET)**. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.
- นิตยา ผลประดง ซาญ อินทร์แต่ม และเสนอ ชัยรัมย์. (2554). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ชุดการสอนและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 2(2): 66-77.
- ปิยธิดา พัทธมา และเสนอ ชัยรัมย์. (2556). การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการสังเกต-การทำนาย-การอธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **การประชุมวิชาการ มอว. วิจัย ครั้งที่ 7. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์** (หน้า 337-345). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- รุ่งนภา จันท์แรม. (2554). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้โดยวิธี **Model-Observe-Reflect-Explain (MORE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

- วิภารัตน์ เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์. (2555). การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องราวประกอบอินทรีย์ โดยใช้สารประกอบในชีวิตประจำวัน. การประชุมวิชาการ มอบ วิจัย ครั้งที่ 6. สาขามนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์. (หน้า 132-144). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้อุบลราชธานี. กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.
- สมภาร เชื้ออ่อน. (2554). การใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลองเพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- Abraham, M.R., Williamson, V.M., and Westbrook, S.L. (1994). Across-age study of the understanding of five chemistry concepts. **Journal of Research in Science Teaching** 31(2): 147-165.
- Sever, S., Yurumezoglu, K., and Oguz-Unver, A. (2010). Comparison teaching strategies of videotaped and demonstration experiments in inquiry-based science education. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 2(2): 5619-5624.
- Varkey, J. T., Anjali, P., and Menon, V. L. (2014). Electrochemical cell and thermodynamics. **Nano-structured Ceramic Oxides for Supercapacitor Applications**. Boca Raton: CRC Press. pp. 11-31.
- Waterman, E. L., and Thompson, S. (1995). **Small Scale Chemistry**. Menlo Park, CA: Addison-Wesley. pp.4-17.
- Whitney, W. R. (1903). Text book of Electrochemistry **Journal of the American Chemical Society**. 25(1): 104-106.