

การพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนิสิตปริญญาตรี
โดยใช้บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี
*Development of Learning Efficiency of Undergraduate Students
By Analytical Laboratories on Chromatographic Technique*

ยศวดี จูติวร*

yotwadee_th@hotmail.com

ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ**

piyadaj@swu.ac.th

ปิยรัตน์ ทรัพย์ดิลก***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี สำหรับนิสิตปริญญาตรี ศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และความพึงพอใจของนิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.29/80.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 เมื่อนำบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 รหัสวิชา คม 390 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 22 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง พบว่านิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งนิสิตมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เทคนิคโครมาโทกราฟี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ความพึงพอใจ

*นิสิตปริญญาโท หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**อาจารย์ที่ปรึกษาหลักปริญญาโท สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

***อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญาโท สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Abstract

This study aimed to develop of analytical laboratories on chromatographic technique for undergraduate students and study learning efficiency of students on learning achievement, integrated science process skills and satisfaction. The evaluation results from the experts showed that the developed analytical laboratories were ranked in high score level. The analytical laboratories efficiency E_1/E_2 was 80.29/80.17 that satisfied the criteria of 80/80. The developed analytical laboratories were used by 22 students in third year undergraduate in chemistry who enrolled in analytical chemistry laboratory II (CH390) course in first semester of the academic year 2013 at Srinakharinwirot University. Sampling group was chosen using a purposive sampling approach. The results revealed that learning achievement and integrated science process skills of students after studying analytical laboratories on chromatographic technique were significantly higher at .05 level and satisfaction on analytical laboratories was good level.

Keywords : Analytical laboratory/ Chromatographic technique/ Learning achievement/ Integrated science process skills/ Satisfaction

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ แล้วนำผลมาประมวลเพื่อหาข้อสรุปเป็นหลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน จนกระทั่งจบการศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 3) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีและได้ผล ควรเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนการสอน ประเภทใดประเภทหนึ่ง จนเกิดการรับรู้ การคิด และการกระทำซึ่งนำไปสู่การสรุปหรือการค้นพบด้วยตัวเอง (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542 : 240) การเรียนรู้ที่ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่ยึดหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์

ภายในสมองและทางสังคม ที่ผู้เรียนต้องจัดกระทำกับข้อมูล หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่รับเข้ามา และสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องได้ลงมือปฏิบัติงานจริง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ อุปกรณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ และสามารถศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลองกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น พร้อมกับมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนหลากหลายยิ่งขึ้น (ทิสนา แจมมณี, 2555 : 90-96)

การปฏิบัติการเป็นวิธีการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่ทำให้ประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียนและเป็นการสอนประเภทการกระทำที่สามารถถ่ายทอดเนื้อหาที่เป็นความรู้ กระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ จึงเป็นวิธีการสอนที่มีประโยชน์และมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542 : 241) การเรียนการสอนด้วยบท

ปฏิบัติการเป็นเทคนิคที่เป็นรากฐานของการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษากิจกรรม วิถีปฏิบัติ จากสื่อที่สามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การสรุปครอบคลุม และการใช้การสรุปครอบคลุม ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีทักษะในด้านต่าง ๆ มากขึ้น ตลอดจนช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541 : 69)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเทคนิคทางเคมีวิเคราะห์ที่มีการเรียนการสอนในหลักสูตรระดับปริญญาตรี พบว่าเทคนิคการแยกสารเป็นเทคนิคหนึ่งทางเคมีวิเคราะห์ที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้ในการแยกสารผสมที่มีองค์ประกอบซับซ้อนให้เป็นสารบริสุทธิ์ได้ โดยอาศัยหลักการความแตกต่างของความสามารถในการเคลื่อนที่ระหว่างวัฏภาคคงที่กับวัฏภาคเคลื่อนที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ในเรื่องการแยกสารโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อกระดาษ และเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 2 มิติ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถทำการทดลองได้ภายในห้องปฏิบัติการทั่วไป โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาแพง และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแยกสารประเภทต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันได้ และเมื่อทำการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคดังกล่าวในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี พบว่ามีการนำเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อกระดาษมาใช้แยกสารตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น การแยกรงควัตถุสังเคราะห์แสง (นพดล สุกระกาญจน์, 2551 : 31-36) การแยกกรดอะมิโนโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (ธิติมา รุกขไชยศิริกุล, 2547 : 187-189) และการแยกองค์ประกอบของน้ำหมึกสีดำโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (วัชรชาติกิตติคุณวงศ์, 2542 : 256) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม

การทดลองเหล่านี้ใช้วัฏภาคเคลื่อนที่ซึ่งมีตัวทำละลายอินทรีย์เป็นองค์ประกอบในปริมาณมากทำให้ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาบทปฏิบัติการเรื่อง การแยกสารโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อกระดาษ ที่ลดปริมาณการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ สำหรับการแยกสารที่พบในชีวิตประจำวัน สำหรับเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง พบว่ามีการนำมาใช้ในบทปฏิบัติการเกี่ยวกับการแยกสารผสมต่าง ๆ เช่น การแยกของผสมของเบนซีนและเบนโซอินด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบางเพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของยาแก้ปวด (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555) การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารเพรดนิโซโลนและเดกซาเมทาโซนในยาแผนโบราณ (นินนาท์ ไซติ-บริบูรณ์, 2545 : 94-99) เป็นต้น จากการศึกษา พบว่าบทปฏิบัติการทั้งหมดล้วนเป็นการทดลองด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 1 มิติ เท่านั้น ยังไม่มีบทปฏิบัติการใดนำเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 2 มิติ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถแยกสารที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ใกล้เคียงกันได้มาใช้ในการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาบทปฏิบัติการเรื่องการแยกสารโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 2 มิติ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟีประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การแยกรงควัตถุในใบผักคะน้าด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อกระดาษ และการแยกวัตถุกันเสียด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 2 มิติ โดยคาดว่าบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นจะทำให้นิสิตมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นในหลักการของเทคนิคการแยกสารทั้ง 2 เทคนิคที่กล่าวมา อันอาจส่งผลให้นิสิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์อยู่ในระดับมากได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี สำหรับนิสิตปริญญาตรี

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ของนิสิตปริญญาตรีที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.3 ความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 (Analytical Chemistry Laboratory II) รหัสวิชา คม 390 (CH 390) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 รหัสวิชา คม 390 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 22 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี

2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.3 ความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

สมมติฐานในการวิจัย

1. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การแยกรงควัตถุในใบผักคะน้าด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อกระดาษ ผู้วิจัยได้พัฒนาการทดลองโดยใช้วัสดุภาคเคลื่อนที่ในปริมาณน้อย เพื่อลดปริมาณของเสียและค่าใช้จ่ายในการทดลอง เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยได้

ดัดแปลงมาจากบทปฏิบัติการชีวเคมี เรื่อง การสกัด การแยก และการศึกษาสเปกตรัมของรงควัตถุในพืช (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549 : 42-44) ในการทดลองนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการสกัดรงควัตถุ จากใบผักคะน้าด้วยอะซิโตน จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มา ทำการแยกรงควัตถุโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบ เยื่อกระดาษ ซึ่งมีวัฏภาคเคลื่อนที่คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ กับอะซิโตน (อัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทำการเปรียบเทียบสีของรงควัตถุที่แยกได้ใน สภาวะกรด กลาง และเบส

การทดลองที่ 2 การแยกวุ้นกันเสียด้วย เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 2 มิติ ผู้วิจัยได้ พัฒนาการทดลอง โดยดัดแปลงมาจากบทปฏิบัติการ เคมีวิเคราะห์ เรื่อง การวิเคราะห์ชนิดของสารตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง (มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2555 : 77-87) เป็นระบบการแยก ที่มีซิลิกาเจลเป็นวัฏภาคคงที่เคลือบบนแผ่นกระดาษ และใช้วัฏภาคเคลื่อนที่ 2 ชนิด คือ คลอโรฟอร์มกับ เฮกเซน และคลอโรฟอร์มกับอะซิโตน เพื่อทำการแยก สารตัวอย่างแบบ 2 มิติ สารอินทรีย์ที่นำมาใช้ในการ ทดลองนี้เป็นวัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในอาหารและเครื่องสำอาง ได้แก่ กรดซาลิไซลิก กรดเบนโซอิก กรดพารา ไฮดรอกซีเบนโซอิก และเบนโซฟีโนน ซึ่งเป็นสารที่ไม่มี สี ดังนั้นการตรวจสอบตำแหน่งของสารจึงทำได้โดยนำ ไปเปรียบเทียบกับสีที่เกิดจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่ เหมาะสมเกิดเป็นสารที่มีสี เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาค่า ความสามารถในการเคลื่อนที่ของสาร

โดยในแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย ชื่อบท ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ วัตถุประสงค์ หลักการ เครื่องมือและอุปกรณ์ สารเคมีและสารตัวอย่าง วิธีการทดลอง และแบบบันทึกผลการทดลอง

ผลการประเมินความเหมาะสมของบทปฏิบัติ การเคมีวิเคราะห์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบ ว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และการประเมินความ

เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ พบ ว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี โดยนำไปทดลองสอนกับ นิสิตกลุ่มย่อยที่ไม่ใช่ นิสิตกลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่เคยเรียน เนื้อหาเรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี จำนวน 30 คน

2. แบบทดสอบระหว่างเรียนบทปฏิบัติการเคมี วิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดย แบ่งเป็นบทปฏิบัติการละ 5 ข้อ จำนวน 2 บทปฏิบัติการ เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้านคือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ และจัดทำ แบบประเมินคำตอบของแบบทดสอบระหว่างเรียนบท ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ ระหว่าง 0.67 - 1.00 และค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เมื่อนำแบบทดสอบระหว่างเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ในบทปฏิบัติการที่ 1 และ 2 มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก มีค่าเท่ากับ 0.58 และ 0.68 ตามลำดับ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบท ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งเป็นบทปฏิบัติการละ 10 ข้อ เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มีค่าดัชนี ความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และค่าความ ยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เมื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน มีค่าเท่ากับ 0.76

4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยแบ่งเป็นทักษะการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร และทักษะการตีความ หมายถึงข้อมูลและ

ลงข้อสรุป ทักษะละ 3 ข้อ และทักษะการทดลอง จำนวน 4 ข้อ และจัดทำแบบประเมินคำตอบของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45 - 0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เมื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค มีค่าเท่ากับ 0.53

5. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ที่มีระดับความพึงพอใจ คือ มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (2) น้อยที่สุด (1) จำนวน 30 ข้อ โดยแบ่งเป็นบทปฏิบัติการละ 15 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และเมื่อวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค พบว่าแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ในการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.88 และ 0.90 ตามลำดับ

แบบแผนการวิจัย

1. การวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ของนิสิตในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีรูปแบบการวิจัยที่มีกลุ่มเดียวและมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest posttest design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 117)

2. การวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ของนิสิตในด้านความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีรูปแบบการวิจัยที่มีกลุ่มเดียวและมีการทดสอบเฉพาะหลังเรียน (One shot case study) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 117)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสุ่มนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 รหัสวิชา คม 390 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 22 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบก่อนเรียนกับนิสิตโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3. ดำเนินการสอนนิสิตด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี จำนวน 2 บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น บทปฏิบัติการละ 3 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ภายหลังจากเรียนจบในแต่ละบทปฏิบัติการให้นิสิตทำแบบทดสอบระหว่างเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ และส่งแบบบันทึกผลการทดลองปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ภายใน 1 สัปดาห์ หลังทำบทปฏิบัติการเสร็จ

4. เมื่อนิสิตเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ครบทั้ง 2 บทปฏิบัติการแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี

5. นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และคะแนนหลังเรียนจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การคำนวณค่าประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2528 : 294-295)

2. การวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้สถิติ t - test for dependent samples

3. การวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตกลุ่มตัวอย่างจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี โดยใช้สถิติหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่านิสิตทำแบบทดสอบระหว่างเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.29 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนิสิตที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 30 คน

การทดสอบ	บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์		ค่าร้อยละรวม (E_1)	ค่าร้อยละ (E_2)
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2		
ระหว่างเรียน	80.21	80.37	80.29	-
หลังเรียน	-	-	-	80.17

บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.17 จึงสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.29/80.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

2. คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test for dependent samples ได้ค่าเท่ากับ -17.12 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 21 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05

3. คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test for dependent samples ได้ค่าเท่ากับ -14.48 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 21 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D.	t	df	p
ก่อนเรียน	22	7.23	2.29	-17.12*	21	.000
หลังเรียน	22	16.27	2.05			

หมายเหตุ: * ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D.	t	df	p
ก่อนเรียน	22	6.16	3.01	-14.48*	21	.000
หลังเรียน	22	17.59	2.84			

หมายเหตุ: * ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. คะแนนจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของนิสิตโดยใช้สถิติหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าในการทดลองที่ 1 การแยกกรงควัตถุในใบผักคะน้าด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อกระดาษ มีค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 และ 0.69 ตามลำดับ และการทดลองที่ 2 การแยกควัตถุกันเสียด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง 2 มิติ มีค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 และ 0.68 ตามลำดับ ดังนั้น คะแนนโดยภาพรวมจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และ 0.70 ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

1. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับการ

เรียนในภาคบรรยายของผู้เรียน และมีการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนจึงได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปและอภิปรายผลการทดลองด้วยตนเอง อีกทั้งยังสามารถแก้ไขปัญหาด้วยวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ได้ ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับการปฏิบัติการทดลอง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับความรู้เดิมของผู้เรียนได้ ส่งผลให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ กพลหาไพบูลย์ (2542) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากผู้เรียนเป็นผู้ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐานสรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

2. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี เป็นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการปฏิบัติ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์แบบการทดลองสำเร็จรูป โดยผู้เรียนลงมือทำการทดลองด้วยตนเองตามคู่มือปฏิบัติการทดลอง ที่มีการตั้งปัญหา หลักการ วิธีการทดลอง วิธีการแก้ปัญหาไว้ให้ และผู้เรียนได้บันทึกผลและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ทำให้การเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้เรียนจึงได้รับประสบการณ์ตรงในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามหลักทฤษฎี ซึ่งจะพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พัฒนาความสามารถ

ในการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดแบบวิทยาศาสตร์ได้ ตลอดจนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนวรรณ โสมน้อย (2548) ที่ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนได้เริ่มจากการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล ลงมือปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลองด้วยตนเองทั้งหมด ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. นิสิตที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี เป็นการทดลองที่มีเนื้อหาที่น่าสนใจและแปลกใหม่ เชื่อมโยงความรู้เข้ากับการประยุกต์ใช้กับสารเคมีในชีวิตประจำวัน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามคำอธิบายรายวิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2 รหัสวิชา คม 390 และมีความเหมาะสมกับนิสิตระดับปริญญาตรี นอกจากนี้บทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ได้รู้จักวิธีใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ร่วมงานภายในกลุ่ม เกิดการแลกเปลี่ยนทางความคิดกับผู้อื่น ผู้เรียนจึงรู้สึกกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีการแยกสารด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนจึงเกิดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของศุภสิริ โสมานเกต (2544) ที่กล่าว

ไว้ว่า การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน
จนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการ
เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการ
ตอบสนอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนเรียนบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ควร
ให้นักสิตได้มีการศึกษา ค้นคว้า เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน
มาก่อนล่วงหน้า

2. ในการเรียนการสอนบทปฏิบัติการเคมี
วิเคราะห์ ผู้สอนควรเน้นให้นักสิตได้มีส่วนร่วมในการ
ปฏิบัติการทดลองทุกคน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ของ
นิสิตปริญญาตรีที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์
เรื่อง เทคนิคโครมาโทกราฟี ในด้านอื่น ๆ เช่น ความ
คิดเชิงวิทยาศาสตร์ จดคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์
เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาอื่น ๆ เช่น การตรวจ
วิเคราะห์สารในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ด้วยเทคนิค
อัลตราไวโอเลตวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี. (2555). *โครมาโทกราฟี*. สืบค้น
เมื่อ 2 กันยายน 2555, จาก [http://www.chemistry.sc.chula.ac.th/course_info/2302275/
chapter9.pdf](http://www.chemistry.sc.chula.ac.th/course_info/2302275/chapter9.pdf)
- ทิสนา แจมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*.
พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนวรรณ โสมน้อย. (2548). *การพัฒนาบทปฏิบัติการเรื่องการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสีย้อมผ้าสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา : การสอน
สิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธิดิมา รุกงไชยศิริกุล. (2547). *ปฏิบัติการอินทรีย์เคมี 1*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
รามคำแหง. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2555, จาก [http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM327\(47\)/
cm327\(ch222\)-10.pdf](http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM327(47)/
cm327(ch222)-10.pdf)
- นพดล สุระกาญจน์. (2551). *ปฏิบัติการชีววิทยา 1*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- นินนาท โชติบริบูรณ์. (2545). *ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: การกิจเอกสารและตำรา
กลุ่มงานส่งเสริมและประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ:
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คณะวิทยาศาสตร์. (2549). *ปฏิบัติการชีวเคมี*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2555). *ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชรวิ ชาติกิตติคุณวงศ์. (2542). *ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2555, จาก [http://e-book.ram.edu/e-book/c/CH334\(H\)/ch334\(h\)-12.pdf](http://e-book.ram.edu/e-book/c/CH334(H)/ch334(h)-12.pdf)
- ศิริกานต์ ผาสุข. (2543). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เรื่อง การสกัดและแยกองค์ประกอบทางเคมีจากพืชสมุนไพรในท้องถิ่น สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันราชภัฏ*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุกสิริ โสมาเกต. (2544). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนรู้โดยโครงการกับการเรียนรู้ตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สกล ขุจันธิน. (2553). *การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนภัทรพิทยาคาร*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.