



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะ
สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

DEVELOPMENT OF THE INQUIRY SKILLS BUILDING
CHEMISTRY EXPERIMENTAL UNITS (ISB-CHEM)
FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

ผู้วิจัย

สังกัด

ศักดิ์ศรี สุภาธร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2555 และ 2556

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย มอบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการวิจัย	การพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
	ปีงบประมาณ 2555 รหัสโครงการวิจัย 63739
	ปีงบประมาณ 2556 รหัสโครงการวิจัย 81330
ผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาสร
ที่ทำงาน	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ตุลาคม 2554 – 30 มิถุนายน 2557 รวม 33 เดือน

ความเป็นมา/ปัญหาในการวิจัย

เคมีเป็นหนึ่งในวิชาพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายสาขา (Ware, 2001) ทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ และชีวเคมี) และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (เช่น แพทย์ศาสตร์ เกษตรศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์) ดังนั้น นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จึงต้องเรียนวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีวิชาเคมีอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีได้ลงนามความร่วมมือ (MOU) กับโรงเรียนลือคำหาญ วารินชำราบ โดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนในหลายๆ ด้าน ทำให้ได้รับทราบถึงปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลายประการ นอกจากนี้ คณะวิทยาศาสตร์ ยังมีหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้รับผิดชอบเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาซึ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการ จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับนักศึกษาที่ทำวิจัยช่วยให้ภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะปัญหาในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเน้นการจัดการเรียนรู้ด้านปฏิบัติการเคมี โดยสามารถแบ่งปัญหาออกเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1) นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการทำปฏิบัติการเคมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิบัติการเคมีแบบสืบเสาะ (Windale, 2008) ซึ่งมีสาเหตุมาจากโรงเรียนขนาดเล็กขาดอุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่จะเน้นการสอนภาคบรรยายเพื่อให้นักเรียนสอบเข้าเรียนต่อได้ ผู้สอนจึงให้ความสำคัญต่อ

2) มีการจัดปฏิบัติการค่อนข้างน้อย และในแต่ละปฏิบัติการต้องการให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลาทำให้ต้องตัดทอนรายละเอียดสำคัญของปฏิบัติการเคมีออกไป (Hofstein, 2004; Mohrig, Hammond & Colby, 2007)

3) ปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นปฏิบัติการแบบดั้งเดิม (traditional experiment) เน้นให้นักเรียนทำตามวิธีการทดลองอย่างเคร่งครัดเพื่อประหยัดเวลาในการทำปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะการสืบเสาะบางทักษะ เช่น การตั้งสมมติฐานการทดลอง การออกแบบการทดลอง และการอภิปรายผลการทดลอง เป็นต้น

4) บทปฏิบัติการส่วนใหญ่เน้นเชื่อมโยงกับภาคทฤษฎีมากเกินไป ทำให้ขาดการเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน (reality link) ทำให้ผู้เรียนไม่ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งที่กำลังทดลองอยู่ มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ และอาจส่งผลให้มีทัศนคติเชิงลบต่อวิชาเคมี (Kegley, Stacy & Gutwill, 1996)

ข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific thinking skills) อย่างเต็มศักยภาพ (Windale, 2008) ตัวอย่างเช่น

1) การตั้งคำถามการทดลอง (experimental questioning) และการตั้งสมมติฐานการทดลอง (experimental hypothesizing) โดยปฏิบัติการส่วนใหญ่จะข้ามขั้นตอนที่สำคัญเหล่านี้เพื่อเป็นการประหยัดเวลา ทำให้นักเรียนขาดการฝึกตั้งคำถามวิจัยหรือคำถามการทดลอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามการทดลองได้

2) การออกแบบวิธีการทดลองด้วยตนเอง (experimental procedure design) เนื่องจากการทดลองส่วนใหญ่เป็นการทำตามคู่มือปฏิบัติการ (laboratory manual) ที่บอกขั้นตอนไว้อย่างละเอียดเหมือนตำราปรุงอาหาร (cookbook) บทปฏิบัติการลักษณะนี้สามารถช่วยให้นักเรียนได้ผลการทดลองตรงตามทฤษฎี แต่ล้มเหลวในการสร้างความเข้าใจว่าปฏิบัติการแต่ละขั้นมีความหมายหรือความสำคัญอย่างไร และส่งผลอย่างไรต่อผลการทดลองที่ได้ (Clark, Clough, & Berg, 2000; Lord & Orkwiszewski, 2006; Russell, & French, 2002)

3) การทดลอง (experimenting) และการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (manipulating scientific equipment)

4) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานการทดลอง (making explanations from experimental evidence) ผลการทดลองที่ได้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการปฏิบัติการส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีมากกว่าทำการทดลองเพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้น ผู้สอนจึงชี้แนะหรือบอกวิธีการต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐาน และในการสร้างคำอธิบายจากหลักฐานการทดลอง

คณะวิจัยลงความเห็นว่าควรพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีในสาระ “สารและสมบัติของสาร” เพื่อพัฒนาทักษะการสืบเสาะของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ชื่อหน่วยว่า หน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะ (Inquiry Skills Building Chemistry Experimental Units หรือ ISB-Chem) โดย ISB-CHEM สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ต้องมีคุณลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้

1) ใช้วิธีการสืบเสาะที่หลากหลาย และเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกแบบวิธีการทดลอง สร้างคำอธิบาย และขยายแนวคิดจากการทดลองได้ด้วยตนเอง

ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งด้านองค์ความรู้ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

2) เน้นให้เป็นหน่วยปฏิบัติการแบบย่อส่วน (small scale experimental units) และสอดแทรกความเป็น Green chemistry ลงไปในปฏิบัติการเพื่อประหยัดทั้งด้านค่าใช้จ่ายในการทำปฏิบัติการ และลดภาระในการกำจัดของเสีย (waste) จากปฏิบัติการ

3) ประยุกต์ใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่สามารถหาได้ง่ายและราคาไม่แพง นอกจากนี้ยังต้องสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์อื่นๆ แทนได้ในกรณีที่ขาดอุปกรณ์หรือสารเคมีบางอย่าง

4) สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของปฏิบัติการอย่างแท้จริง และมีเจตคติต่อบริการเคมีไปในทางบวก

5) มีคำถามแทรกเป็นระยะๆ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงความหมายหรือความสำคัญของแต่ละขั้นตอนของการทำปฏิบัติการ และได้เรียนรู้ด้านเนื้อหาหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องไปพร้อมกับการทดลอง นอกจากนี้ยังมีคำถามเชิงประยุกต์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนต่อยอดความรู้ด้วยการทำโครงการต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- พัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2
- ใช้ ISB-Chem เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะการสืบเสาะหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ให้สามารถทำปฏิบัติการสืบเสาะ (inquiry experiments) ได้
- ศึกษาผลของ ISB-Chem ต่อความเข้าใจเชิงมโนคติ (conceptual understanding) ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วย ISB-Chem

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนา ISB-Chem

คณะวิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ระดับ ม.1 และ ม.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ISB-Chem คณะวิจัยจะพัฒนาปฏิบัติการสืบเสาะให้มีลักษณะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการคิดทางวิทยาศาสตร์

2. การทดสอบ ISB-Chem

คณะวิจัยศึกษาเบื้องต้น (preliminary study) โดยขอความอนุเคราะห์จากครูประจำรายวิชาเคมี และนักเรียนชั้น ม.1 และ ม.2 โดยให้ ม.1 โรงเรียนลือคำหาญ วารินชำราบ จำนวน 1 ห้องทดลองทำปฏิบัติการ ISB-Chem M1-M4 จากนั้น ปรับปรุงและแก้ไขบทปฏิบัติการตามคำแนะนำของครูและนักเรียน (นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง)

3. เครื่องมือวิจัยสำหรับ ISB-Chem

- 1) กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M1-M4
- 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- 3) แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย ISB-Chem

4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ISB-Chem ได้แก่ 1) กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้ ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร จำนวน 12 ชั่วโมง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาทุ่ง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 33 คน 2) กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้ ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 16 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 25 คน 3) กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้ ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 16 ชั่วโมง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาแก้ว จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 26 คน และ 4) กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้ ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร จำนวน 8 ชั่วโมง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 39 คน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงการนี้เป็นงานวิจัยแบบวิธีผสม (mixed method research) โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมกิจกรรม ดังนี้

- 1) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 2) นักเรียนทำปฏิบัติการ ISB-Chem
- 3) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและกรอกแบบสอบถามความเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะวิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

- 1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1-M4 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- 2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1-M4 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- 3) หาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย ISB-Chem M1-M4

ผลการวิจัย/ข้อค้นพบ

จากการพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ การแยกสาร ปฏิกิริยาเคมี สารและการเปลี่ยนแปลง และสารอาหาร จากนั้นก็ใช้ ISB-Chem ในการพัฒนาความเข้าใจและทักษะการสืบเสาะหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งพบว่า ในแต่ละกิจกรรม ISB-Chem นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วย ISB-Chem สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem อยู่ในระดับมาก และที่สำคัญนักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับดีหรือผ่านเกณฑ์ที่ร้อยละ 70

จะเห็นได้ว่า ISB-Chem M4 ทั้ง 4 เรื่อง มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งด้านความเข้าใจในเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ไปในทางบวกมากขึ้นอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางการคิดด้านต่างๆ ของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ควรศึกษาและเปรียบเทียบผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับวิธีอื่นๆ
3. ควรพัฒนาทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ด้วยเทคนิคการสอนอื่นๆ เพราะเป็นทักษะที่นักเรียนได้รับคะแนนน้อยที่สุดจากการวิจัยครั้งนี้
4. ควรจัดกิจกรรมให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากค้นหาคำตอบ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม ลักษณะการตอบคำถามของครูควรเป็นในลักษณะให้นักเรียนสนใจและอยากลงมือปฏิบัติ
5. ควรให้นักเรียนได้มีการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นในการสืบเสาะก่อนเรียนหรือระหว่างเรียน เช่น ทักษะการกำหนดตัวแปร การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การสังเกต การวัด การแปลความหมายข้อมูล การสรุปผล และการเขียนรายงานร่วมด้วย เพื่อเป็นพื้นฐานแก่นักเรียนให้การจัดกิจกรรมดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วสามารถเสร็จทันภายในเวลาเรียน
6. ในชั้นขยายความรู้ควรจัดกิจกรรมที่เสริมความรู้ของนักเรียนด้วยกิจกรรมที่แปลกใหม่ ต่อยอดความรู้เดิมของนักเรียน

การนำไปใช้ประโยชน์

1) ประโยชน์ต่อผู้เรียน

- นำหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ 2) โรงเรียนบ้านนาทุ่ง ตำบลผักไหม อำเภอยักษ์ทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ 3) โรงเรียนบ้านผาแก้ว ตำบลผาแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี และ 4) โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร ตำบลนาคำ อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี
- จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น” ให้กับนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ภาคการศึกษา 3 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 29 คน ระหว่างวันที่ 3-4 พฤษภาคม 2557

2) ประโยชน์ต่อองค์กร

- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีมีหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ 1) การแยกสาร 2) ปฏิกริยาเคมี 3) สารและการเปลี่ยนแปลง และ 4) สารอาหาร
- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีมีปฏิบัติการเคมีแบบสืบเสาะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงปฏิบัติการเคมีอื่นๆ ต่อไป

3) ประโยชน์ต่อนักวิจัยและนักวิชาการ

- นำเสนอผลงานแบบ virtual presentation ใน 5th World Conference on Educational Sciences (WCES 2013) และเผยแพร่บทความวิจัย จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่
 1. Saksri Supasorn* & Anchulee Lordkam. (2014). Enhancement of Grade 7 Students' Learning Achievement of the Matter Separation by using Inquiry Learning Activities. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 116, 21 February 2014, Pages 739-743. Online available at <http://www.sciencedirect.com/>
 2. Saksri Supasorn* & Saranya Waengchin. (2014). Development of Grade 8 Students' Learning Achievement on Chemical Reaction by Using Scientific Investigation Learning. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 116, 21 February 2014, Pages 744-749. Online available at <http://www.sciencedirect.com/>

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น
โดย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาพร
ศัพท์สำคัญ : ทักษะการสืบเสาะ / ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ / สารและการเปลี่ยนแปลง /
ปฏิกิริยาเคมี / สารและการเปลี่ยนแปลง / สารอาหาร

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) และใช้ ISB-Chem ในการพัฒนาความเข้าใจและทักษะการสืบเสาะหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้พัฒนาหน่วย ISB-Chem จำนวน 4 หน่วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) จากการทดลองใช้ ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร จำนวน 12 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาทุ่ง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 33 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 14.24, SD 2.45) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 7.73, SD 2.76) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 32.58 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน (mean 89.00, SD 8.97) สูงกว่าก่อนเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1 (mean 77.76, SD 8.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) จากการทดลองใช้ ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 16 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 25 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 21.17, SD 6.20) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.71) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 15.43 และมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน (mean 15.14, SD 3.55) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 10.08, SD 4.69) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) จากการทดลองใช้ ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 16 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาแก้ว จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 26 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 16.19, SD 1.79) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 9.27, SD 2.01) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 35.46 และมีร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เป็น 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ 23.07

4) จากการทดลองใช้ ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร จำนวน 8 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 39 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean

21.38, SD 3.69) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 11.59, SD 2.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 32.63 และนักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับ “ดี” (ร้อยละ 75.19)

จะเห็นได้ว่า ISB-Chem M4 ทั้ง 4 เรื่อง มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งด้านความเข้าใจในเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ไปในทางบวกมากขึ้นอีกด้วย

ABSTRACT

Title : Development of the inquiry skills building chemistry experimental units (ISB-Chem) for secondary school students

By : Asst.Prof.Dr.Saksri Supasorn

Keyword : inquiry skills / science process skills / matter separation / chemical reactions / matters and changes / nutrients

The objectives of this research project were to develop the Inquiry Skills Building Chemistry experimental units (ISB-chem) for secondary school students and then use the ISB-Chem as a means to enhance students' understanding as well as science process skills or inquiry skills. Four ISB-chem experiments were developed and implemented with four different samples as follows.

1) The ISB-Chem M1 "matter separation" (12 hours) was implemented with 33 Grade 7 students at Ban Nathung School in Sisaket Province during the second semester of academic year 2011. It was found that the students obtained the post-achievement test score (mean 14.24, SD 2.45) significantly higher than the pre-achievement test score (mean 7.73, SD 2.76) at p-value of 0.05 as their percentage of gain in content knowledge was 32.58. In addition, their satisfaction towards learning science after the implementation (mean 89.00, SD 8.97) was significantly higher than prior to the implementation (mean 77.76, SD 8.39) at p-value of 0.05.

2) The ISB-Chem M2 "chemical reaction" (16 hours) was implemented with 24 Grade 8 students at Ban Koksawang School in Buriram Province during the second semester of academic year 2011. It was found that the students obtained the post-achievement test score (mean 21.17, SD 6.20) significantly higher than the pre-achievement test score (mean 15.00, SD 3.71) at p-value of 0.05 as their percentage of gain in content knowledge was 15.43. In addition, their integrated science process skills score after the implementation (mean 15.14, SD 3.55) was significantly higher than before the implementation (mean 10.08, SD 4.69) at p-value of 0.05.

3) The ISB-Chem M3 "matters and changes" (16 hours) was implemented with 26 Grade 8 students at Ban Phakaew School in Ubon Ratchathani Province during the second semester of academic year 2012. It was found that the students obtained the post-achievement test score (mean 16.19, SD 1.79) significantly higher than the pre-

achievement test score (mean 9.27, SD 2.01) at p-value of 0.05 as their percentage of gain in content knowledge was 35.46. In addition, 76.93% of all students obtained the integrated science process skills score equal or above the proposed criterion at 70% of possible score, while 23.07% of them obtained the score less than the proposed criterion.

4) The ISB-Chem M4 “nutrients” (8 hours) was implemented with 39 Grade 8 students at Srimuang Wittayakharn School in Ubon Ratchathani Province during the first semester of academic year 2013. It was found that the students obtained the post-achievement test score (mean 21.38, SD 3.69) significantly higher than the pre-achievement test score (mean 11.59, SD 2.56) at p-value of 0.05 as their percentage of gain in content knowledge was 32.63. In addition, their percentage of the integrated science process skills score was 75.19% which was in a “good” level.

In short, all four ISB-Chem experiments were effective to enhance both students’ understanding and science process skills. Moreover, their satisfaction towards learning science was in the positive way.

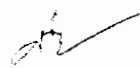
กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย "การพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น" นี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณตลอดโครงการจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในรหัสโครงการ 63739 ประจำปีงบประมาณ 2555 และรหัสโครงการ 81330 ประจำปีงบประมาณ 2556 โดยผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ทางสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของโครงการวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนจากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร และโรงเรียนลือคำหาญ วารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มทดสอบ (try out) ของเครื่องมือทดลองทั้งหมดในโครงการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนจากโรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ โรงเรียนบ้านนาทุ่ง ตำบลผักไหม อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ โรงเรียนบ้านผาแก้ว ตำบลผาแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี และโรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร ตำบลนาคำ อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มทดลอง (treatment group) ของโครงการวิจัยในครั้งนี้

ในโอกาสนี้ ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์ และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการของโครงการจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี


ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาธร
หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผล	25
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	58
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	69
ภาคผนวก ก กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M1 การแยกสาร	70
ภาคผนวก ข กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M2 ปฏิบัติเคมี	75
ภาคผนวก ค กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M3 สารและการเปลี่ยนแปลง	81
ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M4 สารอาหาร	84
ภาคผนวก จ บทความ Enhancement of Grade 7 students' learning achievement of the matter separation by using inquiry learning activities	92
ภาคผนวก ฉ บทความ Development of Grade 8 students' learning achievement on chemical reaction by using scientific investigation learning activities	97
ภาคผนวก ช แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัยและงบประมาณการวิจัย ปีงบประมาณ 2555 - 2556 ตามที่เสนอขอ	102
ภาคผนวก ซ แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัยและงบประมาณการวิจัย ปีงบประมาณ 2555 - 2556 ตามที่ดำเนินการ	105
ภาคผนวก ฌ กำหนดการและรายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”	109

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เคมีเป็นหนึ่งในวิชาพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลายสาขา (Ware, 2001) ทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ และชีวเคมี) และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (เช่น แพทย์ศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์) ดังนั้น นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จึงต้องเรียนวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีวิชาเคมีอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีได้ลงนามความร่วมมือ (MOU) กับโรงเรียนลือคำหาญ วารินชำราบ โดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนในหลายๆ ด้าน ทำให้ได้รับทราบถึงปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลายประการ นอกจากนี้ คณะวิทยาศาสตร์ ยังมีหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้รับผิดชอบเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาซึ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับนักศึกษาที่ทำวิจัยช่วยให้ภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะปัญหาในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเน้นการจัดการเรียนรู้ด้านปฏิบัติการเคมี โดยสามารถแบ่งปัญหาออกเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1) นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการทำปฏิบัติการเคมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิบัติการเคมีแบบสืบเสาะ (Windale, 2008) ซึ่งมีสาเหตุมาจากโรงเรียนขนาดเล็กขาดอุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่จะเน้นการสอนภาคบรรยายเพื่อให้นักเรียนสอบเข้าเรียนต่อได้ ผู้สอนจึงให้ความสำคัญต่อ

2) มีการจัดปฏิบัติการค่อนข้างน้อย และในแต่ละปฏิบัติการต้องการให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลาทำให้ต้องตัดทอนรายละเอียดสำคัญบางอย่างของปฏิบัติการเคมีออกไป (Hofstein, 2004; Mohrig, Hammond & Colby, 2007)

3) ปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นปฏิบัติการแบบดั้งเดิม (traditional experiment) เน้นให้นักเรียนทำตามวิธีการทดลองอย่างเคร่งครัดเพื่อประหยัดเวลาในการทำปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะการสืบเสาะบางทักษะ เช่น การตั้งสมมติฐานการทดลอง การออกแบบการทดลอง และการอภิปรายผลการทดลอง เป็นต้น

4) บทปฏิบัติการส่วนใหญ่เน้นเชื่อมโยงกับภาคทฤษฎีมากเกินไป ทำให้ขาดการเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน (reality link) ทำให้ผู้เรียนไม่ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งที่กำลังทดลองอยู่ มีแรงจูงใจไม่เต็มฤทธิ์ต่ำ และอาจส่งผลให้มีทัศนคติเชิงลบต่อวิชาเคมี (Kegley, Stacy & Gutwill, 1996)

ข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific thinking skills) อย่างเต็มศักยภาพ (Windale, 2008) ตัวอย่างเช่น

1) การตั้งคำถามการทดลอง (experimental questioning) และการตั้งสมมติฐานการทดลอง (experimental hypothesizing) โดยปฏิบัติการส่วนใหญ่จะข้ามขั้นตอนที่สำคัญเหล่านี้เพื่อเป็นการประหยัดเวลา ทำให้นักเรียนขาดการฝึกตั้งคำถามวิจัยหรือคำถามการทดลอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามการทดลองได้

2) การออกแบบวิธีการทดลองด้วยตนเอง (experimental procedure design) เนื่องจากการทดลองส่วนใหญ่เป็นการทำตามคู่มือปฏิบัติการ (laboratory manual) ที่บอกขั้นตอนไว้อย่างละเอียดเหมือนตำราปรุงอาหาร (cookbook) บทปฏิบัติการลักษณะนี้สามารถช่วยให้นักเรียนได้ผลการทดลองตรงตามทฤษฎี แต่ล้มเหลวในการสร้างความเข้าใจว่าปฏิบัติการแต่ละขั้นมีความหมายหรือความสำคัญอย่างไร และส่งผลอย่างไรต่อผลการทดลองที่ได้ (Clark, Clough, & Berg, 2000; Lord & Orkwiszewski, 2006; Russell, & French, 2002)

3) การทดลอง (experimenting) และการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (manipulating scientific equipment)

4) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานการทดลอง (making explanations from experimental evidence) ผลการทดลองที่ได้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการปฏิบัติการส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีมากกว่าทำการทดลองเพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้น ผู้สอนจึงชี้แนะหรือบอกวิธีการต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐาน และในการสร้างคำอธิบายจากหลักฐานการทดลอง

คณะวิจัยลงความเห็นว่าควรพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีในสาระ “สารและสมบัติของสาร” เพื่อพัฒนาทักษะการสืบเสาะของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ชื่อหน่วยว่า หน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะ (Inquiry Skills Building Chemistry Experimental Units หรือ ISB-Chem) โดย ISB-CHEM สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ต้องมีคุณลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้

1) ใช้วิธีการสืบเสาะที่หลากหลาย และเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อให้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการออกแบบวิธีการทดลอง สร้างคำอธิบาย และขยายแนวคิดจากการทดลองได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งด้านองค์ความรู้ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

2) เน้นให้เป็นหน่วยปฏิบัติการแบบย่อส่วน (small scale experimental units) และสอดแทรกความเป็น Green chemistry ลงไปในปฏิบัติการเพื่อประหยัดทั้งด้านค่าใช้จ่ายในการทำปฏิบัติการ และลดภาระในการกำจัดของเสีย (waste) จากปฏิบัติการ

3) ประยุกต์ใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่สามารถหาได้ง่ายและราคาไม่แพง นอกจากนี้ยังต้องสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์อื่นๆ แทนได้ในกรณีที่ขาดอุปกรณ์หรือสารเคมีบางอย่าง

4) สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของปฏิบัติการอย่างแท้จริง และมีเจตคติต่อปฏิบัติการเคมีไปในทางบวก

5) มีคำถามแทรกเป็นระยะๆ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงความหมายหรือความสำคัญของแต่ละขั้นตอนของการทำปฏิบัติการ และได้เรียนรู้ด้านเนื้อหาหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องไปพร้อมกับการทดลอง นอกจากนี้ยังมีคำถามเชิงประยุกต์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนต่อยอดความรู้ด้วยการทำโครงการต่อไป

1.2 เป้าหมายหลักและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อ

- พัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2
- ใช้ ISB-Chem เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะการสืบเสาะหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ให้สามารถทำปฏิบัติการสืบเสาะ (inquiry experiments) ได้
- ศึกษาผลของ ISB-Chem ต่อความเข้าใจเชิงมโนคติ (conceptual understanding) ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วย ISB-Chem

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์รายหน่วยปฏิบัติการ (ISB-Chem) ดังนี้

1.2.1 วัตถุประสงค์ของหน่วยปฏิบัติการ ISB-Chem M1 การแยกสาร

- เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียน และความคงทนของความรู้จากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.2.2 วัตถุประสงค์ของหน่วยปฏิบัติการ ISB-Chem M2 ปฏิริยาเคมี

- เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปฏิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปฏิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปฏิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.2.3 วัตถุประสงค์ของหน่วยปฏิบัติการ ISB-Chem M3 สารและการเปลี่ยนแปลง

- เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

- เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.2.4 วัตถุประสงค์ของหน่วยปฏิบัติการ ISB-Chem M4 สารอาหาร

- เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนา ISB-Chem เพื่อต้นแบบ (exemplary) ในการพัฒนาปฏิบัติการหรือกิจกรรมเคมีอื่นๆ ให้เป็นแบบสืบเสาะต่อไป โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

- เป็นเนื้อหาเคมีระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- การพัฒนา ISB-Chem เป็นเนื้อหาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และปีที่ 2 รวม 4 เรื่อง
- กลุ่มทดสอบในขั้นการพัฒนา ISB-Chem คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลือคำหาญวารินชำราบ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2554 และ ปีการศึกษา 2555
- เป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้คือมุ่งพัฒนาศักยภาพด้านทักษะการสืบเสาะหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน โดยมีเป้าหมายรองเป็นความเข้าใจในเนื้อหา ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- โรงเรียนกลุ่มเป้าหมายในการเผยแพร่ ISB-Chem ได้แก่ โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตอำเภวารินชำราบ และอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี และโรงเรียนอื่นๆ ที่สนใจเข้าร่วมรับการอบรม “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ประโยชน์ต่อผู้เรียน

- นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการดีขึ้นและสามารถทำปฏิบัติการสืบเสาะ (inquiry experiments) ได้
- นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อวิชาเคมีไปในทางบวกและเกิดแรงจูงใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบอิสระ (free inquiry) ต่อไป

1.4.2 ประโยชน์ต่อองค์กร

- คณะวิทยาศาสตร์มีหน่วยปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะสำหรับเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ISB-Chem) จำนวน 4 หน่วย เพื่อการบริการวิชาการ

1.4.3 ประโยชน์อื่นๆ

- นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้ทำงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการใช้ ISB-Chem ในการเสริมการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ทราบมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับปฏิบัติการใน ISB-Chem M1 และ M2 และใช้เป็นแนวทางในการปรับแก้มโนคติที่คลาดเคลื่อนต่อไป

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ปฏิบัติการเคมีแบบดั้งเดิม (traditional scripted laboratory) เป็นวิธีที่ประสบผลสำเร็จอย่างมากในการพัฒนาทักษะการสังเกตของนักเรียน และสามารถเชื่อมโยงภาคทฤษฎีเข้ากับภาคปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปฏิบัติการแบบดั้งเดิมเป็นการทำตามคู่มือบอกและเป็นสิ่งที่นักเรียนทราบแล้ว ดังนั้น ปฏิบัติการแบบดั้งเดิมซึ่งมีความท้าทายทางสติปัญญาค่อนข้างน้อยจึงมักไม่ประสบผลสำเร็จในการเพิ่มทักษะการสืบเสาะหาความรู้ (Green, Elliott & Cummins, 2004)

ในทางตรงกันข้าม ปฏิบัติการแบบสืบเสาะซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ออกแบบและทำการทดลองด้วยตนเอง และสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (scientific understanding) โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมเข้ากับหลักฐานที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (science experimental evidence) และสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา (Hand & Keys, 1999) ปฏิบัติการแบบสืบเสาะจึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง (Green, Elliott & Cummins, 2004) ดังนั้น สถาบันการศึกษาหลายๆ แห่งจึงสนับสนุนให้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทั้งภาคบรรยายและปฏิบัติการ รวมทั้งการสร้างสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์โดยอาศัยหลักการสืบเสาะหาความรู้อีกด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจในหลักการและทักษะกระบวนการในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (Sanger, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบพุทธิปัญญานิยม (constructivist learning environments)

ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของการปฏิรูปทางวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งด้านความรู้ในเนื้อหาและความรู้ด้านวิธีการเรียนรู้ โดยระบบการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กระตุ้นให้จัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (inquiry-based learning) ในระดับมัธยมศึกษา โดยทั่วไปแล้ว นักวิทยาศาสตร์ศึกษาใช้คำว่า “การสืบเสาะ” (inquiry) ใน 2 ทาง (Blonder, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2008) ได้แก่

- 1) การสืบเสาะในแง่ของความเข้าใจเนื้อหา (content understanding) โดยผู้เรียนเป็นคนสร้างมโนมติความเข้าใจ และคำอธิบายในสิ่งที่ผู้เรียนกำลังสัมผัสประสบการณ์นั้นอยู่
- 2) การสืบเสาะในแง่ความสามารถและทักษะ ได้แก่ การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การสร้างและแก้ไขคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารและแสดงเหตุผลในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (inquiry-type laboratories) มีศักยภาพเพียงพอในการพัฒนาทักษะสำคัญเหล่านี้

การนำกระบวนการสืบเสาะมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ภาคปฏิบัตินั้นก็ได้รับความนิยมมากในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา เช่น Suzanne Black (1996) ได้ทดลองใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะกับนักเรียนรายวิชาเคมีทั่วไป ณ McGill University และรายงานว่าการปฏิบัติการแบบสืบเสาะมีประโยชน์

ต่อนักเรียนมาก เพราะในแต่ละขั้นของปฏิบัติการ (ขั้นเตรียม ขั้นทำ และเขียนรายงานผลปฏิบัติการ) นักเรียนได้ฝึกการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ในมหาวิทยาลัย ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม และเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์และการคิดวิพากษ์ และที่สำคัญที่สุด คือ นักเรียนได้ทำวิจัยทางเคมีและสัมผัสวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง

2.2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และสิ่งเร้าต่างๆ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสังเกต เปรียบเทียบ จนเกิดปัญหา จากนั้นผู้สอนจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถาม หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนถามคำถามเพื่อสืบสวนหาสาเหตุของปัญหาในรูปของการอธิบาย และให้ผู้เรียนหาทางพิสูจน์ว่าการอธิบายนั้นเป็นไปตามความเป็นจริงหรือไม่ (แสงจัน พุ่มสะหวັນ และอลิศรา ชูชาติ, 2550)

คำว่า Inquiry ในภาษาไทยมีชื่อที่ใช้เรียกแตกต่างกันออกไป ได้แก่ “การสืบเสาะ” “การสืบสอบ” “การสืบสวน สอบสวน” “การสืบเสาะหาความรู้” ซึ่งทุกชื่อมีความหมายในทำนองเดียวกัน เพราะมีหลักการใหญ่ๆ เหมือนกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้” โดยมีผู้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) และยังเป็นการเรียนรู้ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางสมองของตนเองหาความรู้ในลักษณะการทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ในการแก้ปัญหา โดยการตั้งสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่างๆ ของธรรมชาติ (Carin and Sund, 1975) นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งวิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

จากความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือค้นหาคำตอบของปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สร้างเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียน

2.2.2 หลักการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยมีผู้ได้เสนอแนวคิดและหลักการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

การเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการค้นคว้า และสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างมีเหตุผล การเรียนรู้แบบนี้ จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้บอกทั้งหมด ผู้เรียนมีอิสระในการหาความรู้ ได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถ เป็นการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นคว้าหาความรู้ได้เป็นอย่างดีเพราะนักเรียนสนุกสนาน สามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ และความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ ด้วยวิธีการสืบเสาะจะมีคุณค่า มีความหมายสำหรับเด็กมากกว่าความรู้ที่ได้จากคนอื่นบอกให้จำ เพราะนักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีนี้จึงฝังแน่นเป็น ประโยชน์ต่อนักเรียนไปได้นาน (แสงจัน พุ่มสะหวั่น และอลิศรา ชูชาติ, 2550) นอกจากนี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ยังได้วิเคราะห์แนวการสอนวิทยาศาสตร์ จากหนังสือของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชื่อเอกสารประกอบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฉบับมกราคม 2520 สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหลักการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

- 1) กิจกรรมและลำดับขั้นของกิจกรรมในการเรียนรู้แต่ละครั้ง สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 อย่าง เรียงลำดับคือ การนำเข้าสู่บท เรียน โดยการตั้งปัญหา การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง
- 2) นักเรียนคือผู้ค้นพบ นักเรียนเป็นผู้ทดลอง สังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดก็ เป็นผู้สรุปโดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- 3) บทบาทของผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือให้คำแนะนำเท่านั้น เมื่อนักเรียนมี ข้อโต้แย้งตอนใด ผู้สอนจะหาวิธีตอบคำถามของนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และจะพยายาม แนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง
- 4) จุดหมายปลายทางของการเรียนรู้จะไม่เน้นเนื้อหาวิชาแต่เพียงอย่างเดียว แต่จะ มุ่งพัฒนาทักษะต่างๆ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าหลักการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เน้นให้ นักเรียนรู้จักคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีเป้าหมาย ในการพัฒนาความรู้ ทักษะด้านต่างๆ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ นักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้โดยการใช้คำถามหรือวิธีการใดๆ และที่สำคัญผู้สอนต้องพยายามสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดของตนเอง

2.2.3 ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในแบบ 5E (5E Inquiry process) เป็นรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี, 2546) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่ง อาจเกิดขึ้นเอง จากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปราย ภายในกลุ่ม หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง

คำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน จนกระทั่งมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับประเด็นที่จะต้องศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตเรื่องที่ศึกษาให้ชัดเจน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ สร้างตาราง แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ ประกอบการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล การลงข้อสรุป ถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน การค้นพบในขั้นนี้อาจสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้ยังสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นมาไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ต่อไป

Suchman (1966; อ้างอิงจาก กนกวรรณ พลอาษา, 2549) ได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญกับปัญหา ผู้สอนจะนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และอธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียนได้สังเกตสถานการณ์ปัญหา แล้วตั้งคำถามที่ผู้สอนสามารถตอบได้ว่าใช่หรือไม่

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการตรวจสอบ เป็นขั้นตอนการพิสูจน์ความจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ นั่นคือข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติและลักษณะเฉพาะตลอดจนเงื่อนไขต่างๆ ที่แวดล้อมอยู่

ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง ให้นักเรียนได้ทดลองพิสูจน์ปัญหาหรือสมมติฐานโดยผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนคิดว่าตัวแปรบางตัวพิสูจน์ได้ เมื่อได้ลองพิสูจน์และคอยขยายขอบเขตการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 รวบรวมข้อมูลและสร้างคำอธิบาย ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายโดยให้ช่วยกันอธิบายสิ่งที่เข้าใจหรือข้อค้นพบ เพื่อให้สามารถรวบรวมเป็นคำตอบที่สมบูรณ์ได้

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้สอนจะให้ผู้เรียนวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยพิจารณาว่าคำถามใดบ้างที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แนวคำถามใดที่เป็นประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ หรือความรู้บางประเภทที่ผู้เรียนต้องการแต่ยังไม่ได้มา

National Research Council หรือ NRC (2000) ได้ให้ขั้นตอนและบทบาทของครูกับนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะสำคัญและบทบาทของครู-นักเรียนในการเรียนแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2000)

คุณลักษณะสำคัญ	← มาก บทบาทของนักเรียน → น้อย			
	← น้อย บทบาทของครู → มาก			
1. ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนตั้งคำถามเอง	นักเรียนเลือกคำถามจากคำถามที่มีอยู่แล้ว และตั้งเป็นคำถามใหม่	นักเรียนปรับแก้คำถามจากคำถามที่มีอยู่แล้ว	นักเรียนสนใจในคำถามที่มีอยู่แล้ว
2. ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม	นักเรียนวิเคราะห์ว่าหลักฐานต้องประกอบด้วยอะไรบ้างและเก็บรวบรวมหลักฐาน	นักเรียนเก็บข้อมูลตามคำชี้แนะ	นักเรียนได้รับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนได้รับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามคำชี้แนะ
3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถาม	นักเรียนสรุปหลักฐานและสร้างคำอธิบาย	นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานตามคำชี้แนะ	นักเรียนได้รับคำชี้แนะว่าจะใช้หลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายได้อย่างไรบ้าง	นักเรียนได้รับหลักฐาน
4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้วิทยาศาสตร์พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่เป็นไปได้	นักเรียนหาแหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเชื่อมโยงกับคำอธิบายด้วยตัวเอง	นักเรียนได้รับการชี้แนะแหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงกับคำอธิบาย	นักเรียนถูกบอกว่าคำอธิบายนี้อาจจะเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใดได้บ้าง แล้วให้นักเรียนเลือก	นักเรียนถูกบอกว่าคำอธิบายนี้เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง
5. ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามถามที่เกี่ยวข้อง	นักเรียนให้เหตุผลประกอบคำอธิบายและตอบคำถามที่เกี่ยวข้อง	นักเรียนได้รับการฝึกเพื่อพัฒนาการสื่อสาร	นักเรียนได้รับการชี้แนะแนวทางกว้างๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสื่อสาร	นักเรียนถูกบอกขั้นตอนและวิธีการในการนำเสนอ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) โดยกำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย เกิดคำถามทางวิทยาศาสตร์แล้วเกิดเป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม พร้อมทั้งวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้

3) ขั้นสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

4) ขั้นเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎี หรืองานวิจัย ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ได้อย่างไร

5) ขั้นสื่อสารวิทยาศาสตร์และแสดงผล เพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวกับที่สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2.1.4.1 ข้อดีของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเกิดการค้นพบและเข้าใจในหลักการของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่า

อมลวรรณ วีระธรรมโม และวิวัฒน์ ชัตติยะมาน (2549) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีความอยากรู้อยากเห็นตลอดเวลา
- 2) นักเรียนมีโอกาสฝึกความคิด และฝึกการปฏิบัติ ได้รู้จักวิธีจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
- 3) นักเรียนเรียนรู้มนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็ว
- 4) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
- 5) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- 6) ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
- 7) เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีความอิสระ มีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544) ได้เขียนถึงข้อดีของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 1) เป็นการพัฒนาศักยภาพทางด้านสติปัญญาคือให้ฉลาดขึ้นเป็นนักคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นนักจัดระเบียบ

เรียนแบบท่องจำ

- 2) การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
- 3) ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
- 4) ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้
- 5) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และเป็นการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา
- 6) ช่วยพัฒนามโนทัศน์แก่ผู้เรียน
- 7) พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
- 8) ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่า จะทำการสิ่งใดๆ จะสำเร็จด้วยตนเองสามารถคิดและหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
- 9) นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหา และพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
- 10) สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.1.4.2 ข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

อมลวรรณ วีระธรรมโม และวิวัฒน์ ชัดติยะมาน (2549) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
 - 2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้สงสัยแปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 3) นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
 - 4) นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอตอบคำถามได้แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้สรุปข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
- 2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
- 3) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
- 4) เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการสอน
- 5) ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6) ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครุมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7) ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

จากลักษณะดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า ข้อดีของการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ ช่วยเพิ่มศักยภาพทางสติปัญญา นักเรียนมีมีโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองได้ดีขึ้น ได้ศึกษาหาความรู้และคิดแก้ปัญหาเกิดการค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ส่วนข้อจำกัดคือใช้เวลามาก ครูต้องเข้าใจบทบาทของตนเอง ต้องใช้เวลาในการวางแผน และถ้านักเรียนมีระดับสติปัญญาดำจะไม่ประสบผลสำเร็จ

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E (5E Inquiry process) ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

2.2.4 บทบาทของผู้สอนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทที่แตกต่างไปจากการเรียนรู้แบบปกติ โดยผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยา และมีบทบาทในการชี้แนะและท้าทายให้นักเรียนคิด ให้โอกาสในการทดลอง การซักถาม และการอภิปราย ทาสิ่งที่จะช่วยสนับสนุน การสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ช่วยวิเคราะห์ความยุ่งยากที่นักเรียนไม่สามารถทำได้ และให้ความรู้เพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ (Suchman, 1966; อ้างถึงใน กนกวรรณ พลอาษา, 2549) นอกจากนี้ ผู้สอนควรมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด (catalyst) เป็นผู้ให้การเสริมแรง (reinforce) เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback actor) เป็นผู้แนะนำและกำกับ (guide and director) และเป็นผู้จัดระเบียบ (organizer) (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544) และผู้สอนควรเป็นผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีหน้าที่ป้อนคำถามเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ซึ่งผู้สอนต้องถามคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิด ความจำ หรือความเข้าใจ และควรตอบคำถามนักเรียนบ้างเป็นบางครั้ง กระตุ้นให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อวางแผนหรือกำหนดวิธีการแก้ปัญหาหรือถ้าปัญหายากเกินไปอาจร่วมกับนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาร่วมกัน (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) สำหรับการเรียนรู้ปฏิบัติการทดลองนั้น ผู้สอนควรมีบทบาทต่างๆ ในการเตรียมการล่วงหน้าโดยสำรวจความพร้อมของอุปกรณ์ สารเคมี และจัดเตรียมให้พร้อมสำหรับการใช้งาน อาจมีการทำการทดลองก่อนเพื่อศึกษาผลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้น กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตลอดเวลา เลือกใช้คำถามที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน เมื่อนักเรียนเกิดคำถามควรให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบนั้นได้เอง หลังจากนั้นนักเรียนได้ข้อมูลจากการทดลองแล้วควรกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและสรุปผล การทดลองด้วยตนเองและควรให้นักเรียน

ทดลองซ้ำเพื่อยืนยันข้อมูล นอกจากนี้ผู้สอนควรใช้วิธีการเรียนรู้แบบอื่นๆ เข้ามาร่วมในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ก่อนอื่นผู้สอนต้องมีเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้และแม่นยำในเนื้อหาที่จะสอนเป็นอย่างดี โดยก่อนที่จะเริ่มการเรียนรู้ผู้สอนควรมีการเตรียมการต่างๆ ให้พร้อม เช่น สื่อประกอบการเรียนรู้ อุปกรณ์และสารเคมี คำถามที่จะใช้ในการถามนักเรียน เป็นต้น เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและราบรื่น ในระหว่างสอนผู้สอนควรให้อิสระสำหรับนักเรียนอย่างเต็มที่ในการสังเกต การคิด การตอบคำถาม การปฏิบัติการทดลอง การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง โดยผู้สอนต้องคอยควบคุมดูแล อำนวยความสะดวก แนะนำแนวทางให้นักเรียนอยู่ในประเด็นที่จะศึกษา และกระตุ้นให้นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ไปได้ด้วยตนเอง และที่สำคัญผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่เอื้อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ เช่นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสเคลื่อนไหว การจัดกิจกรรมในลักษณะการแข่งขันระหว่างกลุ่ม หรือการกล่าวชมเชยและให้กำลังใจกับนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างมีความสุข

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะวิจัย ณ University of Puerto Rico (Montes, Lai & Sanabria, 2003) ได้ทดลองใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะเกี่ยวกับหลักการ Like dissolves like และรายงานว่า หลังจากที่ทำให้นักเรียนทำปฏิบัติการแบบสืบเสาะแล้ว นักเรียนเข้าใจหลักของการละลายและปัจจัยที่มีผลต่อการละลายดีขึ้นกว่าจากการทำปฏิบัติการแบบดั้งเดิม คณะวิจัยยังเสนอว่า ในปฏิบัติการแบบสืบเสาะนั้น ผู้สอนและคู่มือปฏิบัติการจะไม่ไขว่คว้าหาความรู้อีกต่อไป แต่จะเป็นเพียงสิ่งที่แนะนำหรือแรงผลักดันที่ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยตนเอง

Kelly Morgan Deters (2005) ได้สำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อปฏิบัติการเคมีแบบสืบเสาะและรายงานว่า ปฏิบัติการแบบสืบเสาะมีข้อดี ดังนี้

- เป็นการเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง
- เพิ่มทักษะการสื่อสารในชั้นเรียน
- เรียนรู้การจัดระบบของวิธีการทดลองและการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
- เพิ่มความสามารถในการอธิบาย อภิปราย สรุป และวิจารณ์การทดลอง
- เป็นปฏิบัติการที่น่าสนใจ

คณะวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกา (Chatterjee, Williamson, McCann, & Peck, 2009) ได้สำรวจเจตคติต่อปฏิบัติการสืบเสาะเชิงชี้แนะ (guided-inquiry laboratories) และปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิด (open-inquiry laboratories) ของนักศึกษารายวิชาเคมีทั่วไป ณ Texas A&M University ปี 2005 ได้ข้อสรุปว่า นักศึกษามีเจตคติเชิงบวกต่อปฏิบัติการสืบเสาะเชิงชี้แนะมากกว่าปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิด และนักศึกษาเชื่อว่าได้เรียนรู้จากปฏิบัติการสืบเสาะเชิงชี้แนะมากกว่าปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิด โดยมีนักศึกษาประมาณ 77.8% สามารถระบุปฏิบัติการสืบเสาะเชิงชี้แนะได้ และ 53.5% สามารถระบุปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิดได้ แต่น้อยกว่า 50% ที่สามารถระบุปฏิบัติการสืบเสาะเชิงชี้แนะและปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิด คณะวิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัด

ปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิดเอาไว้ว่า ผู้สอนต้องช่วยกระตุ้นและเสริมแรงจิตใจให้นักศึกษา และต้องช่วยเน้นให้นักศึกษาเห็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องเรียนรู้ในขั้นตอนการทำปฏิบัติการ และการให้นักศึกษาทำสรุปสาระสำคัญของปฏิบัติการก็จะสามารถช่วยให้นักศึกษามีเจตคติและความเชื่อเกี่ยวกับปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิดไปในทางบวกมากขึ้น

ระบบการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในประเทศอิสราเอล ได้แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) *ระยะเตรียมการสืบเสาะ* (pre-inquiry phase) เป็นการให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดให้ โดยที่ผู้สอนไม่ได้ให้ข้อมูลใดๆ เกี่ยวกับการทดลอง แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนถามสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง 2) *ระยะการสืบเสาะ* (Inquiry phase) นักเรียนเลือกคำถามเพียงคำถามเดียวจากรายการคำถามทั้งหมดในระยะที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนแก้ไขเป็นคำถามสืบเสาะ ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และลงมือทำการทดลอง และ 3) *ระยะวิเคราะห์และสรุปผล* (analyzing and concluding phase) ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนข้อมูลทั้งหมดจากทั้งสามระยะเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลการสืบเสาะ ด้วยเหตุนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะจึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง (Blonder, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2008)

คณะวิจัยนำโดย Blonder, Mamlok-Naaman และ Hofstein (2008) จาก Chemistry Group of the Department of Science Teaching จากสถาบัน Weizmann Institute of Science ประเทศอิสราเอล ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการตั้งคำถามสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นจากการจัดปฏิบัติการเคมีปลายเปิด (open-ended experiment) โดยใช้เทคนิคขั้นสูง เรื่อง แก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography) จากการวิเคราะห์คำถามของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน พบว่า *นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำและปานกลาง* (low and average achieving students) จะตั้งคำถามสืบเสาะเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เคยเรียนมาให้เข้าใจมากขึ้น และเพื่อตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับเนื้อหาตัวเอง สำหรับ *นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูง* (high achieving students) เป็นกลุ่มที่เข้าใจเนื้อหาดีแล้ว มักจะตั้งคำถามสืบเสาะเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือขั้นสูงและวิธีในการหาคำตอบในเชิงการวิจัย ซึ่งมีความท้าทายมากกว่าในกรณีแรก ส่วน *นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ดีเลิศ* (excellent students) มักจะตั้งคำถามในด้านการบูรณาการความรู้ เทคนิค และเครื่องมือที่ใช้เข้ากับวิชาอื่นๆ และกับชีวิตประจำวัน คณะวิจัยจึงลงข้อสรุปว่า ปฏิบัติการสืบเสาะปลายเปิดที่ใช้เทคนิคขั้นสูง (advance technique and open-ended inquiry experiment) สามารถประยุกต์ใช้ได้กับกลุ่มนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาและระดับความสามารถที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Laura Bruck และ Marcy Towns (2009) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการเตรียมพร้อมนักเรียนให้สามารถรับผลประโยชน์จากกิจกรรมสืบเสาะเอาไว้ว่า ในการจัดกิจกรรมสืบเสาะนั้นจะต้องคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

- ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมสืบเสาะนั้น
- ใช้ทักษะปฏิบัติการที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน
- ให้อิสระผู้เรียนตลอดการสืบเสาะ เริ่มจากขั้นการตั้งคำถาม จนถึงขั้นการสื่อสารผลการสืบเสาะ โดยผู้สอนคอยให้คำชี้แนะเท่าที่จำเป็น



ในประเทศไทยใช้คำศัพท์ “การสืบเสาะ” อยู่ 2 คำ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ (inquiry) และการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry) ซึ่งมีวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่แตกต่างกันออกไป เช่น แบบปฏิบัติการ แบบ 5E และ 7E แบบปัญหาเป็นฐาน และแบบโครงงาน เป็นต้น โดยส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามกระบวนการ 5E อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่กำหนดไว้ใน Inquiry and the National Science Education Standards ของสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 2000) ดังนี้

- 1) ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์และสนใจที่จะหาคำตอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 2) ผู้เรียนหาหลักฐานเพื่อใช้ในการตอบคำถาม โดยหลักฐานนั้นอาจจะมาจากการออกแบบวิธีการหาคำตอบ ลงมือเก็บหลักฐานด้วยตัวนักเรียนเอง หรือได้รับหลักฐานมาจากแหล่งอื่น โดยนักเรียนมีหน้าที่ลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถนำมาสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามก็ได้
- 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานการทดลองเพื่อตอบคำถาม
- 4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบาย พร้อมกับประเมินเปรียบเทียบกับคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้
- 5) ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงผลในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องได้

จะเห็นได้ว่าการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทอย่างมากในการเรียนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Abdulhanung, Supasorn & Samphao, 2011) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาทุกระดับ (Pholdee, Supasorn & Samphao, 2011) กล่าวคือ สามารถช่วยให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำและปานกลางให้เข้าใจมโนคติได้ดีขึ้น และเป็นการท้าทายทักษะทางสติปัญญาขั้นสูง (higher-order cognitive skills) สำหรับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ยังสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิดได้ เช่น การคิดวิเคราะห์หรือการคิดวิจารณ์ (critical thinking) โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมเสริมการคิดวิจารณ์เพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนและใช้อย่างต่อเนื่อง ถึงแม้จะเสียเวลาไปบ้างแต่ก็คุ้มค่ากับทักษะการคิดที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนและสามารถนำทักษะการคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (จันทร์ดา พัทธสาลี สุวิมล เขี้ยวแก้ว และ สุรัช มีชาญ, 2549; Yasukham, Supasorn & Wongkhan, 2011) โดยทุกขั้นตอนของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นพื้นฐานที่เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และการจัดกิจกรรมเสริมทักษะการคิดวิจารณ์ควรจะมีอย่างต่อเนื่อง เพราะการพัฒนาทักษะการคิดเป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องอาศัยเวลาและมีความสม่ำเสมอในการฝึกฝน (สันหวัช สอนท่าโก และ สาลี งามศิริ, 2550)

อย่างไรก็ตาม การทดลองแบบสืบเสาะอาจเป็นเรื่องยากสำหรับผู้สอนและนักเรียนที่ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับการทดลองแบบสืบเสาะ การใช้สื่อการเรียนรู้หรือคู่มือการทดลองแบบสืบเสาะก็เป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยให้ผู้สอนและนักเรียนคุ้นเคยกับการทดลองประเภทนี้มากขึ้น ทั้งนี้ โรงเรียนควรจัดให้มีการทดลองแบบสืบเสาะอย่างน้อยภาคการเรียนละ 2-3 การทดลอง เพื่อให้ นักเรียนเกิดความมั่นใจในการทำวิทยาศาสตร์ (doing science) นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์หาความรู้ ซึ่งเป็นสิ่ง ที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษาต่อ และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตของนักเรียน (Deters, 2005)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะ (ISB-Chem)

3.1.1 การออกแบบและพัฒนา ISB-Chem M1 และ ISB-Chem M2

คณะวิจัยศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ระดับ ม.1 และ ม.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ISB-Chem คณะวิจัยจะพัฒนาปฏิบัติการสืบเสาะให้มีลักษณะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการคิดทางวิทยาศาสตร์

3.1.2 การทดสอบ ISB-Chem M1 และ ISB-Chem M2 เบื้องต้น

คณะวิจัยศึกษาเบื้องต้น (preliminary study) โดยขอความอนุเคราะห์จากครูประจำรายวิชาเคมี และนักเรียนชั้น ม.1 และ ม.2 โดยให้ ม.1 โรงเรียนลือคำหาญ วารินชำราบ จำนวน 1 ห้องทดลองทำปฏิบัติการ ISB-Chem M1 และ ม.2 จำนวน 1 ห้องทดลองทำปฏิบัติการ ISB-Chem M2 จากนั้น ปรับปรุงและแก้ไขบทปฏิบัติการตามคำแนะนำของครูและนักเรียน (นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง)

3.2 ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

3.2.1 เครื่องมือวิจัยสำหรับ ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

1) กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร จำนวน 5 กิจกรรม รวม 12 ชั่วโมง (ตารางที่ 3.1 และภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้	ชั่วโมง
1. การแยกสารเนื้อผสม: การกรอง และการสกัดด้วยตัวทำละลาย	-การแยกเกลือแคง แป้งมันการบูร -การสกัดสีและกลั่นจากขิง ดอกอัญชัน และแครอท	3
2. การแยกสารเนื้อเดียว: การกลั่น	-การกลั่นแบบธรรมดา (การแยกเกลือแคงออกจากน้ำ)	3
3. การตกผลึก	-การตกผลึกเกลือแคง จุนสี น้ำตาล สารส้ม	2
4. โครมาโทกราฟี	-การแยกองค์ประกอบสีผสมอาหาร	2
5. การฝึกทักษะการแยกสารจากธรรมชาติ	-อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ -การทำสีฝุ่น	2
รวม		12

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง การแยกสาร แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3) แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ISB-Chem M1

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสารโดยใช้สารธรรมชาติเป็นฐานเป็นกลุ่มเดียวกัน ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาทุ่ง ตำบลผักไหม อำเภอยะหริ่ง จังหวัดศรีสะเกษ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 33 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากรนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาทุ่ง

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

โครงการนี้เป็นงานวิจัยแบบวิธีผสม (mixed method research) มีรายละเอียดของการดำเนินการ โดยคณะวิจัยขอความอนุเคราะห์จากครูประจำรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.1 โรงเรียนบ้านนาทุ่ง ตำบลผักไหม อำเภอยะหริ่ง จังหวัดศรีสะเกษ โดยให้นักเรียนชั้น ม.1 เข้าร่วมกิจกรรม ดังนี้

1) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง การแยกสาร และกรอกแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

2) นักเรียนทำปฏิบัติการ ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร จำนวน 5 กิจกรรม รวม 12 ชั่วโมง

3) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การแยกสาร และกรอกแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ISB-Chem M1 การแยกสาร

คณะวิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแยกสาร ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความคงทนของความรู้และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การแยกสาร ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแยกสาร ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3 ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

3.3.1 เครื่องมือวิจัยสำหรับ ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

1) กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 7 กิจกรรม รวม 16 ชั่วโมง (ตารางที่ 3.2 และภาคผนวก ข)

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 40 ข้อ

3) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ

4) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M2

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. ปฏิกิริยาเคมีคืออะไร	- การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมี - การทดลอง : ปฏิกิริยาเคมี	2
2. พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา	- ศึกษาความแตกต่างของระบบและสิ่งแวดล้อม - การทดลอง : พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา	1
3. ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมี	- การทดลอง : ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราปฏิกิริยาเคมี โดยศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรดกับสารประกอบคาร์บอเนต และวัดปริมาณแก๊ส CO ₂ ที่เกิดขึ้น	3
4. การเกิดปฏิกิริยาของโลหะ	- ศึกษาการเกิดสนิมของเหล็กที่สภาวะต่างๆ - การทดลอง : การเกิดปฏิกิริยาของโลหะ	2
5. การเกิดปฏิกิริยาของกรด	- การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสาร - การทดลอง : ปฏิกิริยาของกรดกับเบส - การศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรดกับสารประกอบคาร์บอเนต - การทดลอง : ทดสอบหาสารประกอบคาร์บอเนต	4
6. สารเคมีในชีวิตประจำวัน	- การศึกษาและจัดจำแนกชนิดของสารเคมีที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน	2
7. ผลการใช้สารเคมีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- กรณีศึกษา การได้รับอันตรายจากการใช้สารเคมีในชีวิตประจำวัน - สัญลักษณ์อันตรายจากการใช้สารเคมี - การทดลอง : ออกแบบกิจกรรมสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาผลกระทบจากการใช้สารเคมี	2
รวม		16

3.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ISB-Chem M2 เป็นกลุ่มเดียวกัน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 25 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

โครงการนี้เป็นงานวิจัยแบบวิธีผสม (mixed method research) มีรายละเอียดของการดำเนินการ โดยคณะวิจัยขอความอนุเคราะห์จากครูประจำรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.2 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง ตำบลโคกสว่าง อำเภอนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยให้นักเรียนชั้น ม.2 เข้าร่วมกิจกรรม ดังนี้

1) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2) นักเรียนทำปฏิบัติการ ISB-Chem M2 จำนวน 8 กิจกรรม รวม 16 ชั่วโมง

3) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี และกรอกแบบสอบถามความเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M2

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

คณะวิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M2 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M2 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3) หาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วย ISB-Chem M2

3.4 ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

3.4.1 เครื่องมือวิจัยสำหรับ ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

1) กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 5 กิจกรรม รวม 16 ชั่วโมง (ตารางที่ 3.3 และภาคผนวก ค)

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การเปลี่ยนแปลงของสาร	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	3
2. พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ	การหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์และสารละลาย	4
3. พลังงานกับสารละลาย	อุณหภูมิกับการละลายแบบดูดความร้อนและคายความร้อน	3
4. การเกิดปฏิกิริยาเคมี	การเกิดปฏิกิริยาเคมี	3
5. การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย	ความปลอดภัยในการใช้สารเคมี	3
รวม		16

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 40 ข้อ

3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแบบรูบริก (Scoring Rubric)

4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

3.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 26 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากรนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาแก้ว จำนวน 33 คน (นักเรียนจำนวน 7 คน เข้าร่วมกิจกรรมไม่ต่อเนื่อง)

3.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

โครงการนี้เป็นงานวิจัยแบบวิธีผสม (mixed method research) มีรายละเอียดของการดำเนินการ โดยคณะวิจัยขอความอนุเคราะห์จากครูประจำรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.2 โรงเรียนบ้านผาแก้ว โดยให้นักเรียนชั้น ม.2 เข้าร่วมกิจกรรม ดังนี้

1) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

2) นักเรียนทำปฏิบัติการ ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 5 กิจกรรม รวม 16 ชั่วโมง และส่งใบบันทึกกิจกรรมเพื่อนำมาประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการด้วยรูบริกที่พัฒนาขึ้น

3) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง และกรอกแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ISB-Chem M3 สารและการเปลี่ยนแปลง

คณะวิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M3 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem M3 โดยมีเกณฑ์เป้าหมายที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

3) หาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง .

3.5 ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

3.5.1 เครื่องมือวิจัยสำหรับ ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

1) กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร จำนวน 5 กิจกรรม รวม 8 ชั่วโมง (ตารางที่ 3.4 และภาคผนวก ง)

ตารางที่ 3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

เรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. คาร์โบไฮเดรต	การทดสอบคาร์โบไฮเดรตในพืชผักพื้นบ้าน	1
2. โปรตีนและเอนไซม์	การทดสอบโปรตีน และเอนไซม์ในอาหารท้องถิ่น	2
3. ไขมันและน้ำมัน	สมบัติของไขมัน และน้ำมันในเมล็ดพันธุ์พืช	2
4. เกลือแร่และวิตามินซี	การทดสอบวิตามินซีและเกลือแร่ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผลไม้	1
5. สารปนเปื้อนในน้ำและอาหาร	การตรวจสอบสารปนเปื้อนในน้ำ และอาหาร	2
รวม		8

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง สารอาหาร จำนวน 20 ข้อ

3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบรูบริก (Scoring Rubric)

4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

3.5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยเลือกแบบเจาะจงประชากรนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร

3.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

โครงการนี้เป็นงานวิจัยแบบวิธีผสม (mixed method research) มีรายละเอียดของการดำเนินการ โดยคณะวิจัยขอความอนุเคราะห์จากครูประจำรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.2 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร โดยให้นักเรียนชั้น ม.2 เข้าร่วมกิจกรรม ดังนี้

1) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง สารอาหาร

2) นักเรียนทำปฏิบัติการ ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร จำนวน 5 กิจกรรม รวม 8 ชั่วโมง และส่งใบบันทึกกิจกรรมเพื่อนำมาประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการด้วยรูปrikที่พัฒนาขึ้น

3) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง สารอาหาร และกรอกแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

คณะวิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหาร ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M4 โดยการทดสอบค่าที่แบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem M4 โดยมีเกณฑ์เป้าหมายที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

3) หาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผล

คณะวิจัยได้แยกนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร ได้ผลดังนี้

4.1.1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E1/E2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสารธรรมชาติ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพของกระบวนการหรือคะแนนจากการทดสอบย่อยหลังจบชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด (E1) คิดเป็นร้อยละ 73.90 ของคะแนนเต็ม และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E2) คิดเป็นร้อยละ 71.21 ของคะแนนเต็ม ดังนั้น ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีค่าเท่ากับ 73.90/71.21 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับระดับความสามารถของนักเรียนก่อนเรียน (ตาราง 4.1)

ตาราง 4.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสาร

ชุดกิจกรรม	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนจากการทดสอบ			
	เต็ม	mean	SD	E1	เต็ม	mean	SD	E2
1. การแยกสารเนื้อผสม								
1.1 การกรอง	5	4.24	0.71	84.85	3	2.48	0.71	82.83
1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	10	7.42	1.15	71.24	4	2.85	0.67	71.21
2. การกลั่น	15	9.55	1.97	63.64	6	4.39	1.20	73.23
3. การตกผลึก	15	10.91	1.65	72.73	4	2.73	0.94	68.18
4. โครมาโทกราฟี	15	11.30	1.72	75.35	3	1.79	0.74	59.60
5. ฝึกการแยกสารจากธรรมชาติ	10	8.30	0.47	-	-	-	-	-
รวม	70	51.73	6.55	73.90	20	14.24	2.45	71.21

การที่ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสาร สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการสอนแบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการจัดกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติโดยใช้การแยกสารจาก

ธรรมชาติที่เชื่อมโยงกันในทุกแผนการจัดกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีความสนใจ และกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จึงสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ไปในทางที่ดีขึ้นพร้อมๆ กัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การแยกสารธรรมชาติ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากการวิเคราะห์วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E1/E2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยแยกตามเนื้อหา พบว่า ชุดกิจกรรม การแยกสารเนื้อผสม เรื่องการกรอง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) สูงที่สุดเท่ากับ (84.85/82.83) รองลงมาคือชุดกิจกรรม การแยกสารเนื้อผสม เรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลาย มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ (71.24/71.21) และชุดกิจกรรมการแยกสารเนื้อเดียว เรื่องโคมาโทรกราฟี มีประสิทธิภาพ (E1/E2) ต่ำที่สุดเท่ากับ (75.35/59.60) อาจเนื่องมาจากชุดกิจกรรมเรื่องโคมาโทรกราฟี ต้องใช้ความรู้จากหลักการว่า สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายได้ต่างกัน และมีความสามารถในการถูกดูดซับต่างกัน เพื่อมาทำความเข้าใจในเรื่องนี้ และนักเรียนเกิดความสับสนในเรื่องการทดลองขั้นสำรวจและค้นหา ตามใบงานกิจกรรม เรื่องการแยกสารโดยวิธีโคมาโทรกราฟี ผลการทดลองที่ได้การแยกสีได้ไม่ชัดเจน ประกอบกับนักเรียนได้ทำการทดลอง ข้นขยายความรู้ โดยนำสารสีที่สกัดจากพืชที่นักเรียนสนใจ ทำโคมาโทรกราฟีตามวิธีที่เคยศึกษาและเห็นการแยกสีที่ไม่ชัดเจนซึ่งก็จะเป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่องนี้ จึงทำให้นักเรียนเรียนหัวข้อนี้ได้ไม่ค่อยดี ส่วนหัวข้อเรื่องการกรองและการสกัดด้วยตัวทำละลายมีประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อหาเรื่องนี้ไม่ยาก เกินไป การทดลองข้นขยายความรู้โดยนำพืชที่นักเรียนสนใจมาสกัดสีและกลั่นได้ผลการทดลอง ที่ชัดเจน สรุปความรู้ได้เองและมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีความสนใจในการทดลองเป็นอย่างดี เรียนอย่างมีความสุข สนุกสนานจึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น

4.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแยกสาร

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 7.73 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 14.24 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 6.52 คิดเป็นร้อยละ 32.58 และเมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples t-test analysis) พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตาราง 4.2) จากการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแยกสารก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งจำแนกตามหัวข้อย่อย 5 หัวข้อย่อย พบว่ามีร้อยละความก้าวหน้าในหัวข้อการกลั่นมากที่สุด คือ 38.38% โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.09 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.39 คะแนน ส่วนหัวข้อการกรองมีร้อยละความก้าวหน้าต่ำที่สุด คือ 20.20 % โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.88 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 2.48 คะแนน ทั้งนี้เป็นเพราะหัวข้อการกลั่นเป็นกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนเกิดความสนใจและเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน ประกอบกับกิจกรรมข้นขยายความรู้ นักเรียนเป็นผู้เลือกพืชเพื่อทำการทดลองด้วยตนเอง ทำให้มีความหลากหลายในการทำกิจกรรม มีการร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปได้อย่างชัดเจน จึงทำให้มีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ในหัวข้อนี้สูงขึ้น ส่วนหัวข้อการกรอง มีร้อยละความก้าวหน้าในการเรียนต่ำที่สุด เนื่องมาจากนักเรียน

ส่วนใหญ่เข้าใจ เนื้อหาเรื่องการกรองโดยมีความรู้เดิมและไม่ยากมาก จึงส่งผลให้คะแนนในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันค่อนข้างน้อย

ตาราง 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร จำแนกตามหัวข้อย่อย

เรื่อง	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			ค่า t
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	percent	
1. การกรอง	3	1.88	0.78	2.48	0.71	0.61	0.75	20.20	4.66*
2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย	4	1.52	0.97	2.85	0.67	1.33	1.02	33.33	7.51*
3. การกลั่น	6	2.09	1.04	4.39	1.20	2.30	1.07	38.38	12.31*
4. การตกผลึก	4	1.33	0.89	2.73	0.94	1.39	0.97	34.85	8.29*
5. โครมาโทกราฟี	3	0.73	0.72	1.79	0.74	1.06	0.86	35.35	7.05*
รวม	20	7.73	2.76	14.24	2.45	6.52	1.64	32.58	22.80*

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ เมื่อทดสอบด้วย dependent-samples t-test

จะเห็นได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกกิจกรรม เพราะนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน มีความสนใจใฝ่เรียนรู้น้อย ไม่ค่อยมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน จึงยังไม่มีความรู้สำหรับที่จะทำข้อสอบ แต่หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยชุดกิจกรรมการแยกสาร พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้น เพราะการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยชุดกิจกรรมการแยกสาร โดยเน้นการทำกิจกรรมในชั้นขยายความรู้ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นสำรวจและค้นหาซึ่งนักเรียนได้ทำการทดลองตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดการทดลองหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยการเลือกพืชที่สนใจมาศึกษาด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น เกิดความสามัคคีช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งกระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความพึงพอใจซึ่งกันและกัน นักเรียนได้รับการศึกษาค้นคว้ารับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ ได้ปฏิบัติจริงในชั้นสำรวจและค้นหาเพื่อรวบรวมข้อมูลลงในชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป นักเรียนมีอิสระที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ในชั้นขยายความรู้ ผู้วิจัยได้พยายามจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้แม่นยำ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสนใจใฝ่รู้ด้วยตนเอง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ส่งผลให้มีความก้าวหน้าในการเรียนสูงขึ้น ซึ่งถือเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.1.3 คะแนนความคงทนของความรู้

จากการวิเคราะห์ความคงทนของความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านไปแล้ว 30 วัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคงทนของความรู้ มีคะแนนเฉลี่ย 14.09 คะแนน (SD 2.17) ลดลงจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

0.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples t-test analysis) พบว่าคะแนนเฉลี่ยความคงทนของความรู้ ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p 0.05 ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบ dependent-samples t-test เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน และความคงทนของความรู้

ผลสัมฤทธิ์	N	mean	SD	t	p
หลังเรียน	33	14.24	2.45	0.906	0.172
หลังเรียน 30 วัน	33	14.09	2.17		

ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนทุกขั้นตอน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายและการลง ข้อสรุป ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหาและนักเรียนสามารถขยายความรู้ด้วยตนเองใน ทุกกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การแยกสารจากธรรมชาติในการถ่ายโอนความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นจึงส่งเสริมความสามารถในด้านสติปัญญา ทำให้นักเรียนมีศักยภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น และยังส่งเสริมการจดจำความรู้ในการเรียนรู้สิ่งที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย ดังนั้น นักเรียนจะนำความรู้ เดิมที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาลงเวลา โดยปัญหาจะทำหน้าที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดการระลึกได้

4.1.4 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ซึ่ง ประเมินโดยใช้แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ 25 ข้อ พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ย คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน 77.76 คะแนน (SD 8.39) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 89.00 คะแนน (SD 8.97) โดย คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 11.24 คิดเป็นร้อยละ 8.99 และเมื่อวิเคราะห์ ด้วยการทดสอบสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ความพึงพอใจ	N	mean	SD	t	p
ก่อนเรียน	33	77.76	8.39	8.32	0.001
หลังเรียน	33	89.00	8.97		

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ p 0.05 เมื่อทดสอบด้วย dependent-samples t-test

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร โดยวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ดังนี้ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความมีเหตุผล ด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ ด้านความมีใจกว้าง ด้านความซื่อสัตย์ ด้านความเพียรพยายาม พบว่า การวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งความพึงพอใจด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ มีคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 21.40 ซึ่งสูงที่สุด รองลงมาคือ ความพึงพอใจด้านความอยากรู้อยากเห็น มีคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 17.40 และความพึงพอใจด้านความมีใจกว้าง มีคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 3.16 ซึ่งต่ำที่สุด ซึ่งการที่นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน กิจกรรมกลุ่มทำให้การวางแผนการทำกิจกรรม การแสดงความพึงพอใจ และการลงมือทำกิจกรรมที่เน้นการต่อยอดความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ เป็นการพัฒนาความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและช่างสงสัย มีความเพียรพยายาม มีเหตุผล มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจมีความซื่อสัตย์ มีความใจกว้างและเต็มใจรับฟังความพึงพอใจใหม่ๆ ดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ข้อความ	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		% ความก้าวหน้า
		mean	SD	mean	SD	
1. ความพึงพอใจด้านความอยากรู้อยากเห็น	15	7.30	0.81	9.91	2.02	17.40
2. ความพึงพอใจด้านความมีเหตุผล	30	19.70	2.76	20.94	2.51	4.13
3. ความพึงพอใจด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ	20	10.30	3.13	14.58	3.01	21.40
4. ความพึงพอใจด้านความใจกว้าง	25	15.91	1.96	16.70	2.05	3.16
5. ความพึงพอใจด้านความซื่อสัตย์	10	7.24	0.44	8.28	1.03	10.40
6. ความพึงพอใจด้านความเพียรพยายาม	25	17.24	2.56	18.64	2.61	5.60
รวม	125	77.76	8.39	89.00	8.99	10.35

การที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ มีการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมหลากหลายมีกิจกรรมการทดลองที่เร้าความสนใจเป็นเรื่องใกล้ตัวที่ควรรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเพื่อนเป็นกิจกรรมกลุ่มเพื่อช่วยกันหาคำตอบและแก้ปัญหาอย่างมีหลักการทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมเป็นรายบุคคล ทำให้นักเรียนอยากจะทำ การทดลองตามกิจกรรมที่กำหนดไว้และมีกิจกรรมในชั้นขยายความรู้ที่ให้นักเรียนได้ทำการทดลองโดยใช้พืชที่นักเรียนมีสนใจ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายและกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างดี มีความสุขขณะเรียน มีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันก็เห็นประโยชน์ของการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ปฏิบัติตนและแนะนำผู้อื่นได้อีกด้วย

4.1.5 การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการแยกสาร ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแบบสืบเสาะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ (กนกวรรณ สกัพันธ์, 2551; นริศรา จันทะนาม, 2553) ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ฝึกให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา ได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม กล้าแสดงออก มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน ตลอดจนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (ศรีบุญตาม โจมศรี และปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2553) นอกจากนี้ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่เน้นบทบาทของนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้มีอิสระในการแสวงหาความรู้จากข้อสนเทศต่างๆ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและมีความคงทน (กนกวรรณ พลอาษา, 2549) ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสารไปในทางที่สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้การใช้สื่อที่เป็นของจริงหรือรูปภาพ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม หรือการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในชั้นการสำรวจและค้นหา ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการช่วยเหลือระหว่างนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น (อรัญญา สติพิบูลย์, 2549)

จากการวิเคราะห์ความคงทนของความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านไปแล้ว 30 วัน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคงทนของความรู้เฉลี่ย 14.24 (SD 2.45) ลดลงจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจาก การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดทำข้อมูล การแปลความหมายและการลงข้อสรุป ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหาเรียนรู้ในการถ่ายโอนความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นจึงส่งเสริมความสามารถในด้านสติปัญญา ทำให้นักเรียนมีศักยภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น และยังส่งเสริมการจดจำความรู้ในการเรียนรู้สิ่งที่เรียนรู้อย่างมีความหมาย จะถูกเก็บบันทึกในหน่วยความจำระยะยาวของสมอง และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้อีก เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกมากกระตุ้นจะทำให้เกิดความระลึกได้ ซึ่งความรู้ดังกล่าวจะถูกเรียกมาใช้อีกครั้ง ดังนั้นความรู้ที่เก็บไว้จะถูกนำมาใช้ตลอดเวลา ความรู้จึงคงทนไม่ลบเลือนไป กระบวนการจดจำความรู้จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่นำเอาความรู้มาเก็บบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ แล้วสามารถเรียกมาใช้ได้อีกตามความต้องการ ดังนั้นนักเรียนจะนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาตลอดเวลา โดยปัญหาจะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดการระลึกได้ ดังนั้นจึงจะช่วยส่งเสริมการจดจำความรู้หรือทำให้มีความรู้คงทนลืมยาก (จิรนนท์ วงศ์ก้อม, 2552)

จากการวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การแยกสาร ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน

วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้ ความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณค่าและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อวิทยาศาสตร์(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียน มีการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเพื่อน เป็นกิจกรรมกลุ่มเพื่อช่วยกันหาคำตอบและแก้ปัญหาอย่างมีหลักการทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมเป็นรายบุคคล นักเรียนจึงไม่เกิดความเบื่อหน่าย และมีความสุขขณะเรียน ขณะเดียวกันก็เห็นประโยชน์ของการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ปฏิบัติตนและแนะนำผู้อื่นได้อีกด้วย (จินตนา รุกขชาติ, 2546) นอกจากนี้กิจกรรมที่ออกแบบให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติโดยแผนกิจกรรมการ ที่เชื่อมโยงกันในทุกแผนการจัดกิจกรรม ช่วยสร้างความรู้สึที่ดีของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข และจะทำให้ผลการเรียนรู้สูงขึ้นด้วย จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจาก ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ได้ผลดังนี้

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเกิดปฏิกริยาเคมี

จากการวิเคราะห์ค่าคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเกิดปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียน (เฉลี่ย 21.17, SD 6.23) สูงกว่าก่อนเรียน (เฉลี่ย 15.00, SD 3.71) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 6.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 15.43 (ตาราง 4.8) เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแยกตามกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มสูงขึ้นมากคือ กิจกรรมที่ 6 การเกิดปฏิกริยาของกรดกับคาร์บอเนต มีคะแนนเพิ่มขึ้น 1.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.25 และกิจกรรมที่ 7 สารเคมีในชีวิตประจำวันมีคะแนนเพิ่มขึ้น 1.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 36.25 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวมีการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและใช้สื่อการเรียนรู้ที่หาได้ในท้องถิ่น จึงทำให้นักเรียนให้ความสนใจและใส่ใจในเนื้อหาการเรียนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในกิจกรรมที่ 6 ที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาสารประกอบคาร์บอเนตจากสิ่งใกล้ตัวอย่างอิสระทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและสนใจในการสำรวจตรวจสอบเป็นอย่างมาก เพราะผลการทดสอบเห็นได้อย่างชัดเจน นักเรียนจึงรู้สึกตื่นตัวกับการผลการสำรวจที่นักเรียนค้นพบ โดยเฉพาะเมื่อพบว่า สิ่งที่อยู่ใกล้ตัวหลายๆสิ่งเป็นสารประกอบคาร์บอเนต ยิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนรู้อย่างยิ่งขึ้น ส่วนในกิจกรรมที่ 7 สารเคมีในชีวิตประจำวัน ที่ครูผู้สอนได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ โดยการจัดจำแนกสารต่างๆ

ออกเป็นหมวดหมู่ โดยให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ในการจำแนกเอง สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันระดมความคิดเพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดก่อนจัดจำแนก ซึ่งสารที่นักเรียนนำมาจัดจำแนก ล้วนเป็นสารที่นักเรียนเองใช้ในชีวิตประจำวันและใกล้ตัวทั้งสิ้น โดยเมื่อนักเรียนจัดจำแนกสารเสร็จนักเรียนนักเรียนจะต้องออกมานำเสนอสื่อสารสิ่งที่ค้นพบให้กับเพื่อนๆในกลุ่มอื่นๆได้ทราบซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกิดขึ้น จะได้ตรวจพบข้อบกพร่อง และข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเองเพื่อนำมาปรับปรุงในการทำงานครั้งต่อไป และยังเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะยอมรับในความพึงพอใจที่แตกต่างอีกด้วย อีกทั้งเนื้อหาและกิจกรรมสำรวจตรวจสอบที่ครูจัดให้กับนักเรียนนั้นไม่ยากจนเกินไป นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้อย่างขึ้น

ตาราง 4.8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกตามรายกิจกรรม เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		% ความก้าวหน้า	ค่า t
		mean	SD	mean	SD		
1. ปฏิกิริยาเคมีคืออะไร	6	2.21	1.18	2.83	1.27	10.33	2.53
2. พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา	4	1.21	1.06	2.08	1.18	21.75	3.71
3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี	8	3.08	1.17	3.63	1.54	6.87	0.257
4. การเกิดปฏิกิริยาของโลหะ	4	1.46	1.38	2.21	0.98	18.75	2.91
5. การเกิดปฏิกิริยาของกรดกับเบส	4	1.50	0.93	2.25	0.98	18.75	2.43
6. การเกิดปฏิกิริยาของกรดกับคาร์บอเนต	4	0.79	0.88	1.92	1.55	28.25	3.51
7. สารเคมีในชีวิตประจำวัน	4	1.13	0.74	2.58	1.06	36.25	5.05
8. ผลการใช้สารเคมีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม	6	3.54	1.56	4.04	1.20	8.33	1.81
รวม	40	15.00	3.71	21.17	6.23	15.43	8.46

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ เมื่อทดสอบด้วย dependent-samples t-test

กิจกรรมที่นักเรียนมีการเพิ่มขึ้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุด คือ กิจกรรมเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.55 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.87 เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวมีเนื้อหาที่ค่อนข้างมากและซับซ้อน ด้วยเวลาค่อนข้างจำกัดนักเรียนจึงเรียนรู้ได้ไม่เต็มที่ การจัดกิจกรรมจึงไม่บรรลุผลตามที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เปรียบเทียบกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม ตามหนังสือคู่มือครูที่เคยใช้ในปีที่ผ่านมา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ และมีความกระตือรือร้นและใส่ใจในการเรียนมากขึ้น เพราะรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ และสื่อการสอนที่หลากหลายใกล้ตัวเป็นการช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน อีกทั้งการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูในบางเนื้อหาทางโรงเรียนขาดอุปกรณ์และสารเคมี ทำให้ครูไม่สามารถนำนักเรียนทำการทดลองได้ ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการทดลอง การใช้อุปกรณ์และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆและส่งผลให้การเรียนรู้ไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ ตามที่ตั้งไว้

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน (เฉลี่ย 15.13) สูงกว่า ก่อนเรียน (เฉลี่ย 10.08) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ ดังแสดงในตาราง 4.9

ตาราง 4.9 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของแยกตามรายทักษะ

ทักษะ	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		% ความก้าวหน้า	ค่า t
		mean	SD	mean	SD		
1. กำหนดและควบคุมตัวแปร	7	2.29	1.57	3.08	1.21	11.29	2.48*
2. ตั้งสมมุติฐาน	4	1.46	0.83	2.29	1.00	20.75	3.74*
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	6	1.54	1.28	2.67	1.09	18.83	4.25*
4. ทดลอง	7	2.04	1.27	3.63	1.21	22.71	5.61*
5. ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	6	2.75	1.89	3.46	1.32	11.83	2.53*
รวม	30	10.08	4.69	15.13	3.55	16.83	8.31*

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ เมื่อทดสอบด้วย dependent-samples t-test

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายทักษะ พบว่า นักเรียนมีการเพิ่มขึ้นของทักษะการทดลองและออกแบบการทดลองมากที่สุด (ร้อยละ 22.71) และ รองลงมาคือทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (ร้อยละ 18.87) ส่วนทักษะในด้านอื่นๆ มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนออกแบบการทดลอง และทำการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนมีทักษะด้านการออกแบบและทำการทดลองเพิ่มขึ้นสูง ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น และในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะมีขั้นตอนของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สอดแทรกอยู่เสมอในทุกขั้นตอน จึงทำให้นักเรียนมีทักษะเพิ่มขึ้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบที่เข้าใจง่ายและใกล้ตัว เช่น กิจกรรมเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ผู้วิจัยได้เลือกใช้ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับสารประกอบคาร์บอเนตมาใช้ในการจัดกิจกรรมโดยผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกใช้สารประกอบคาร์บอเนตที่อยู่ใกล้ตัว เช่น เปลือกไข่เปิด ไข่ไก่ เปลือกหอยชนิดต่างๆ ในชุมชน มาใช้ในการทดลอง การจัดกิจกรรมจะเริ่มจากการกำหนดปัญหาให้กับนักเรียนแล้วให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองเพื่อตอบปัญหา ตัวอย่างปัญหา เช่น “นักเรียนคิดว่าเปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียด จะมีผลต่อความเร็วในการเกิดฟองแก๊สหรือไม่” จากนั้น นักเรียนก็จะต้องช่วยกันคิดและออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา ฝึกกำหนดตัวแปรในการทดลอง และทำการทดลองร่วมกัน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานและตื่นตัวไปกับกิจกรรมที่ได้ลงมือทำ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นการเสริมสร้างและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน

4.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบ

จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แยกเป็น 2 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ พบว่า นักเรียนเห็นด้วยว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น และเนื้อหา เอกสาร ใบความรู้ มีความเหมาะสมกับเรื่องที่เรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน และ 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และวัสดุ พบว่า นักเรียนเห็นด้วยว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นและการทดลอง มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ทำให้นักเรียนอยากลงมือปฏิบัติและเรียนอย่างสนุกสนาน ส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก็มีความเหมาะสมและเพียงพอต่อจำนวนนักเรียน (ตาราง 4.10)

ตาราง 4.10 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบทาง

รายการประเมิน	mean	SD	ระดับ
ก) ด้านเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ	4.15	1.35	เห็นด้วย
1.นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมมากขึ้นจากเดิม	4.08	0.81	เห็นด้วย
2.เนื้อหาที่เรียนในแต่ละกิจกรรมแต่ละหัวข้อไม่มากเกินไป	4.29	1.06	เห็นด้วย
3. การทำแบบฝึกหัดช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น	3.83	1.03	เห็นด้วย
4. ใบความรู้ท้ายกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มมากขึ้น	4.17	0.85	เห็นด้วย
5. เนื้อหาในแบบฝึกหัดไม่ยากเกินไป และมีปริมาณที่เหมาะสม	3.92	0.70	เห็นด้วย
6. การลงมือปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น	4.50	0.76	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น	4.38	0.73	เห็นด้วย
8. นักเรียนมีความรู้สึกลอยการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น	4.54	0.64	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9. นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวมากยิ่งขึ้น	4.13	0.78	เห็นด้วย
10. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.25	0.88	เห็นด้วย
ข) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และวัสดุ	4.02	2.47	เห็นด้วย
11. การทดลองที่จัดขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	4.08	1.10	เห็นด้วย
12. กิจกรรมที่จัดขึ้นมีความท้าทายให้นักเรียนอยากลงมือปฏิบัติ	3.83	1.07	เห็นด้วย
13. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสม ปลอดภัย และเพียงพอ	3.67	0.94	เห็นด้วย
14. การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์	3.88	1.05	เห็นด้วย
15. นักเรียนได้แสดงความพึงพอใจ และรับฟังความพึงพอใจของผู้อื่น	4.08	1.04	เห็นด้วย
16. นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มมากขึ้น	3.88	0.93	เห็นด้วย
17. กิจกรรมที่จัดขึ้นช่วยให้นักเรียนสนุกสนานในการเรียน	4.21	0.87	เห็นด้วย
18. การทดลองมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	4.17	0.75	เห็นด้วย
19. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น	3.96	0.93	เห็นด้วย
20. การทดลองที่จัดขึ้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น	3.92	1.00	เห็นด้วย
รวม	4.05	7.54	เห็นด้วย

จากตาราง 4.10 โดยภาพรวมพบว่านักเรียนเห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านเนื้อหาความรู้ที่ได้รับ และด้านกิจกรรมและวัสดุที่ใช้ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เน้นการใช้กิจกรรมที่ง่ายและใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น สื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก็ปรับใช้จากสิ่งของที่มีอยู่ใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ คิด ออกแบบ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้เรียนรู้การทำกิจกรรมกลุ่ม ค้นพบความรู้ใหม่ๆด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริงและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผยแพร่ความรู้และสิ่งที่ตนค้นพบให้แก่เพื่อนๆ เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน รวมทั้งการทำกิจกรรมในการเรียนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการเคลื่อนไหวร่างกาย และได้ขบคิดแก้ไขปัญหา ล้วนส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย และให้ความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งแตกต่างจากการเรียนในรูปแบบเดิมที่เคยใช้ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนจะนั่งอยู่กับที่ เรียนรู้แต่เพียงเนื้อหาและทฤษฎี ไม่ได้ลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลองจริง นักเรียนจึงเกิดความเบื่อหน่าย เมื่อครูผู้สอนปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการการสอนที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติมากขึ้น นักเรียนจึงให้ความสนใจและสนุกกับการเรียนมากยิ่งขึ้น

4.2.4 การอภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเกิดปฏิกริยาเคมี หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น(ลดาวัลย์ ชั้นประดับ, 2554) ทั้งนี้เพราะกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นและสร้างเสริมแรงจูงใจให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมที่เน้นกระบวนการและการมีส่วนร่วมของนักเรียน และเนื้อหาเรื่องที่นักเรียนสามารถค้นคว้าได้ด้วยตนเอง และใกล้ตัวเกี่ยวกับสารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินร่วมในการเรียนรู้ (ลัดดาวรณ อิ่มอ้วน, 2550; ชุตินา นันทะแสน, 2551) การใช้วิธีการสอนและสื่อการสอนที่หลากหลายช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการสอนและ ยังช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อยู่เสมอ (นิภาวรรณ เจริญวัย, 2551; สุลาวัลย์ ต่อพรหม, 2553) อีกทั้งรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อพัฒนาความรู้ ใช้ทักษะกระบวนการในการ รู้จักสังเกต ตั้งคำถาม สมมติฐาน แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามที่อยากรู้ จึงทำให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ที่เพิ่มสูงขึ้น (ไชยยันต์ จรุงสุขดารา, 2550) ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา

(ลดาวลัย ชื่นประดับ, 2554) เนื่องจากจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง และใช้กระบวนการกลุ่ม นักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนคุ้นเคยและใช้กระบวนการได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ และได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการฝึกทำกิจกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหา (มยุรี จันทรสวัย, 2551; นันทกา คันธยงค์, 2547) ที่นักเรียนก็ต้องช่วยกันคิดและออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา ฝึกกำหนดตัวแปรในการทดลอง และทำการทดลองร่วมกัน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานและตื่นตัวไปกับกิจกรรมที่ได้ลงมือทำ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นการเสริมสร้างและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้แก่ นักเรียน (สุภาวดี แก้วงาม, 2549) และการสร้างกิจกรรมจากง่ายไปยาก และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (สุภาพรณ์ ฝอยทอง, 2547)) และใช้แบบฝึกกิจกรรมมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ทิพวรรณ ไกรนรา, 2550) รวมทั้งการใช้สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายใกล้ตัว (สุภาวดี แก้วงาม, 2549) เหล่านี้ล้วนส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

4.3 การทดลอง ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

4.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ชุดแล้วผลที่ได้ดังตารางที่ 4.11 จากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คำร้อยละ จะเห็นว่าคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนอยู่ในระดับน้อยมากถึงปานกลาง โดยมีคะแนนต่ำสุด และสูงสุดเป็น 6 (ร้อยละ 30) และ 13 คะแนน (ร้อยละ 65) ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะนักเรียนอาจจะยังไม่มีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง เพราะเป็นเนื้อหาที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา จึงส่งผลให้นักเรียนทำคะแนนก่อนเรียนได้ไม่มากนัก อย่างไรก็ตามหลังจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนทุกคนมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดโดยพิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง พบว่า นักเรียนมีคะแนนต่ำสุดและสูงสุด คือ 13 และ 19 คะแนน หรือร้อยละ 65 และ ร้อยละ 95 ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบโดยการหาร้อยละความก้าวหน้า พบว่า ค่าร้อยละความก้าวหน้าของนักเรียนของนักเรียนทั้งห้อง ซึ่งประเมินจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความก้าวหน้าอยู่ในช่วงร้อยละ 20-25 จำนวน 8 คน รองลงมา คือ ร้อยละ 26-30 คน จำนวน 6 คน ร้อยละ 31-35 คน จำนวน 4 คน ร้อยละ 36-40 คน จำนวน 2 คน ร้อยละ 41-45 คนจำนวน 2 คน ร้อยละ 46-50 คน จำนวน 1 คน และมีความก้าวหน้าสูงสุดอยู่ในช่วงร้อยละ 51 - 55 จำนวน 3 คน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง มีความรู้เพิ่มมากขึ้นทุกคน โดยสามารถดูได้จากร้อยละความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้

เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงมีการทดลองด้วยตนเองเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบ มีการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักการทำงานร่วมกันซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบและขั้นตอนการทดลองที่ชัดเจน นักเรียนทุกคนได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน มาวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) ผลที่ได้ดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	mean	SD	t	df	p
หลังเรียน	26	20	16.19	1.78	16.84	25	0.001
ก่อนเรียน			9.27	2.01			

จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.27 (SD 2.01) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.19 (SD 1.78) เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ dependent-samples พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่า $p < 0.001$ ($t = 16.84$) และมีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยทั้งชั้นเป็น 6.92 คะแนน หรือร้อยละ 34.62 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นจริง

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาในชุดกิจกรรมต่างๆ (ตารางที่ 4.12) พบว่า ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงในชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัยโดยนักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าสูงสุด คือ 40.00 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 0.83 และ 1.63 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน และนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนใกล้เคียงกัน เพราะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำแสดงว่าการกระจายของข้อมูลมีน้อย และพบว่าในชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร นักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าต่ำสุด คือ 30.72 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 2.71 และ 4.40 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 5.5 คะแนน และเมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนพบว่าเป็น 1.65 แสดงให้เห็นถึงการกระจายข้อมูลเนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาก่อน ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมแรก ในหัวข้อการเรียนรู้ในเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

ชุดกิจกรรม	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		% Gain
		mean	SD	mean	SD	
1. การเปลี่ยนแปลงของสาร	5.50	2.71	1.65	4.40	1.02	30.72
2. พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ	3.50	1.94	1.14	3.19	0.70	35.71
3. พลังงานกับสารละลาย	5.00	2.12	1.24	3.79	1.27	33.40
4. การเกิดปฏิกิริยาเคมี	4.00	1.67	1.13	3.17	1.20	37.50
5. การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย	2.00	0.83	0.69	1.63	0.67	40.00
รวมเฉลี่ย	20.00	9.27	1.17	16.19	0.97	35.46

เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงโดยจำแนกเรื่องต่างๆ ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (ภาพที่ 4.12) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะสูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 55.49 และ 91.21 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมที่ 2 สูงที่สุด ในทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากในชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พลังงานในการเปลี่ยนสถานะนี้ นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร มาก่อนซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ และในชุดกิจกรรมนี้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม มีการบันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง และมีการนำความรู้ที่ได้ทั้งหมดมานำเสนอในรูปของกราฟที่หน้าชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากกว่าในชุดกิจกรรมอื่นๆ เมื่อพิจารณาชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย พบว่านักเรียนมีร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 41.35 เนื่องจากในชุดกิจกรรมที่ 5 นั้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับการนำเอาความรู้เกี่ยวกับสารเคมีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทำให้นักเรียนบางคนไม่เข้าใจ และพบว่าร้อยละของคะแนนหลังเรียนก็มีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน เท่ากับ ร้อยละ 81.73 สำหรับชุดกิจกรรมที่มีร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนต่ำที่สุด คือ ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่องพลังงานสารละลาย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมจะพบว่าเนื้อหาในทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับร้อยละ 81.62 มากกว่าร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เท่ากับร้อยละ 46.06 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

4.3.2 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่น่าสนใจ

เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่น่าสนใจที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสามารถแยกพิจารณาผลการเรียนที่น่าสนใจ (ตารางที่ 4.13) โดยพบว่านักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 17 มีคะแนน เท่ากับ 13 คะแนน และเลขที่ 4 มีคะแนนก่อนเรียนต่ำสุด คือ 6

คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนในกลุ่มต่ำในการสอบก่อนเรียน และพบว่านักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด คือ เลขที่ 19 มีคะแนนเท่ากับ 19 คะแนน และเลขที่ ที่มีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดคือ เลขที่ 1,5 และ 9 มีคะแนนเท่ากับ 13 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนกลุ่มต่ำในการสอบหลังเรียน และเมื่อพิจารณาร้อยละ ความก้าวหน้า พบว่านักเรียนที่มีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุด คือเลขที่ 4, 7 และ 19 คือ ร้อยละ 55 ซึ่งพบว่าเลขที่ 4 และ 7 เป็นเด็กที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางไม่เก่งมากนัก โดยนักเรียนมี พฤติกรรมที่สนใจในการทดลอง มีความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีพฤติกรรมใฝ่รู้ มีความรับผิดชอบในการทำใบกิจกรรมใบงาน ส่งครูตามกำหนดเวลา จึงทำให้มีพัฒนาการทางการเรียน ที่สูงขึ้นซึ่งจะเห็นได้ว่าการศึกษาเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยร่วมกัน แสดงความพึงพอใจ และอภิปรายกันภายในกลุ่มทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้เกิด ความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้มีพัฒนาการในการเรียนที่ดีขึ้นได้

ตารางที่ 4.13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกรณีศึกษา

เลขที่	คะแนนสอบ (เต็ม 20 คะแนน)		ร้อยละความก้าวหน้า
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	9	13	20.00
4	6	17	55.00
5	7	13	30.00
9	8	13	25.00
17	13	18	25.00
19	8	19	55.00

จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ แบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.27 (SD 2.01) และ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.19 (SD 1.78) จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ dependent-samples พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 16.84$) และมีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยทั้งชั้นเป็น 6.92 คะแนน หรือ ร้อยละ 34.62 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ มีกิจกรรมการทดลองด้วยตนเองน่าจะเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบ มีการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักการทำงานร่วมกันซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีรูปแบบและขั้นตอนการทดลองที่ ชัดเจน นักเรียนทุกคนได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีความกระตือรือร้น กระฉับกระเฉงสนใจในการเรียนมากขึ้นกล้าแสดงออกและให้ความ ร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ นอกจากนี้ผู้เรียนยังเกิดการพัฒนาทางด้านทักษะการเรียนรู้เพิ่มมาก ขึ้นและมีทักษะในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดให้ (อรัญญา สถิตไพบุลย์, 2550) นักเรียนได้ทำกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้และศึกษากิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้โดยการตอบคำถามและการตรวจคำตอบด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษา ทำงานอย่างเป็นระบบ และพัฒนาด้านกระบวนการคิดการวิเคราะห์และการแก้ปัญหาได้ด้วยการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสร้างความมั่นใจให้แก่ตนเองและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้นักเรียนเป็นผู้กล้าคิด กล้าทำ กล้าซักถาม กล้าโต้แย้ง กล้าแสดงออก รู้จักคิดวิเคราะห์ มีความคิดที่หลากหลาย มีบรรยากาศการเรียนรู้อย่างอิสระและสร้างสรรค์ เป็นเรื่องใหม่ น่าสนใจ นักเรียนมีแรงจูงใจ สนใจ และตั้งใจ ทำให้ประสิทธิผลของคะแนนจากการเรียนรู้เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (เกษณี สิมสีดา, 2550)

4.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นช่วงคะแนนเทียบกับเกณฑ์เป้าหมายคะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดหลังจากเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว (ตารางที่ 4.14) พบว่า นักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คือช่วงร้อยละ 60-69 ซึ่งมีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางมีจำนวน 3 คน หรือร้อยละ 11.53 ช่วงร้อยละของคะแนนสอบ 70-79 ซึ่งมีคะแนนอยู่ในระดับดีมีจำนวน 17 คน หรือร้อยละ 65.38 และช่วงร้อยละของคะแนนสอบ 80-100 ซึ่งมีคะแนนอยู่ระดับดีมากมีจำนวน 6 คน หรือ ร้อยละ 23.08 สรุปได้ว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 จำนวนร้อยละ 88.46 และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 11.53 แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด คือมีนักเรียนทั้งหมด 26 คน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 23 คน คิดเป็นร้อยละ 88.46 และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.53 จะเห็นว่าหลังจากเรียนแล้วไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จึงสรุปได้ว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนซึ่งแสดงได้ว่าเป็นสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมาก เหมาะแก่การนำมาใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 4.14 จำนวนนักเรียนจำแนกตามร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นช่วงคะแนน

ช่วงร้อยละของคะแนนสอบ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
น้อยกว่า 50	0	0
50 - 59	0	0
60 - 69	3	11.53
70 - 79	17	65.38
80 -100	6	23.08

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์คะแนนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยมีเกณฑ์เป้าหมายที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดซึ่งพบว่าหลังการเรียน มีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนทั้งห้องอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (16.19 จาก 20 คะแนน หรือร้อยละ 80.96) โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 จำนวนร้อยละ 88.46 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 11.54 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นั่นคือนักเรียนมีผลงานจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ ใบงาน กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละชุดกิจกรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งทำให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและนำเสนอสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้นั้นๆ ให้ผู้อื่นได้รับรู้ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความพึงพอใจ โดยการใช้กระบวนการกลุ่ม การนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์จริง ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้คอยให้ความช่วยเหลือ เสนอแนะ ควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาในการทำกิจกรรม และเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสนำเสนองานเพื่อฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงออก สำหรับการปฏิบัติงานกลุ่ม ได้กระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมมือกันวางแผน การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มให้มีความชัดเจน ทำให้นักเรียนรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหา การอธิบายเหตุผลต่างๆและเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (สุรศักดิ์ เมาเทือก, 2542) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระสูงขึ้น นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (กนกวลี แสงวิจิตรประชา, 2550; พลภัทร พองโนนสูง, 2550) ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เหมาะที่จะนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในขั้นรอบรู้ ทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สูงขึ้นซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้

4.3.4 ทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการเรียนด้วยชุดกิจกรรมแบบสืบเสาะ

จากการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง เป็นเวลา 16 ชั่วโมง เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ชุดแล้ว พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี (3.28 จาก 4 คะแนน หรือร้อยละ 81.81) โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 จำนวนร้อยละ 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 23.07 ตามลำดับ ซึ่งผ่าน

เกณฑ์ที่กำหนด คือมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4.15 ผลการสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละที่ผ่านเกณฑ์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด จากการเกณฑ์เป้าหมายที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ พบว่า ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวนนักเรียน 6 คน หรือ ร้อยละ 23.07 อยู่ระหว่างเกณฑ์ 70-80 มีจำนวนนักเรียน 4 คน หรือ ร้อยละ 15.38 อยู่ระหว่างเกณฑ์ 80-90 มีจำนวนนักเรียน 10 คน หรือ ร้อยละ 38.46 และอยู่ระหว่างเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 90 มีจำนวนนักเรียน 6 คน หรือร้อยละ 23.07 สรุปได้ว่า มีนักเรียนร้อยละที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 เป็น 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ 23.07 แสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด คือมีนักเรียนทั้งหมด 26 คน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 20 คน คิดเป็นร้อยละ 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 6 คน คิดเป็นร้อยละ 23.07

ตารางที่ 4.15 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 70)

ช่วงร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียน
ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70	11.54
เกณฑ์ร้อยละ 71-80	23.08
เกณฑ์ร้อยละ 81-90	42.31
มากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 90	23.08

เมื่อวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการเน้นในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรมที่แตกต่างกัน (ตาราง 4.16) จากคะแนนการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 26 คน เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะเฉลี่ยโดยภาพรวม พบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยดีที่สุด เท่ากับ 3.60 เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง จึงทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติทักษะการทดลองได้ดี รองลงมาคือ การนำเสนอและรายงานผล, ความคล่องแคล่วในการทดลอง บันทึกผลการทดลอง การตั้งสมมุติฐาน วางแผนการทดลอง กำหนดและควบคุมตัวแปร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51, 3.45, 3.31, 3.27, 3.08 และ 2.85 โดยทักษะที่มีคะแนนต่ำที่สุด คือ ทักษะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร มีกิจกรรมหลักคือ การทดลอง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี พบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.50 และทักษะการตั้งสมมุติฐานมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 3.12 ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ มีกิจกรรมหลัก คือ การทดลอง เรื่อง การหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์และสารละลาย พบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองมีคะแนน

เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.62 และทักษะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.65 ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง พลังงานกับสารละลาย มีกิจกรรมหลัก คือ การทดลอง เรื่อง อุณหภูมิกับการละลายแบบดูดความร้อนและคายความร้อน พบว่าทักษะความคล่องแคล่วในการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.69 และทักษะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และกำหนดและควบคุมตัวแปรมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.85 ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกิจกรรมหลักคือการทดลอง เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าทักษะปฏิบัติการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.62 และทักษะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.88 ชุดกิจกรรมที่ 5 การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย มีกิจกรรมหลัก คือกิจกรรมความปลอดภัยในการใช้สารเคมีพบว่าทักษะ การนำเสนอและรายงานผลมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.73 และทักษะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.96

ตาราง 4.16 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (คะแนนเต็มชุดละ 4 คะแนน)

ทักษะ	คะแนนทักษะในแต่ละชุดกิจกรรม							
	ชุด 1	ชุด 2	ชุด 3	ชุด 4	ชุด 5	รวม	เฉลี่ย	SD
1. การตั้งสมมติฐาน	3.12	3.31	3.35	3.31	-	13.09	3.27	0.10
2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	-	2.65	2.85	2.88	2.96	11.34	2.84	0.13
3. กำหนดและควบคุมตัวแปร*	-	-	2.85	-	-	2.85	2.85	0.00
4. การทดลอง								
4.1 วางแผนการทดลอง	3.19	2.92	3.12	3.08	-	12.31	3.08	0.11
4.2 ปฏิบัติการทดลอง	3.50	3.62	3.65	3.62	-	14.39	3.60	0.07
4.3 ความคล่องแคล่วในการทดลอง	3.35	3.54	3.69	3.23	-	13.81	3.45	0.20
4.4 บันทึกผลการทดลอง	3.27	3.27	3.35	3.35	-	13.24	3.31	0.05
5. ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	3.19	3.23	3.04	3.31	3.19	15.96	3.19	0.10
6. นำเสนอและรายงานผล	3.42	3.54	3.31	3.54	3.73	17.54	3.51	0.16
รวม	23.04	26.08	29.21	26.32	9.88	114.53	-	-
ร้อยละ	82.28	81.50	81.14	82.25	82.33	81.81	-	-

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านที่ร้อยละ 70 มีร้อยละของนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์เป็น 76.93 และ 23.07

* ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรได้วัดเพียงชุดกิจกรรมที่ 3 เนื่องจากได้มีการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการตามกิจกรรมที่ได้จัดขึ้นตามความเหมาะสมของแต่ละชุดกิจกรรม

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้วพบว่า ชุดกิจกรรมที่ 1 2 และ 4 มีทักษะปฏิบัติการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทั้ง 3 ชุดกิจกรรมและชุดกิจกรรมที่ 3 มีทักษะความคล่องแคล่วในการทดลองที่มีคะแนน

ใกล้เคียงกับทักษะปฏิบัติการทดลองที่สูงในชุดกิจกรรม แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้เป็นอย่างดีจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ชุดกิจกรรม ชุดที่ 1 2 3 และ 4 เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีกิจกรรมหลักในการปฏิบัติการทดลองที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และการทดลองที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ส่วนชุดกิจกรรมที่ 5 เป็นชุดกิจกรรมที่เน้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะนำเสนอและรายงานผล โดยเป็นกิจกรรมให้นักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้นำเอาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และพบว่า ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นทักษะที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด เนื่องมาจากนักเรียนสามารถนิยามเชิงปฏิบัติการในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือข้อความต่างๆหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามที่อยู่ในสมมติฐานให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ในการบรรยายเชิงรูปธรรมซึ่งเป็นการกำหนดความหมาย หรือขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆให้สังเกตและวัดได้ ได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควรจึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด เช่นในการทดลอง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี นักเรียนต้องกำหนดขอบเขตของคำ หรือความหมายของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีให้ได้ จึงจะทำได้กิจกรรมจากการทดลองได้ เช่นการกำหนดนิยามของ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของสาร เช่น การเปลี่ยนสถานะ การละลาย การมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงหลังการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมียังเหมือนเดิม และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีสารใหม่เกิดขึ้นโดยสารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีองค์ประกอบและสมบัติทางเคมีแตกต่างจากสารเดิม เป็นต้น

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยมีเกณฑ์เป้าหมายที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี (3.28 จาก 4 คะแนน หรือร้อยละ 81.81) โดยมีนักเรียนร้อยละที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 เป็น 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ 23.07 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง สามารถทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้อย่างสูงขึ้น การที่นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงหลังจากใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นเพราะว่า ชุดกิจกรรมนี้ได้เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง และมีการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และการทดลองซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบจากกระบวนการเรียนรู้ ยึดหลักการเรียนรู้แบบใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้จากการปฏิบัติจริงที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน (ปิยวรรณ ตาคำ, 2545) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องดำเนินการในรูปแบบที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นเทคนิค วิธีการ สื่อที่ใช้และพบว่าหลังจากเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ดีขึ้นและพบว่า การคัดเลือกกิจกรรม เกมและของเล่นทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละชุดกิจกรรมและกิจกรรมมีความน่าสนใจเพื่อที่จะให้ นักเรียนสนใจและเกิดความกระตือรือร้นที่จะคิดและทำกิจกรรมอย่างสนุกสนาน ทำให้การนำชุด กิจกรรมไปใช้ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น (กนกวลี แสง วิจิตรประชา, 2550) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์สามารถทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ดีขึ้นมีทักษะในการเชื่อมโยงความคิดเข้า ด้วยกันโดยผู้เรียนจะแบ่งเป็นกลุ่มโดยแต่ละกลุ่มจะได้ศึกษาเรียนรู้จากชุดกิจกรรมโดยร่วมกันแสดง ความพึงพอใจ และอภิปรายกันภายในกลุ่มทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้เกิดความ สนใจ กระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

4.3.5 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ต่อชุดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยแบ่งความพึงพอใจเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับโดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านความเหมาะสม ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 9 ข้อ และด้านประโยชน์หรือสิ่งที่ได้จาก ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 6 ข้อ ส่วนที่ 2 นักเรียนให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในประเด็นต่างๆ ตามความคิดของนักเรียน

4.3.5.1 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ

ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 4.17 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนด้านความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ในระดับมากโดยนักเรียนมีความเห็นว่า ด้านความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้มีค่าเฉลี่ย 4.30 และด้านประโยชน์ที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้มีค่าเฉลี่ย 4.28 เมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำถาม พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของ นักเรียนด้านความเหมาะสมโดยครูใช้สื่อ อุปกรณ์ เครื่องมือ เช่น อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ รูปภาพ ของจริงเหมาะสมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน มีค่าเฉลี่ย สูงสุด เท่ากับ 4.62 รองลงมา คือ มีเนื้อหาที่สามารถทำการทดลองด้วยตนเองได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนด้านประโยชน์ที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.28 เมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำถามการเรียนรู้ด้วยชุด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน มีค่าเฉลี่ย สูงสุดเท่ากับ

4.62รองลงมา คือ การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38

ตารางที่ 4.7 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

หัวข้อพิจารณา	mean	S.D	ระดับ
ด้านความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4.30	0.19	มาก
1. กิจกรรมการทดลองในชุดกิจกรรม ความเหมาะสมกับนักเรียน ม. 2	4.12	0.65	ดี
2. เนื้อหาในชุดกิจกรรมมีความเข้าใจง่าย	4.23	0.65	ดี
3. ตัวอักษรในชุดกิจกรรมอ่านง่าย ชัดเจน	4.08	0.84	ดี
4. คำถามสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	4.15	0.73	ดี
5. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความน่าสนใจ	4.35	0.75	ดี
6. ภาพประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม	4.31	0.47	ดี
7. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.27	0.67	ดี
8. มีเนื้อหาที่สามารถทำการทดลองด้วยตนเองได้	4.58	0.58	ดีมาก
9. ครูใช้สื่อ อุปกรณ์ เครื่องมือ เช่น อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ รูปภาพของจริงเหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4.62	0.5	ดีมาก
ด้านประโยชน์หรือสิ่งที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4.28	0.21	มาก
1. นักเรียนสามารถอ่านเนื้อหาและตอบคำถามจากชุดกิจกรรมได้	4.35	0.49	ดี
2. สามารถนำความรู้จากชุดกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.08	0.63	ดี
3. การเรียนด้วยชุดกิจกรรมทำให้สนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.23	0.71	ดี
4. การเรียนด้วยชุดกิจกรรมช่วยให้เข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้น	4.04	0.72	ดี
5. การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองทำให้มีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น	4.38	0.64	ดี
6. การเรียนด้วยชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนาน	4.62	0.57	ดีมาก
โดยเฉลี่ยรวม	4.29	0.10	มาก

4.3.5.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ ตามความพึงพอใจของนักเรียน

นักเรียนได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในประเด็นดังต่อไปนี้ คือ ชอบการทดลองที่ครูให้ทำ อยากให้มีการทดลองมากกว่านี้ อยากให้มีกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้อีก อยากให้ครูใช้อุปกรณ์การทดลองเพิ่ม และมีรูปประกอบกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และอยากให้ครูพาเล่นเกมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในระหว่างทำกิจกรรม จากผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง พบว่าโดยภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ย 4.29 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.10 และนักเรียนมี

ความพึงพอใจด้านความเหมาะสมและด้านประโยชน์ของการจัดการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เฉลี่ย 4.30 และ 4.28 ซึ่งอยู่ในระดับมากทั้งสองด้านทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนมีอิสระในการเรียนจากการได้เรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ได้ศึกษาค้นคว้าจากการสำรวจการทดลองและกิจกรรมที่หลากหลาย ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนและได้ลงมือในการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดความสุขในการเรียนรู้ นักเรียนจึงเกิดความภาคภูมิใจและมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (เกษณี สิมสีดา, 2550) ซึ่งการจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้ลงมือในการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดความสุขในการเรียนรู้ นักเรียนจึงเกิดความภาคภูมิใจและมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นอกจากจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นแล้วยังพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างแท้จริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นหรือหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการนำเสนอและรายงานผลการทดลองซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีลักษณะที่พึงประสงค์ได้

4.4 การทดลอง ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

ผลการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 หมวด ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังนี้

4.4.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารอาหาร

4.4.1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารอาหาร

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 11.59 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 21.38 มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 9.79 หรือร้อยละ 32.63 (ตารางที่ 4.8)

จากการวิเคราะห์คะแนนจำแนกตามเนื้อหา พบว่า ในเนื้อหาที่ 1 สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต พบว่า นักเรียนมีร้อยละของความก้าวหน้าสูงที่สุดคือ 34.43 คะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 3.10 และ 5.51 ตามลำดับ ซึ่งเป็นหัวข้อในตอนต้นที่นักเรียนให้ความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาก เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ พบว่าข้อสอบมีระดับความยากง่ายอยู่ในระดับค่อนข้างยาก อย่างไรก็ตาม คะแนนหลังเรียนมากกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (คะแนนเฉลี่ยก่อน

เรียนและหลังเรียนเท่ากับ 3.10 และ 5.51 ตามลำดับ มีร้อยละของความก้าวหน้าคือ 34.43) สำหรับเนื้อหาที่ 3 สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างและสมบัติบางประการของไขมันและน้ำมัน ซึ่งนักเรียนได้ลงมือทำการทดลองเกี่ยวกับ ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวของน้ำมันพืชบางชนิด และการสกัดไขมันในอาหารบางชนิดโดยใช้น้ำและเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย เพื่อสำรวจและค้นหาด้วยตัวนักเรียนเองทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน มีการใช้กระบวนการกลุ่มทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความพึงพอใจซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในเนื้อหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด พบว่าข้อสอบมีระดับความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง ประกอบกับเป็นหัวข้อในตอนท้ายซึ่งนักเรียนสามารถทำกิจกรรมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

ตารางที่ 4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารอาหาร จำแนกตามเนื้อหาหลัก

เนื้อหาหลัก	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			ค่า t
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	%	
1. สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต	7	3.10	1.37	5.51	1.37	2.41	1.27	34.43	11.84
2. สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน	13	5.21	1.78	9.18	2.06	3.97	1.40	30.54	17.67
3. สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด	10	3.28	1.38	6.69	1.82	3.41	1.62	34.10	13.17
รวม	30	11.59	2.56	21.38	3.69	9.79	1.85	32.63	33.03

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย Dependent samples t-test

เมื่อพิจารณาคะแนนจำแนกตามเนื้อหาหลักในภาพรวม พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ ทั้ง 3 เนื้อหา แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมีความ คิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (สุธีผลดี และศักดิ์ศรี สุภาพร, 2554) และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนให้รู้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลของการทดลองที่ได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบและเชื่อมโยงเข้ากับหลักการที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายและเป็นคำตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ในตอนต้น นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น (อรัญญา สติไพบูลย์, 2553) ซึ่งในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายใน แล้วสามารถตั้งคำถามวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน เพื่อนำไปสู่การหาวิธีการค้นคว้าหาคำตอบดังกล่าว และสามารถนำความรู้ที่นำมาสร้างเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องที่ได้มีการจัดกิจกรรม POE เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียน โดยกิจกรรม

POE จะช่วยสำรวจแนวความคิด ความเข้าใจ และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (วนิชา ประยูรพันธ์, 2553) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมแบบ POE ยังทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สังเกตทดลองและสืบค้นด้วยตนเองแล้วนำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้นๆ (สงกรานต์ มูลศรีแก้ว, 2553) โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้และยังช่วยกันออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ (คำไพย พานูสี, 2553)

4.4.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มของนักเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ เรื่อง สารอาหาร ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยแบ่งกลุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) กลุ่มเก่ง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยบวกส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มปานกลาง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในช่วงของ ค่าเฉลี่ยบวกลบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และกลุ่มอ่อน ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยลบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 10.67 (ร้อยละ 35.57) มากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 9.76 (ร้อยละ 32.53) และมากกว่ากลุ่มอ่อน ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 8.80 (ร้อยละ 29.33) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มักจะเรียนรู้แบบกลุ่ม นักเรียนที่เก่งมักจะมีบทบาทมากที่สุด ประกอบกับมีพฤติกรรมใฝ่รู้ กระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้มีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกัน เนื่องจากนักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อนมีศักยภาพในการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในเกณฑ์ปานกลาง ประกอบกับมีความสนใจใฝ่รู้ค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนภายในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียน (คน)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			ค่า t
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	%	
กลุ่มเก่ง	12	14.58	0.67	25.25	1.36	10.67	1.07	35.57	34.43*
กลุ่มปานกลาง	17	11.41	1.18	21.18	2.13	9.76	1.79	32.53	22.53*
กลุ่มอ่อน	10	8.30	0.82	17.10	2.60	8.80	2.30	29.33	12.10*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย Dependent samples t-test

จากผลการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มมีคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนแตกต่างกัน โดยคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มเก่ง จะมีค่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่านักเรียนกลุ่มเก่งมีความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง สารอาหาร มาบ้างแล้ว เพราะนักเรียนบางคนไปลงเรียนพิเศษมาก่อนทำให้สามารถทำข้อสอบก่อนเรียนได้มาก ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มเก่ง สูง สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งมีคะแนนสอบก่อนเรียนต่ำกว่านักเรียนกลุ่มเก่ง อาจเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มนี้มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง สารอาหาร ค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะมากขึ้น และต้องเอาใจใส่กับนักเรียนกลุ่มดังกล่าวให้มีความกระตือรือร้นและมุ่งมั่นที่จะเรียนมากขึ้นด้วย โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนต้องแสวงหาความรู้และลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดแรงเสริมให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น ได้นำความรู้ไปใช้สร้างความรู้ใหม่โดยพยายามค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนความพึงพอใจของตนก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (รุ่งระวี ศิริบุญนาม, 2551) แต่อย่างไรก็ตามหลังจากที่นักเรียนทั้งสามกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง สารอาหาร พบว่านักเรียนทั้งสามกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม ซึ่งถือเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

4.4.1.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารอาหาร ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยค่าสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (mean square = 9.517, df = 2, F 3.077, $p = 0.058$) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่งกับกลุ่มปานกลาง กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน และกลุ่มปานกลางกับกลุ่มอ่อน เพื่อทดสอบว่าคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละกลุ่มนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งกับกลุ่มปานกลางมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนกลุ่มปานกลางกับกลุ่มอ่อนก็มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนไม่แตกต่างกันเช่นกัน อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มเก่งมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.10) แสดงให้เห็นได้ว่า ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มเก่งสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อนในเวลาเท่ากัน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้เป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบของปัญหาด้วยตัวนักเรียนเองโดยใช้กระบวนการทดลอง หรือ ทำกิจกรรมกลุ่ม ประกอบกับนักเรียนมีความสนใจ และรับผิดชอบในการเรียน จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่งผลให้มีความก้าวหน้าในการเรียนในระดับที่สูง ในทางตรงกันข้าม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีข้อจำกัดสำหรับนักเรียนที่มีศักยภาพในการเรียนรู้ที่ค่อนข้างต่ำ เพราะ

นักเรียนกลุ่มดังกล่าวอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนบางคนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้ จึงทำให้มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนค่อนข้างน้อย

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง สารอาหาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		ผลต่างของคะแนน		p
		ผลต่างค่าเฉลี่ย	SD	
กลุ่มเก่ง (12 คน)	กลุ่มปานกลาง (17 คน)	0.90	0.66	0.372
กลุ่มเก่ง (12 คน)	กลุ่มอ่อน (10 คน)	1.87	0.75	0.046*
กลุ่มปานกลาง (17 คน)	กลุ่มอ่อน (10 คน)	0.96	0.70	0.364

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย One-Way ANOVA analysis

เมื่อพิจารณาร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลัก (ตารางที่ 4.11) โดยนักเรียนกลุ่มเก่งมีร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดในเนื้อหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 39.28 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาดังกล่าว มีกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 4.11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามหัวข้อ เรื่อง สารอาหาร

เนื้อหาหลัก	เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			ค่า t
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	%	
กลุ่มเก่ง (12 คน)	30	14.58	0.67	25.25	1.36	10.67	1.07	35.57	34.43*
1. สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต	7	3.75	0.87	6.50	0.52	2.75	0.97	39.28	6.62*
2. สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน	13	6.83	1.19	11.08	1.31	4.25	1.42	32.69	10.71*
3. สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด	10	4.00	1.28	7.67	1.50	3.67	1.37	36.70	9.77*
กลุ่มปานกลาง (17 คน)	30	11.41	1.18	21.18	2.13	9.76	1.79	32.53	22.53*
1. สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต	7	3.12	1.17	5.35	1.54	2.24	1.39	32.00	3.36*
2. สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน	13	5.23	0.97	9.12	1.36	3.88	1.50	29.85	5.15*
3. สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด	10	3.06	0.90	6.70	1.40	3.65	1.54	36.50	4.54*
กลุ่มอ่อน (10 คน)	30	8.30	0.82	17.10	2.60	8.80	2.30	29.33	12.10*
1. สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต	7	2.30	1.06	4.60	1.07	2.30	1.42	32.86	5.13*
2. สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน	13	3.20	1.40	7.00	1.56	3.80	1.32	29.23	9.13*
3. สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด	10	2.80	1.87	5.50	2.22	2.70	1.95	27.00	4.39*
เฉลี่ยรวมทั้งสามกลุ่ม	30	11.59	2.56	21.38	3.69	9.79	1.85	32.63	33.03*

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย Dependent samples t-test analysis

จากตาราง 4.11 จะเห็นว่า นักเรียนกลุ่มปานกลางมีร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดในเรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด เท่ากับ 36.50 รองลงมาคือเนื้อหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต มีร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 32.00 และเนื้อหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน มีร้อยละความก้าวหน้าน้อยที่สุดเท่ากับ 29.85 โดยนักเรียนกลุ่มปานกลางมีศักยภาพในการเรียนรู้ใกล้เคียงกัน มีความสนใจ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน และมีความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมค่อนข้างดี ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อน มีร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดในเนื้อหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 32.86 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาดังกล่าวมีกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนได้ทำการทดสอบคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นกิจกรรมการทดลองที่ไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน และสามารถเรียนได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนในเรื่องนี้สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนตามเนื้อหาหลักในระหว่างกลุ่ม พบว่า ผลต่างของคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มมีร้อยละความก้าวหน้าใกล้เคียงกัน คือ เนื้อหา เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน เท่ากับ 30.34, 29.10 และ 29.43 ตามลำดับ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาดังกล่าวมีกิจกรรมการทดลองที่ให้นักเรียนได้ทำการทดสอบโปรตีนซึ่งเป็นกิจกรรมการทดลองที่ไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน และสามารถเรียนได้เป็นอย่างดี ประกอบกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในเนื้อหาดังกล่าวมีระดับความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง ส่งผลให้นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีความก้าวหน้าทางการเรียนในเรื่องนี้ใกล้เคียงกัน

4.4.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง สารอาหาร

จากผลการศึกษาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน พิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมในระดับ “ดี” (ร้อยละ 75.19) ดังแสดงในตารางที่ 4.13 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในระดับ “ดีมาก” (ร้อยละ 80.05) ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร แสดงว่านักเรียนสามารถบ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้รับการฝึกฝนจากกิจกรรม POE ในชั้นสร้างความสนใจ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา จากกระบวนการนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร สามารถระบุตัวแปรจากกิจกรรมสาธิตได้ ซึ่งมีนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่ระบุตัวแปรได้ไม่ครอบคลุม พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในการทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีนในนมบางชนิด ดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.13 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	คะแนน				ระดับ
	เต็ม	Mean	SD	%	
1. ตั้งสมมติฐาน	15	11.27	1.21	75.15	ดี
2. กำหนดและควบคุมตัวแปร	15	12.01	1.25	80.05	ดีมาก
3. ทดลอง	40	30.46	2.68	76.17	ดี
3.1 ออกแบบและการวางแผนการทดลอง	15	11.47	1.00	76.44	ดี
3.2 ปฏิบัติการทดลอง	15	11.35	0.92	75.64	ดี
3.3 ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง	10	7.64	0.76	76.44	ดี
4. ตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	30	20.82	2.60	69.41	ปานกลาง
4.1 ตีความหมายข้อมูล	15	10.35	1.30	68.98	ปานกลาง
4.2 ลงข้อสรุป	15	10.48	1.30	69.83	ปานกลาง
เฉลี่ย	100	10.65	1.11	75.19	ดี

ก) 2.1 ตัวแปรต้น
 ชนิดเมล็ด ไม้เลื้อย จำนวนต้นที่ปลูก จำนวนน้ำ ความชื้นในดิน

2.2 ตัวแปรตาม
 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ KC

2.3 ตัวแปรควบคุม
 ปริมาณสารละลาย ทดสอบซ้ำ

ระดับ 3 เพราะกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ระบุตัวแปรควบคุมไม่สมบูรณ์

ข) 2.1 ตัวแปรต้น
 ชนิดเมล็ด ไม้เลื้อย จำนวนต้นที่ปลูก จำนวนน้ำ ความชื้นในดิน

2.2 ตัวแปรตาม
 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

2.3 ตัวแปรควบคุม
 ปริมาณสารละลาย ทดสอบซ้ำ ปริมาณสารละลาย ปริมาณน้ำ ความชื้นในดิน

ระดับ 4 เพราะกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างสมบูรณ์

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีนในนม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่อยู่ในระดับ “ดี” คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 75.15) แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตามเพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้น ๆ ได้ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้แล้ว ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการจัดกิจกรรม POE ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มสาธิตมานำเสนอการทดลองแล้วให้นักเรียนภายในห้องได้ทำนาย สังเกต และร่วมกันอธิบายผลของการทดลองที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนสามารถคาดเดาคำตอบ หรือตั้งสมมติฐานของการทดลองได้ ซึ่งมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นว่ามีผลต่อตัวแปรตามอย่างไร พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในการทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีนในนมบางชนิด ดังภาพที่ 4.2

ก)	 ระดับ 2 เพราะตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม
ข)	 ระดับ 4 เพราะตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามชัดเจน

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน ในการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีน

สมมติฐานที่ดีจะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะการทดลองอยู่ในระดับ “ดี” (ร้อยละ 76.17) แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการวางแผนการทดลองเพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทดลอง เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกออกแบบการทดลองและทำการทดลองด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนในทักษะดังกล่าวอยู่ในระดับ “ดี” แต่มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ยังออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองได้ไม่สอดคล้องกับการทดลอง และอาจยังไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามได้ พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในการทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีนในนมบางชนิด ดังภาพที่ 4.3

ก)		การเปลี่ยนแปลง	การทดลอง
สาร			
1. นมผงรสวานิลลา	จากตะกอนระดับชั้นล่าง	+++	
2. นมรสวานิลลา	จากตะกอนระดับชั้นล่าง	++	
3. นมรสวานิลลา	จากตะกอนระดับชั้นล่าง	+	
4. นมรสวานิลลา	จากตะกอนระดับชั้นล่าง	++	
ระดับ 2 เพราะบันทึกผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการทดลอง			
ข)		บันทึกผลการทดลอง	
1. นมผงรสวานิลลา		+++	
2. นมรสวานิลลา		++	
3. นมรสวานิลลา		+	
4. นมรสวานิลลา		++	
ระดับ 4 เพราะออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับการทดลอง ได้อย่างสมบูรณ์			

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการออกแบบตารางและบันทึกผลในการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีน

จากคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนทั้ง 4 ทักษะ พบว่า นักเรียนได้คะแนนทักษะน้อยที่สุดอยู่ในระดับ “ปานกลาง” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (ร้อยละ 69.41) แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจาก ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปเป็นทักษะที่ต้องนำความรู้จากทฤษฎีต่างๆ มาสนับสนุนผลการทดลองที่ได้ เพื่อเชื่อมโยงเข้าเป็นองค์ความรู้ใหม่ แต่ส่วนมากจะเป็นการสรุปข้อมูลที่ได้จากการทดลองเชื่อมโยงเข้ากับสมมติฐานการทดลองเท่านั้น พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในกิจกรรมการทดลองที่ 3 การตะกอนโปรตีนเคซีนในนมบางชนิด ดังภาพที่ 4.4 จะเห็นว่านักเรียนบอกแต่เพียงว่านมแต่ละชนิดมีปริมาณโปรตีนเคซีนแตกต่างกันโดยนมพร่องมันเนยมีเคซีนมากที่สุด รองลงมาคือนมถั่วเหลือง นมรสหวานและนมเปรี้ยวตามลำดับ แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายว่าเมื่อให้ความร้อนและเติมกรดลงในนมจะทำให้โมเลกุลของโปรตีนโครงสร้างทางกายภาพของโปรตีนจะถูกทำลายลง ทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพไปไม่สามารถทำงานได้เหมือนเดิม ทำให้โปรตีนตกตะกอนแยกออกมา อีกทั้งการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน และสรุปผลการทดลองเป็นกลุ่ม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความพึงพอใจอย่างเต็มที่ พบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจ แต่ไม่กล้าสอบถามครูหรือเพื่อนในกลุ่ม ทำให้ไม่สามารถสรุปความรู้ที่ได้ทำกิจกรรมได้ ทำให้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในด้านนี้ได้รับการพัฒนาช้ากว่าทักษะด้านอื่นๆ

ด้วยกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อไป จะส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและจากผลการวิจัย พบว่าเนื้อหาเรื่องที่ 1 ปริมาณแป้งและน้ำตาลในอาหารบางชนิด ผลการทดลองที่ได้ตรงกันข้ามกับสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้ เพราะนักเรียนคิดว่าหัวไชเท้าเป็นพืชที่มีรากหรือลำต้นใต้ดิน ที่ใช้สะสมอาหารในรูปเมล็ดแป้ง จึงน่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีน ทำให้เกิดคำถามขึ้นแล้วนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มเก่งสามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง พร้อมกับยืนยันคำตอบจากการแนะนำของครูและข้อมูลอ้างอิงต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนได้มากขึ้น ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน มีความสามารถในการอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นยังอยู่ในระดับที่ต่ำ ครูควรให้นักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนเริ่มเรียนในลักษณะสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดให้ก่อนในช่วงแรก เพื่อฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนในรูปแบบนี้ หลังจากนั้นจึงเพิ่มระดับการสืบเสาะหาความรู้เป็นแบบนำทางและแบบชี้แนะแนวทางต่อไป จึงจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะหรือ ISB-Chem สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 ชุด ได้แก่ การแยกสาร ปฏิกริยาเคมี สารและการเปลี่ยนแปลง และสารอาหาร และทดลองหน่วยปฏิบัติการเหล่านี้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถสรุปผลการวิจัยและมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 หน่วยปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

จากการพัฒนาและการทดลองใช้ ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร จำนวน 12 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาทุ่ง จังหวัดศรีสะเกษ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 33 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 14.24, SD 2.45) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 7.73, SD 2.76) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกเนื้อหา โดยมีความก้าวหน้าในเรื่องการกรอง การสกัดด้วยตัวทำละลาย การกลั่น การตกผลึก โครมาโทกราฟี และรวมทุกเนื้อหา โดยคิดเป็นร้อยละ 20.20, 33.33, 38.38, 34.85, 35.35 และ 32.58 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน (mean 89.00, SD 8.97) สูงกว่าก่อนเรียนด้วยกิจกรรม ISB-Chem M1 (mean 77.76, SD 8.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งความพึงพอใจด้านความรอบครอบในการตัดสินใจ มีคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 21.40 ซึ่งสูงที่สุด รองลงมาคือ ความพึงพอใจด้านความอยากรู้อยากเห็น มีคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 17.40 และความพึงพอใจด้านความมีใจกว้าง มีคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 3.16 ซึ่งต่ำที่สุด

5.1.2 หน่วยปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

จากการพัฒนาและการทดลองใช้ ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 16 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโคกสว่าง จังหวัดบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 25 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 21.17, SD 6.20) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 15.00, SD 3.71) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกเนื้อหา โดยมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 15.43 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแยกตามกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มสูงขึ้นมากคือ กิจกรรมการเกิดปฏิกิริยาของกรดกับคาร์บอเนต มีคะแนนเพิ่มขึ้น 1.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.25 และกิจกรรมสารเคมีในชีวิตประจำวันมีคะแนนเพิ่มขึ้น 1.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 36.25 สำหรับกิจกรรมที่นักเรียนมีการเพิ่มขึ้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุด คือ กิจกรรมปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.55 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.87 ทั้งนี้ นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน (mean 15.14, SD 3.55) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 10.08, SD 4.69) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณา

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเป็นรายทักษะ พบว่า นักเรียนมีการเพิ่มขึ้นของทักษะการทดลองและออกแบบการทดลองมากที่สุด (ร้อยละ 22.71) และรองลงมาคือทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (ร้อยละ 18.87) ส่วนทักษะในด้านอื่นๆ มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนที่ใกล้เคียงกัน

5.1.3 หน่วยปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

จากการพัฒนาและการทดลองใช้ ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 16 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านผาแก้ว จังหวัดอุบลราชธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 26 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 16.19, SD 1.79) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 9.27, SD 2.01) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกเนื้อหา โดยนักเรียนมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชุดกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงของสาร พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ พลังงานกับสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย และรวมทุกเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 30.72, 35.71, 33.40, 37.50, 40.00 และ 35.46 ตามลำดับ จากการจำแนกนักเรียนตามร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นช่วงคะแนนเทียบกับเกณฑ์เป้าหมายคะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 จำนวนร้อยละ 88.46 และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 11.53 แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด คือ มีนักเรียนทั้งหมด 26 คน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 23 คน คิดเป็นร้อยละ 88.46 และไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.53 สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พบว่า มีนักเรียนร้อยละที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 เป็น 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ 23.07 แสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด คือ มีนักเรียนทั้งหมด 26 คน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 20 คน คิดเป็นร้อยละ 76.93 และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ทั้งหมด 6 คน คิดเป็นร้อยละ 23.07 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยดีที่สุด เท่ากับ 3.60 รองลงมา คือ การนำเสนอและรายงานผล ความคล่องแคล่วในการทดลอง บันทึกผลการทดลอง การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง กำหนดและควบคุมตัวแปร โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.51, 3.45, 3.31, 3.27, 3.08 และ 2.85 โดยทักษะที่มีคะแนนต่ำที่สุด คือ ทักษะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84

5.1.4 หน่วยปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

จากการพัฒนาและการทดลองใช้ ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร จำนวน 8 ชั่วโมง กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 39 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 21.38, SD 3.69) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 11.59, SD 2.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกเนื้อหา โดยมีคะแนนความก้าวหน้าในเนื้อหา สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต สมบัติและปฏิกิริยาของโปรตีน สมบัติและปฏิกิริยาของลิพิด และรวมทั้งสามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 34.43, 30.54, 34.10 และ 32.63 ตามลำดับ โดยนักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการอยู่ในระดับ “ดี” (ร้อยละ 75.19) ซึ่งนักเรียนได้ระดับ “ดีมาก” (ร้อยละ

80.05) ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และอยู่ในระดับ “ดี” คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 75.15) และการทดลอง (ร้อยละ 76.17) แต่อยู่ในระดับ “ปานกลาง” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (ร้อยละ 69.41)

จะเห็นได้ว่าหน่วยปฏิบัติการเคมีเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะหรือ ISB-Chem สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้ง 4 ชุด ได้แก่ การแยกสาร ปฏิริยาเคมี สารและการเปลี่ยนแปลง และสารอาหาร มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งด้านความเข้าใจในเนื้อหา และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ไปในทางบวกมากขึ้นอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเตรียมนักเรียนให้คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ความรู้ก่อน เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคย รู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2. ควรศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางควรศึกษากับกลุ่มควบคุมที่เรียนตามคู่มือครูหรือเรียนด้วยนวัตกรรมอื่น เพื่อให้มั่นใจในประสิทธิภาพและความเหมาะสมของชุดกิจกรรมนั่นเอง

3. ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางการคิดด้านต่างๆ ของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4. ควรศึกษาและเปรียบเทียบผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับวิธีอื่นๆ

5. ควรพัฒนาทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ด้วยเทคนิคการสอนอื่นๆ เพราะเป็นทักษะที่นักเรียนได้รับคะแนนน้อยที่สุดจากการวิจัยครั้งนี้

6. ควรมีการฝึกใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด หรือพูดเกริ่นนำเพื่อให้นักเรียนสามารถมองภาพได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะกับนักเรียนกลุ่มกลางหรืออ่อน ครูควรใช้คำพูดแนะนำหรือพูดเป็นแนวทางให้นักเรียนนำไปคิดต่อ เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับช่วงแรกของการเริ่มจัดกิจกรรมที่นักเรียนจะยังไม่เข้าใจและไม่สามารถมองภาพการจัดกิจกรรมได้อย่างชัดเจน

7. ควรจัดกิจกรรมให้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากค้นหาคำตอบ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม ลักษณะการตอบคำถามของครูควรเป็นในลักษณะให้นักเรียนสนใจและอยากลงมือปฏิบัติ

8. ควรให้นักเรียนได้มีการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นในการสืบเสาะก่อนเรียนหรือระหว่างเรียน เช่น ทักษะการกำหนดตัวแปร การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การสังเกต การวัด การแปร ความหมายข้อมูล การสรุปผล และการเขียนรายงานร่วมด้วย เพื่อเป็นพื้นฐานแก่นักเรียนให้การจัด กิจกรรมดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วสามารถเสร็จทันภายในเวลาเรียน

9. ควรศึกษาผลการเรียนรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และ ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์

10. ควรพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ โดยปรับเนื้อหา และกิจกรรมให้มีความยากง่ายและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนหรือพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อื่นๆ

11. ในชั้นขยายความรู้ควรจัดกิจกรรมที่เสริมความรู้ของนักเรียนด้วยกิจกรรมที่แปลกใหม่ ต่อ ยอดความรู้เดิมของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ พลอาษา. (2549). การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กนกวรรณ สะกัพันธ์. (2551). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน. การค้นคว้าอิสระปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- กนกวลี แสงวิจิตรประชา. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เกษณี สิมสีดา. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหารโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จันทร์ดา พัทธกษาสี สุวิมล เขี้ยวแก้ว และสุรัช มีชาญ. (2549). ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิจารณ์ตามต่อความสามารถในการคิดวิจารณ์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 17(1).
- จินตนา รุกขชาติ. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ดินและธาตุอาหารหลักของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิระนันท์ วงศ์ก้อม. (2552). ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติและการจำแนก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยวัฏจักรการสืบเสาะ (Inquiry Cycle). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11(1): 36-38.
- ชุติมา นันทะแสน. (2551). ผลการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ไชยยันต์ จรุงฤทธาภกิจ. (2550). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ การคิดและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิพย์วรรณ ไกรนรา. (2550). ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัช ยะสุคำ ศักดิ์ศรี สุภากร และกิตติยา วงษ์จันทร์. (2553). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 3(พิเศษที่ 1) : 320-326.
- นริศรา จันทะนาม. (2553). การศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน โดย ใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). การศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นันทกา คันธิยงค์. (2547). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E's BSCS ที่ มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรดิตถ์.
- นิภาวรรณ เจริญวัย. (2551). ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอน แบบสืบสวนสอบสวนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อำเภอศรีสัชนา ลัย จังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรดิตถ์.
- ปาริชาติ คงศรี, ศักดิ์ศรี สุภากร และประนอม แซ่จิ่ง. (2553). การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ, 3(ฉบับพิเศษ) : 163-172.
- ปิยวรรณ ตาคำ. (2545). ผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสาคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการ สอน 1.กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- มยุรี จันทรสวย. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- รุ่งระวี ศิริบุญนาม. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ลดาวลีย์ ชั้นประดับ. (2554). การพัฒนาคุณภาพนักเรียนและกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ การรู้สำรวจตรวจสอบเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Investigation). นครสวรรค์ : โรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม.
- ลัดดาวรรณ อิมอ้วน. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เรื่องการและการเปลี่ยนแปลง การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นกับกลุ่ม ที่เรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศรีบุญตาม โจมศรี และปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังโนมิตี. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 4(พิเศษ) : 95-101.
- สงกรานต์ มูลศรีแก้ว. (2553). ตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บน พื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สันทวิช สอนท่าโก และ สาลี งามศิริ. (2550). การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 18(2): 198-212.
- สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาพร. (2554). การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1(2) : 45-67, 2554.
- สุภาภรณ์ ฝอยทอง. (2547). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวกชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุภาวดี แก้วงาม. (2549). ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
บูรณาการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ
สังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุรศักดิ์ เมาทือก. (2542). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุลาวัลย์ ต่อพรหม. (2553). ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการ
เปลี่ยนแปลงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบ
เสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนของครูวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
เล่ม 2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลคัลคูลเซเตอร์.
- แสงจัน พุ่มสหวัน และอลิศรา ชูชาติ, (2550). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบในวิชาเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยแห่งชาติดงไค้ก สาธารณรัฐ
ประชาธิปไตยประชาชนลาว. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2(1) 602-611.
- อมลวรรณ วีระธรรมโม และวิวัฒน์ ขัตติยะมาน. (2549). การสอนเพื่อพัฒนาการคิด. สงขลา : คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อรัญญา สกิตไพบูลย์. (2550). การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Abdulhanung, D., Supasorn, S. and Samphao, A. (2011). Promoting students' scientific
methods and Comprehension of acid-base using cooperative learning
accompanied with science projects. *Journal of Srinakharinwirot University*
(Science and Technology), 3(special 1), 54-62.
- Black, S.L. (1996). General chemistry laboratory-scientific inquiry. *Journal of Chemical
Education*, 73, 776-778.
- Blonder, R., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2008). Analyzing inquiry questions of
high-school students in a gas chromatography open-ended laboratory
experiment. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 250-258.
- Bruck, L.B. & Towns, M.H. (2009). Preparing students to benefit from inquiry-based
activities in the chemistry laboratory: Guidelines and suggestions. *Journal of
Chemical Education*, 86, 820-822.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Carin, A., & Sund, R. (1975). Teaching science through discovery. Columbus, Ohio : C.E. Merrill Pub.
- Chatterjee, S., Williamson, V.M., McCann, K., & Peck, M.L. (2009). Surveying Students' Attitudes and Perceptions toward Guided-Inquiry and Open-Inquiry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 86, 1427-1432.
- Clark, R.L., Clough, M.P., & Berg, C.A. (2000). Modifying cookbook labs. *Science Teacher*, 67(7), 40-43.
- Deters, K.M. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education*, 82, 1178-1180.
- Green, W.J., Elliott, C., & Cummins, R.H. (2004). Prompted inquiry-based learning in the introductory chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 81, 239-241.
- Hand, B., & Keys, C. (1999). Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports. *The Science Teacher*, 66(4), 27-29.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247-264.
- Kegley, S., Stacy, A., & Gutwill, J. (1996a). Environmental chemistry in the general chemistry laboratory, part I: A context-based approach to teaching chemistry. *The Chemical Educator* (electronic version), 4, 1-14.
- Lechtanski, V.L. (2000). *Inquiry-based experiments for chemistry*. New York: Oxford University Press.
- Lord, T., & Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *The American Biology Teacher*, 68(6), 342-345.
- Mohrig, J.R., Hammond, C.N., & Colby, D.A. (2007). On the successful use of inquiry-driven experiments in the organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 84, 992-998.
- Montes, I., Lai, C., & Sanabria, D. (2003). Like dissolves like: A classroom demonstration and a guided-inquiry experiment for organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80, 447-449.
- National Research Council (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Washington, DC: National Academy Press.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Pholdee, S., Supasorn, S. and Samphao, A. (2011). Enhancing students' achievement of acid-base using science inquiry context-based learning packages. *Journal of Srinakharinwirot University (Science and Technology)*, 3(special 1), 269-275.
- Russell, C.P., & French, D.P. (2002). Factors Affecting Participation in Traditional and Inquiry-based Laboratories. *Journal of College Science Teaching*, 31(4), 225-229.
- Sanger, M.J. (2008). How does inquiry-based instruction affect teaching majors' views about teaching and learning science? *Journal of Chemical Education*, 85, 297-302.
- Ware, S.A. (2001). Teaching chemistry from a societal perspective. *Pure and Applied Chemistry*, 73, 1209-1214.
- Windale, M. (2008). Further developing the capability of upper secondary students to carry out science projects (workshop training material). Bangkok: NSTDA.
- Yasukham, T., Supasorn, S. and Wongkhan, K. (2011). Enhancing students' critical thinking skill and Learning achievement of chemical reaction rate by using science inquiry process. *Journal of Srinakharinwirot University (Science and Technology)*, 3(special 1), 320-326.
- Deters, K.M. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education*, 82, 1178-1180.
- Green, W.J., Elliott, C., & Cummins, R.H. (2004). Prompted inquiry-based learning in the introductory chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 81, 239-241.
- Hand, B., & Keys, C. (1999). Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports. *The Science Teacher*, 66(4), 27-29.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247-264.
- Kegley, S., Stacy, A., & Gutwill, J. (1996a). Environmental chemistry in the general chemistry laboratory, part I: A context-based approach to teaching chemistry. *The Chemical Educator (electronic version)*, 4, 1-14.
- Lechtanski, V.L. (2000). *Inquiry-based experiments for chemistry*. New York: Oxford University Press.
- Lord, T., & Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *The American Biology Teacher*, 68(6), 342-345.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Mohrig, J.R., Hammond, C.N., & Colby, D.A. (2007). On the successful use of inquiry-driven experiments in the organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 84, 992-998.
- Montes, I., Lai, C., & Sanabria, D. (2003). Like dissolves like: A classroom demonstration and a guided-inquiry experiment for organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80, 447-449.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pholdee, S., Supasorn, S. and Samphao, A. (2011). Enhancing students' achievement of acid-base using science inquiry context-based learning packages. *Journal of Srinakharinwirot University (Science and Technology)*, 3(special 1), 269-275.
- Russell, C.P., & French, D.P. (2002). Factors Affecting Participation in Traditional and Inquiry-based Laboratories. *Journal of College Science Teaching*, 31(4), 225-229.
- Sanger, M.J. (2008). How does inquiry-based instruction affect teaching majors' views about teaching and learning science? *Journal of Chemical Education*, 85, 297-302.
- Ware, S.A. (2001). Teaching chemistry from a societal perspective. *Pure and Applied Chemistry*, 73, 1209-1214.
- Windale, M. (2008). Further developing the capability of upper secondary students to carry out science projects (workshop training material). Bangkok: NSTDA.
- Yasukham, T., Supasorn, S. and Wongkhan, K. (2011). Enhancing students' critical thinking skill and Learning achievement of chemical reaction rate by using science inquiry process. *Journal of Srinakharinwirot University (Science and Technology)*, 3(special 1), 320-326.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M1 เรื่อง การแยกสาร

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการแยกสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวม 5 ชุด ใช้เวลา 12 คาบ โดยแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีรายละเอียดการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การแยกสารเนื้อผสม : การกรอง และการสกัดด้วยตัวทำละลาย

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นนี้เป็นการสร้างและนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาหรือคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ โดยครูนำเข้าสู่บทเรียน ว่าสิ่งต่างในชีวิตประจำวัน มักรวมอยู่กับสารอื่นๆในรูปสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม ถ้าต้องการสารเพียงชนิดเดียวเพื่อนำมาใช้ประโยชน์อาจทำได้โดยการแยกสารออกมาโดยอาศัยสมบัติเฉพาะตัวของสารครูนำการอภิปรายโดยถามคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้การกรองและการระเหยแห้งโดยครูสาธิต และให้นักเรียนช่วยกันอภิปราย “ถ้าเม็ดทรายผสมกับเกลือ นักเรียนจะแยกสารเหล่านี้ออกจากกันได้อย่างไร” และครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน นักเรียนเคยทำน้ำผลไม้หรือน้ำกระเจียบหรือไม่ เพื่อนำสู่การทำกิจกรรมการสกัดด้วยตัวทำละลาย ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง “วิธีการในการทำน้ำกระเจียบ” ครูตั้งคำถามนำการทดลองต่อไปว่า “นักเรียนจะแยกกากกระเจียบออกจากน้ำกระเจียบได้อย่างไร” ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐาน

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม โดยแบ่งเป็น 2 กิจกรรม (การกรองและการสกัดด้วยตัวทำละลาย) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรม เรื่อง การแยกสารเนื้อผสมโดยการกรอง เพื่อทดสอบสมมุติฐาน “สารแขวนลอยซึ่งมีขนาดของสารใหญ่กว่ารูพรุนของกระดาษกรองสามารถแยกได้ด้วยวิธีการกรองผ่านกระดาษกรอง” โดยกำหนดสถานการณ์ให้ “แพนเค้กทำเกลือแกงหกปนเปื้อนกับผงถ่าน” “ผงการบูรที่ฟ้าใสจะหายาหม่องน้ำปนเปื้อนกับเกลือแกง” “ตักก็เติมเกลือแกงลงในแป้งมันจำนวนมาก” นักเรียนจะแยกออกจากกันอย่างไร โดยนักเรียนทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยน้ำของผสมไปละลายน้ำและเลือกวัสดุกรองเอง และเมื่อได้ของเหลวที่ผ่านวัสดุกรอง แล้วนำไประเหยจนแห้ง นักเรียนสังเกตและบันทึกผล

จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรม เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย เพื่อทดสอบสมมุติฐาน “ตัวทำละลายต่างชนิดกัน มีความสามารถในการละลายสารต่างๆ ที่อยู่ในพืชได้แตกต่างกัน” โดยนำขิงแก่ กลีบดอกอัญชัน แครอท ที่หั่นให้มีขนาดเล็ก แล้วนำมาเติมตัวทำละลาย โดยเลือกใช้ น้ำ เอทานอลและน้ำมันพืช เพื่อสกัดสารที่มีในพืช นักเรียนสังเกตสีและกลิ่นของสารละลายที่สกัดได้และบันทึกผล

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง ของกลุ่มตนเอง หน้าชั้นเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับที่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่ โดยควรได้ข้อสรุปว่า

การกรองเป็นการแยกสารเนื้อผสมด้วยกระบวนการแยกของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลวออกจากของเหลว โดยใช้วัสดุกรองสารที่มีรูขนาดเล็ก เช่น กระดาษกรอง ผ้าขาวบาง ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดอนุภาคสารที่ต้องการกรองแยกออกจากของเหลว

การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารโดยอาศัยสมบัติในการละลายของสาร โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมละลายสารที่ต้องการออกจากสารเนื้อผสม ทำละลายที่เหมาะสมจะต้องสกัดสารที่ต้องการได้มาก ไม่เป็นพิษและแยกออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย ถ้าต้องการสกัดกลั่นตัวทำละลายต้องไม่มีกลิ่น หาง่ายและมีราคาถูก

1.4 ขยายความรู้ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาประยุกต์ใช้ความรู้จากการทดลองไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนนำ พืชที่สนใจจะศึกษามาคนละ 1 ชนิด แล้วอภิปรายร่วมกันว่า ถ้าจะแยกสารที่มีสีหรือกลิ่นจากส่วนต่าง ๆ ของพืช จะใช้วิธีการแบบเดียวกับขั้นสำรวจและค้นหา ได้หรือไม่หรือใช้วิธีใดเหมาะสม เพราะเหตุใด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายโดยใช้ความรู้เรื่อง การแยกสารเนื้อผสม เข้ามาช่วย

1.5 ขึ้นประเมินผล ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมร่วมกัน สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียนประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน การตอบคำถามในใบงาน ประเมินกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ และนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การแยกสารเนื้อเดียวโดยการกลั่น

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูนำเข้าสู่บทเรียน ว่าในส่วนต่าง ๆ ของพืชจะมีการสะสมสารต่าง ๆ ไว้และสารจะรวมอยู่เป็นเนื้อเดียวกับส่วนต่าง ๆ ของพืช พืชบางชนิดสะสมแป้งและไขมันไว้ที่ไม่ลืด บางชนิดสร้างสารที่มีกลิ่นหอมไว้ที่โคนกลีบดอก บางชนิดสร้างสารที่เป็นน้ำมัน และมีกลิ่นหอมที่เรียกว่า น้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ที่ใบ และบางชนิดสร้างสารที่มีสีเก็บไว้ที่ใบ กลีบดอก เปลือกลำต้น ถ้าใช้ตัวทำละลายและวิธีการที่เหมาะสมก็จะสามารถแยกสารเหล่านี้ออกมาใช้ประโยชน์ได้ ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง “การระเหยแห้งที่เคยลงมือปฏิบัติมาแล้ว ได้สารอะไรบ้าง” สามารถเก็บองค์ประกอบของของผสมได้ทั้งหมดหรือไม่ “ถ้าจะเก็บองค์ประกอบไว้ใช้ประโยชน์ทั้งหมดต้องทำอะไร” ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐาน

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การแยกสารโดยวิธีการกลั่น เพื่อทดสอบสมมุติฐาน “สารที่มีจุดเดือดแตกต่างกันสามารถด้วยวิธีการกลั่นแบบธรรมดาได้” โดยนำสารละลายเกลือแกงเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และ สารละลายเกลือแกงในเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มากลั่นด้วยวิธีการกลั่นแบบธรรมดา สังเกตของเหลวที่กลั่นได้ในหลอดทดลอง และนำของเหลวที่กลั่นได้ไประเหยแห้ง สังเกตบันทึกผล

2.3 ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง ของกลุ่มตนเอง หน้าชั้นเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับที่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่ โดยควรได้ข้อสรุปว่า

การกลั่นจะอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดโดยให้ความร้อนแก่สารละลายของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำจะกลายเป็นไอก่อน เมื่อไอน้ำผ่านไปกระทบความเย็น โดยทำให้ไอน้ำผ่านเครื่องควบแน่น(Condenser) ไอก็จะควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวได้อีก

2.4 ขยายความรู้ ผู้เรียนนำพืชที่สนใจจะศึกษามาคนละ 1 ชนิด แล้วอภิปรายร่วมกันว่า ถ้าจะแยกสารที่มีกลิ่นจากส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยการกลั่นน้ำมันหอมระเหย จะใช้วิธีการแบบเดียวกับกิจกรรมขั้นสำรวจและค้นหา ได้หรือไม่หรือใช้วิธีใดเหมาะสม เพราะเหตุใด

2.5 ขั้นประเมินผล ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมร่วมกัน สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน ประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน การตอบคำถามในใบงาน และนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

3. ขุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแยกสารเนื้อเดียวโดย การตกผลึก

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างผลึกสารชนิดต่างๆ ได้แก่ เกลือ น้ำตาล สารส้ม และจุณสี ว่ามีลักษณะอย่างไร ครูอธิบายถึงสารแต่ละชนิดสามารถละลายในตัวทำละลายได้ต่างกัน ปริมาณของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย เราเรียกว่า ความเข้มข้นของสารละลาย เช่น มีเกลือแกง 10 กรัม ละลายอยู่ในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แสดงว่ามีความเข้มข้นร้อยละ 10 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง "สารละลายอิ่มตัว" ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐาน

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การแยกสารโดยวิธีการตกผลึก เพื่อทดสอบสมมุติฐาน "ของแข็งที่ละลายในตัวทำละลายสามารถแยกได้ด้วยวิธีการตกผลึก" โดยแบ่งกิจกรรมเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เติมเกลือแกงลงไปละชั้นในน้ำ 20 cm^3 แล้วใช้แท่งแก้วคนจนเกลือแกงที่เติมไม่สามารถละลายได้อีก แล้วนำสารละลายมาให้ความร้อนที่ละน้อย แล้วเติมเกลือแกงลงไปอีก จนกระทั่งสารไม่สามารถละลายได้สารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง รินเฉพาะสารละลายใส่ปิกเกอร์ใบที่ 2 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น สังเกตและบันทึกผล

ตอนที่ 2 เติมสารส้ม 3 ช้อน เบอร์ 2 เติมจุณสี 4 ช้อน เบอร์ 2 และเติมน้ำตาล 4 ช้อน เบอร์ 2 ลงในน้ำ 10 cm^3 ใช้แท่งแก้วคนให้ละลาย นำสารละลายมาให้ความร้อนประมาณ 2 - 3 นาที ยกลง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น สังเกตและบันทึกผล

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลอง ของกลุ่มตนเอง หน้าชั้นเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับที่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่ โดยควรได้ข้อสรุปว่า

การตกผลึก เป็นการแยกตัวละลายที่เป็นของแข็งออกจากสารละลายโดยอาศัยความสามารถในการละลายของสารต่างชนิดกันในตัวทำละลายชนิดเดียวกันจะแตกต่างกัน ด้วยการทำให้สารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูงแล้วปล่อยให้สารละลายลดอุณหภูมิลง สารที่มีความสามารถในการละลายได้ต่ำกว่า จะตกผลึกออกมาก่อน ผลึกของสารแต่ละชนิดจะมีรูปร่างเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุมเป็นลักษณะเฉพาะตัว

3.4 ขั้นขยายความรู้ ผู้เรียนนำพืชที่สนใจจะศึกษามาคนละ 1 ชนิด มาสกัดด้วยตัวทำละลายได้สารละลายสีแล้วอภิปรายร่วมกันว่า ถ้าจะตกผลึกเกลือในสารละลายสี ใช้วิธีการแบบเดียวกับกิจกรรมขั้นสำรวจและค้นหา ได้หรือไม่หรือใช้วิธีใดเหมาะสม เพราะเหตุใด

3.5 ขั้นประเมินผล ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมร่วมกัน สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียนประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน การตอบคำถามในใบงาน ประเมินกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ และนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

4) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกสารเนื้อเดียวโดย โครมาโทกราฟี

4.1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้นักเรียนยกตัวอย่าง เกี่ยวกับประสบการณ์การทำของเหลว เช่น น้ำ น้ำหวาน น้ำแกง น้ำหมัก หกรดเสื้อผ้า หรือเทของเหลวดังกล่าวลงบนวัสดุต่างๆ เช่น ผ้า ใบบัว กระดาษ และร่วมกันอภิปรายผลที่เกิดขึ้น “ถ้าจะแยกน้ำหมักที่เปื้อนเสื้อผ้า ต้องทำอย่างไร” ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี เพื่อทดสอบสมมติฐาน “ตัวทำละลายชนิดเดียวกันละลายตัวละลายแต่ละชนิดได้ต่างกัน และตัวดูดซับชนิดเดียวกันดูดซับตัวละลายแต่ละชนิดในสารละลายได้ต่างกัน” โดยเตรียมกระดาษกรองให้มีขนาด 2 cm X 5.5 cm จำนวน 3 แผ่นเชื่อมหรือหลอดแคปิลารี จุ่มสีผสมอาหารสีต่างๆ มาแตะที่กระดาษแต่ละแผ่นตรงกึ่งกลางและห่างจากปลายกระดาษด้านหนึ่งประมาณ 1 cm รอให้แห้งแล้งจุ่มของเหลวที่จะมาทดสอบมาแตะซ้ำ ทำเช่นนี้หลายๆ ครั้งจนได้สีที่เข้มข้น แล้วนำแถบกระดาษกรองวางลงบนปากบีกเกอร์ ปรับแต่งระยะของกระดาษกรองให้ปลายของกระดาษกรองอยู่ในของเหลวแต่ไม่แตะกับก้นบีกเกอร์ ที่เติมตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำ อัตราส่วน 2:0 1:1 และ 0:2 ตั้งชุดการทดลองไว้จนกระทั่งของเหลวแพร่ขึ้นมาเกือบถึงปลายกระดาษด้านบน ยกกระดาษกรองออกมาผึ่งให้แห้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลง

4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับที่ได้ คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่ โดยควรได้ข้อสรุปว่า โครมาโทกราฟี เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบในสารผสมออกจากกัน โดยอาศัยหลักการว่า สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายได้ต่างกัน และมีความสามารถในการถูกดูดซับต่างกัน

เมื่อตัวทำละลายเคลื่อนที่ผ่านตัวดูดซับที่มีของผสมอยู่ องค์ประกอบแต่ละชนิดในของผสมจะมีการเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับเช่นเดียวกัน แต่การเคลื่อนที่ของแต่ละองค์ประกอบในของผสมจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลาย และการถูกดูดซับบนตัวดูดซับ

ในของผสมองค์ประกอบที่ละลายในตัวทำละลายได้ดีจะถูกดูดซับได้น้อย จึงเคลื่อนที่ออกมาก่อน ส่วนองค์ประกอบที่ละลายในตัวทำละลายได้น้อยจะถูกดูดซับได้นาน จึงเคลื่อนที่ออกมาภายหลัง

4.4 ขั้นขยายความรู้ ผู้เรียนนำ สารสีที่สกัดจากพืชที่สนใจจะศึกษามาคนละ 1 ชนิด แล้วอภิปรายร่วมกันว่า ถ้าจะแยกองค์ประกอบของสีที่สกัดจากพืช จะใช้วิธีการแบบเดียวกับกิจกรรมขั้นสำรวจและค้นหา ได้หรือไม่หรือใช้วิธีใดเหมาะสม เพราะเหตุใด

4.5 ขั้นประเมินผล ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมร่วมกัน สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน ประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน การตอบคำถามในใบงาน ประเมินกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ และนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

5. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กิจกรรมฝึกทักษะการแยกสารจากธรรมชาติ

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับประสบการณ์ของนักเรียน เรื่องกิจกรรมการแยกสารที่เคยลงมือปฏิบัติมาแล้ว และถ้านักเรียนจะแยกสารจากธรรมชาติ จะแยกสารอะไรบ้าง มีวิธีการทำอย่างไร สามารถไปใช้ประโยชน์ต้องทำอย่างไร เพื่อเข้าสู่กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กิจกรรมฝึกทักษะการแยกสารจากธรรมชาติ

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา และปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง กิจกรรมฝึกทักษะการแยกสารจากธรรมชาติ โดยแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรม ดังนี้ “อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ”และ “การทำสีฝุ่น”

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับที่ได้ คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่ โดยควรได้ข้อสรุปว่า

พืชชนิดใด และส่วนใดของพืชที่นักเรียนสนใจมีความสามารถในการเป็นอินดิเคเตอร์ โดยใช้วิธีการทดสอบการเปลี่ยนสีในกรด-เบส

การทำสีฝุ่นโดยสีที่สกัดได้จากพืชที่นักเรียนสนใจ เลือกตัวทำละลายสกัดสีที่เหมาะสม อัตราส่วนระหว่างน้ำสีและตัวจับสีที่เหมาะสมทำให้ได้สีฝุ่นที่มีคุณภาพเท่าสีฝุ่นที่ซื้อจากท้องตลาด

5.4 ขั้นขยายความรู้ ผู้เรียนนำความรู้เรื่องการแยกสารไปคิดหัวข้อกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่หรือใช้วิธีใดเหมาะสม เพราะเหตุใด

5.5 ขั้นประเมินผล ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกัน สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน การตอบคำถามใน ใบงาน ประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน

ภาคผนวก ข กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิบัติเคมี

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 8 แผน 16 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนดังนี้

1. ปฏิบัติเคมี คืออะไร

1.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการถามนำว่าสิ่งต่างในชีวิตประจำวันมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเสมอ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงนั้นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารสองชนิดเมื่อโดนความร้อน โดยครีมีหลอดทดลอง ที่ใส่ไขขาว และเทียนไข จากนั้นให้นักเรียนสังเกตว่าเริ่มต้นสารทั้งสองชนิดเป็นอย่างไร และเมื่อโดนความร้อนสารทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร และอธิบายถึง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จากนั้นครูให้นักเรียนยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีอื่นที่พบเห็น และอธิบายต่อไปว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น สารจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพไม่จัดเป็นปฏิกิริยาเคมี

1.2 ตั้งสมมติฐาน ครูถามนำนักเรียนว่านักเรียนมีวิธีการสังเกตอย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เช่นการยกตัวอย่างของไขขาวที่โดนความร้อน เราสามารถสังเกตได้ว่าการเปลี่ยนแปลง คือ มีการเปลี่ยนสี และเปลี่ยนสถานะ เมื่อนักเรียนตอบคำถาม เสร็จเรียบร้อยครู ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง สังเกตการเปลี่ยนแปลง

1.3 สำรวจตรวจสอบ ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน โดยละนักเรียนตามระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูง กลาง ต่ำ ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งการจัดกลุ่มนี้ ครูจะให้นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มนี้ในทุกๆครั้งของการทดลอง เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มเกิดการค้นเคย และเรียนรู้การแบ่งหน้าที่ในการทำงานกลุ่มและกิจกรรมตามใบงานกิจกรรม ที่ 4.1 เรื่องสังเกตการเปลี่ยนแปลง เพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีชนิดต่างๆ และตอบคำถามท้ายใบงานกิจกรรม

1.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง ให้ครูได้ทราบ และร่วมกันอภิปรายว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง ขึ้นอย่างไรบ้าง จากการผสมสารแต่ละตัวเข้าด้วยกัน ลักษณะสารใหม่ที่เกิดขึ้น เหมือนหรือต่างจากสารเดิมอย่างไร

1.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี ที่เกิดขึ้น ในแต่ละกิจกรรมและร่วมกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงของสาร และสรุปว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้หรือไม่นั้น เราสามารถสังเกตได้จาก การเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น การเกิดฟองแก๊ส การเกิดตะกอน หรืออุณหภูมิ ซึ่งบางปฏิกิริยาสังเกตได้ง่าย บางปฏิกิริยาสังเกตได้ยาก

2. พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา

2.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทำการทดลอง เติมสารละลายกรด HCl ลงในสารละลาย NaOH แล้วให้ตัวแทนนักเรียน ออกมาจับข้างบีกเกอร์ ซึ่งเมื่อ

นักเรียนจับข้างบีกเกอร์จะพบว่าบีกเกอร์ร้อนขึ้น และร่วมกันอภิปรายว่า สาเหตุที่ทำให้ข้างบีกเกอร์ร้อนขึ้นเนื่องจากว่าบางปฏิกิริยาจะมีการถ่ายโอนพลังงานเกิดขึ้น ระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งอธิบายความหมายของคำว่าระบบ และสิ่งแวดล้อม และจากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรด HCl กับสารละลาย NaOH จะทำให้ระบบมีการถ่ายโอนพลังงานความร้อนออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เมื่อเราจับบีกเกอร์จึงรู้สึกร้อนขึ้น

2.2 ตั้งสมมติฐาน ครูถามนักเรียนต่อไปว่า นักเรียนคิดว่า ปฏิกิริยา อื่นใดอีกบ้างที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน ที่มีการถ่ายโอนพลังงาน ระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อม

2.3 สำรวจตรวจสอบ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรมที่ 4.2 พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา และตอบคำถามท้ายใบงานกิจกรรม

2.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐานครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง และตอบคำถามเกี่ยวกับผลการทดลอง ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับที่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่

2.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปฏิกิริยาเคมี ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันนั้นมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยา บางปฏิกิริยามีการคายความร้อนออกมามาก เช่นปฏิกิริยาการเผาไหม้ ของเชื้อเพลิงต่างๆ หรือปฏิกิริยาการละลายของ NaOH ซึ่งจะต้องดูดความร้อนเข้าไปในการแตกตัวของ NaOH ไปเป็น Na^+ และ OH^- และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยา
- บางปฏิกิริยาจะมีการถ่ายโอนพลังงานจากระบบออกมาสู่สิ่งแวดล้อม จับดู

จะรู้สึกร้อน เรียกว่าปฏิกิริยาคายความร้อน หรือ คายพลังงาน

- บางปฏิกิริยาจะมีการดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้ามาสู่ระบบ จับดูจะรู้สึกเย็นเรียกว่าปฏิกิริยาดูดความร้อน หรือ ดูดพลังงาน

จากนั้นร่วมกันอภิปรายถึงการทำให้ปฏิกิริยาแต่ละประเภท เกิดได้เร็วขึ้นโดยใช้พลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง

3. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

3.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยอภิปรายทบทวนความรู้เดิมที่เรียนในคาบที่แล้ว เกี่ยวกับพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยา จากนั้นจึงอภิปรายว่า ครูจึงนำแท่งเหล็กขึ้น สนิม และจุดกระดาษเผาไฟให้นักเรียนดูและพิจารณาว่าการเกิดสนิมของเหล็ก กับการเผาไหม้ของกระดาษ ใช้เวลาเท่ากันหรือไม่อย่างไร และเราจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้เหล็กเกิดสนิมหรือกระดาษเผาไหม้ได้เร็วขึ้น

3.2 ตั้งสมมติฐาน นักเรียนช่วยกันคิดวิธีการในการที่จะทำให้ปฏิกิริยาเคมี เกิดได้เร็วขึ้น โดยเขียนรายการเป็นข้อๆลงบนกระดาน

3.3 สำรวจตรวจสอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูสาธิตการจัดอุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลอง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มจับฉลากและออกแบบการทดลอง เพื่อตอบปัญหาดังต่อไปนี้

- 1) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราเร็วในการเกิดฟองแก๊สหรือไม่
- 2) ขนาดของเปลือกไข่ มีผลต่ออัตราเร็วในการเกิดฟองแก๊สหรือไม่
- 3) อุณหภูมิ มีผลต่ออัตราเร็วในการเกิดฟองแก๊สหรือไม่
- 4) ถ้าใช้กรดต่างชนิดกันจะมีผลต่ออัตราเร็วในการเกิดฟองแก๊สหรือไม่

จากนั้น แต่ละกลุ่มนำวิธีการที่กลุ่มตนเองออกแบบมานำเสนอ และช่วยอภิปรายกัน ปรับแก้ไข ให้มีความเหมาะสม และสามารถปฏิบัติได้จริง นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามขั้นตอนและวิธีการที่ตนเองออกแบบ และบันทึกผล

3.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง และตอบคำถามเกี่ยวกับผลการทดลอง ให้ครูได้ทราบ และให้ตรวจสอบคำตอบว่า ตรงกับที่ได้ คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าหรือไม่

3.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันในด้านต่างๆ จากนั้นครูมอบหมายงานให้นักเรียนออกแบบ การทดลอง เพื่อแก้ปัญหาว่า “ระหว่าง สารละลายน้ำตาล น้ำเกลือ น้ำส้มสายชู สารใดที่สามารถยับยั้งการเกิดสีคล้ำในผลไม้ได้ดีที่สุด” นักเรียนนำเสนอ กิจกรรมที่ออกแบบ และร่วมกันวิเคราะห์ในชั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เมื่อปรับแก้ แล้ว จึงให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้ พร้อมทำการสรุป และรายงานผลการทดลอง ให้ครูได้ทราบ

4. การเกิดปฏิกิริยาของโลหะ

4.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการถามนักเรียนว่า ให้นักเรียนสังเกต โลหะตัวอย่างที่ครูนำมาให้ดู ซึ่งเป็นตะปูเหล็ก จัดอยู่ในสภาวะที่แตกต่างกัน ดังนี้ (ครูและนักเรียนร่วมกันเตรียมการไว้ล่วงหน้า 1 อาทิตย์)

- ชุดที่ 1 วางไว้ในที่อุณหภูมิปกติ
- ชุดที่ 2 แช่น้ำ
- ชุดที่ 3 แช่ในกรด
- ชุดที่ 4 ทาน้ำมันเคลือบไว้
- ชุดที่ 5 พันด้วยเทปใสไว้
- ชุดที่ 6 พันเหล็กไว้กับลวดแมกนีเซียม

จากนั้นให้นักเรียน สังเกตว่าตะปูเหล็กที่จัดอยู่ในแต่ละสภาพ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และในสภาวะใดเกิดสนิมมากที่สุด

4.2 ตั้งสมมติฐาน ครูถามนำเข้าสู่กิจกรรมว่าโลหะอื่นๆ เมื่อเทียบกับเหล็กแล้วมีการผุกร่อนหรือไม่เมื่ออยู่ในสภาวะกรดและน้ำ แล้วจึงนำเข้าสู่กิจกรรม

4.3 สำรวจตรวจสอบ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงาน กิจกรรม ที่ 4 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาของโลหะ แต่ละชนิดในน้ำ และสารละลายกรด

4.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง และตอบคำถามหลังการทดลอง และร่วมกันอภิปรายว่า โลหะแต่ละชนิดทำปฏิกิริยากับกรดและน้ำเหมือนหรือต่างกันอย่างไร และโลหะใดสามารถเกิดปฏิกิริยาได้ดีที่สุด และร่วมกันเขียนสมการ แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

4.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าโลหะบางชนิดเมื่อทำปฏิกิริยากับกรด จะเกิดฟองแก๊ส H_2 เกิดขึ้น และโลหะมีการผุกร่อนพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปฏิกิริยาอื่นของโลหะที่ทำให้โลหะผุกร่อนคือการการเกิดสนิม และอภิปรายเชื่อมโยงไปถึงการป้องกันการผุกร่อนของโลหะจากนั้นให้ นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาของโลหะ

5. ปฏิกิริยาของกรดกับเบส

5.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของกรดและเบส จากนั้นให้นักเรียนทำการทดสอบสารที่ครูนำมาเป็นตัวอย่าง 6 ชนิดด้วยกระดาษลิตมัส สังเกตการณ์เปลี่ยนสี แล้วร่วมกันจำแนกสารเป็นกรด กลาง และเบส

5.2 ตั้งสมมติฐาน เมื่อนักเรียนจำแนกสารได้แล้ว ครูให้นักเรียนศึกษา สมบัติทางกายภาพอื่นของสารที่เป็นกรด และเบส เช่น สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส นำไปสู่คำถามว่า จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยากัน

5.3 สำรวจตรวจสอบ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรมที่ 4.3 เรื่องปฏิกิริยาของกรดกับเบส เพื่อศึกษาปฏิกิริยาของกรดกับเบส

5.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง และตอบคำถามเกี่ยวกับผลการทดลอง ให้ครูได้ทราบ จากผลการทดลอง พบว่า กรดสามารถทำปฏิกิริยากับเบสได้ สารที่มีสมบัติเป็นกลาง

5.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปฏิกิริยาของกรดกับเบส ว่า เมื่อกรดกับเบส ทำปฏิกิริยากัน จะได้สารที่มีฤทธิ์เป็นกลาง คือ เกลือกับน้ำ เรียกว่า ปฏิกิริยาสะเทิน เกิดขึ้นดังสมการ $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ทำให้ความเป็นกรดเป็นเบสของสารลดลง

ครูและนักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการนำปฏิกิริยาของกรดและเบส ไปใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน เช่น การแก้ปัญหาดินเปรี้ยว การลดกรดในกระเพาะอาหารเป็นต้น โดยศึกษาจากใบความรู้ แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาของกรดกับเบส

6. ปฏิกิริยาของกรดกับคาร์บอเนต

6.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนความรู้เรื่อง กรดสมบัติของกรด สารที่มีความเป็นกรด จากนั้นครูนำเปลือกไข่มาทำปฏิกิริยากับกรด ใน ขวดรูปชมพู่ ที่ปิดฝาขวด โดยฝาขวดต่อท่อ นำแก๊สที่ปลายท่อ จุ่มในสารละลายน้ำปูนใส ให้นักเรียนสังเกตการณ์เกิดปฏิกิริยา และสีของน้ำปูนใส แล้วจึงอธิบายทบทวนจากกิจกรรมที่ 3 ว่าที่เปลือกไข่ สามารถทำปฏิกิริยากับกรดแล้วเกิดฟองแก๊สได้ เนื่องจาก เปลือกไข่ เป็น สารประกอบจำพวก คาร์บอเนต

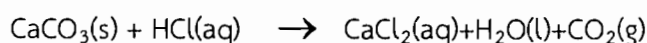
สารประกอบกลุ่มนี้ เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดจะเกิดฟองแก๊สขึ้น คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถทำให้น้ำปูนใสขุ่น ในชีวิตประจำวันของเรานั้นมีสารประกอบในกลุ่มคาร์บอเนตอยู่อย่างมากมาย

6.2 ตั้งสมมติฐาน ครูถามนำเข้าสู่บทเรียนกับนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าสารต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรามีสารใดบ้างที่มีสมบัติเป็นสารประกอบ คาร์บอเนต เราจะมีวิธีการทดสอบอย่างไร

6.3 ดำเนินการตรวจสอบ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรม ที่ 6 ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เรื่องการทดสอบสารประกอบคาร์บอเนต โดยให้นักเรียนออกแบบขั้นตอนการสำรวจ โดยออกสำรวจสารตามบริเวณต่างๆ รอบโรงเรียน โดยครูคอยให้คำแนะนำ แต่ละกลุ่ม นำเสนอวิธีการในการตรวจสอบของกลุ่มตนเอง ให้ครูพิจารณา เมื่อเห็นว่าสามารถทำได้ และไม่เกิดอันตราย จึงให้นักเรียนออกทำการสำรวจ เป็นเวลา 30 นาที แล้วบันทึกผล

6.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลการทดลองของกลุ่มตนเอง และร่วมกันอภิปรายสรุปว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการทดลอง สอดคล้องกันหรือไม่ ครูกล่าวชื่นชมกลุ่มที่ได้ผลการทดลองถูกต้อง และสำรวจได้มากที่สุด และร่วมกันสรุปว่าสารประกอบคาร์บอเนต พบในอะไรบ้าง และเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่ได้ตรวจสอบ

6.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนสรุปร่วมกัน ว่าปฏิกิริยาระหว่างกรด กับสารประกอบคาร์บอเนตมีปฏิกิริยา เกิดขึ้นดังสมการ



จากนั้นร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตประจำวัน เรื่องการเกิดฝนกรด การผุกร่อนของอาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างต่างๆ โดยศึกษาจากใบความรู้ แล้วตอบคำถามในใบงานกิจกรรม เพื่อทบทวนความรู้ และฝึกฝนกระบวนการคิดของนักเรียน

7. สารเคมีในชีวิตประจำวัน

7.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีชนิดต่างๆ ที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนหน้านี้ ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกตัวอย่างการใช้ความรู้จากปฏิกิริยาเคมีในด้านต่างๆ ทั้งด้าน การแพทย์ อุตสาหกรรม หรือแม้แต่ในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ ครูให้นักเรียนนำผลิตภัณฑ์ที่ครูมอบหมายให้นำมาจากบ้าน พร้อมฉลากผลิตภัณฑ์ มารวมกัน

7.2 ตั้งสมมติฐาน ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน ถึงการใช้ประโยชน์จากสารเคมีอย่างหลากหลาย และสอบถามนักเรียนว่า หากเราจะจำแนกผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นกลุ่ม เราจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก และสามารถ จัดจำแนกได้เป็นกี่กลุ่ม

7.3 ดำเนินการตรวจสอบ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรม ที่ 7 สารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันคิดเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสาร และจำแนกสารผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนนำมา ตามเกณฑ์ที่กลุ่มตนเองเลือก

7.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน แต่ละกลุ่ม นำเสนอการจำแนกกลุ่มสารเคมีตามทีกลุ่มตนเองเลือก และอภิปรายสรุปร่วมกันอีกครั้ง ครูกล่าวชมเชย กลุ่มที่จำแนกสารเคมี ได้ถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีความเหมาะสม

7.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันถึงการได้รับความรู้จากเรื่องปฏิกิริยาเคมีและการใช้สารเคมีในชีวิตประจำวันอย่างหลากหลาย แต่สิ่งที่สำคัญคือการใช้สารเคมีอย่างถูกวิธี ตามคำแนะนำและข้อบ่งชี้ในฉลาก และใช้ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี จากนั้นครูมอบหมายงานนักเรียน ให้ทำการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับอันตรายจากการใช้สารเคมี จากสื่อ ต่างๆ ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ และอินเทอร์เน็ต

8. ผลการใช้สารเคมีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

8.1 การสังเกตและตั้งปัญหา ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการนำเสนอประเด็นข่าวเกี่ยวกับข่าวเด็กชายอายุ 5 ขวบกินยาฆ่าหญ้าที่อยู่ในขวดน้ำอัดลม จากนั้นร่วมกัน อภิปราย และวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายจากการใช้สารเคมีในกรณีนี้ และให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่าเราจะมีวิธีการอย่างไรในการป้องกันตนเอง และสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีในชีวิตประจำวัน

8.2 ตั้งสมมติฐาน นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงการใช้สารเคมีในชีวิตประจำวันว่าสารเคมีที่เราใช้ในชีวิตประจำวันนั้นมีผลทำให้สุขภาพและคุณภาพชีวิตของเราดีขึ้น แต่หากขาดการใช้โดยไม่ระมัดระวังอาจจะส่งผลอันตรายโดยตรง ต่อตนเอง และสิ่งแวดล้อม โดยบางชนิดจะสะสมและเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว จากนั้นจึงถามนักเรียนว่าเราจะมีวิธีการในการลดผลกระทบและอันตรายจากการใช้สารเคมีได้อย่างไร

8.3 สืบรวจตรวจสอบ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานกิจกรรมที่ 8 อันตรายจากการใช้สารเคมี ผลการใช้สารเคมี ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ทั้งหนังสือ สื่อสิ่งพิมพ์ และอินเทอร์เน็ต ถึงอันตรายจากการใช้สารเคมี และวิธีการในการป้องกันตนเองจากการใช้สารเคมีแต่ละประเภท ดังนี้

- สารชักล้าง
- สารปรุงแต่งอาหาร และเครื่องดื่ม
- เครื่องสำอาง
- สารกำจัดแมลง และวัชพืช
- ยาเวชภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

8.4 วิเคราะห์ผล ประเมินสมมติฐาน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมี และวิธีการในการป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมี และร่วมกันอภิปรายถึงสัญลักษณ์อันตรายทางเคมี ที่ติดตามข้างภาชนะบรรจุสารเคมีที่พบเห็นโดยทั่วไป

8.5 สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมี และวิธีการป้องกันตนเอง รวมทั้งวิธีการในการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากการใช้สารเคมี จากนั้นให้นักเรียนออกแบบวิธีการในการสำรวจความแตกต่างของดินบริเวณอ่างล้างจาน และแปลงเกษตร โดยให้ศึกษาทั้งสี ลักษณะภายนอก และความเป็นกรดเบส เมื่อออกแบบวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงออกสำรวจ และร่วมกันอภิปราย ถึงความแตกต่าง ที่นักเรียนสำรวจพบ และวิเคราะห์หาความแตกต่าง

ภาคผนวก ค กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวม 5 ชุด ใช้เวลา 16 คาบ โดยแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีรายละเอียดการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

1) ขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกมาสาธิตการทดลองการจุดเทียนไข ทั้งไว้ประมาณ 1 นาที แล้วให้นักเรียนภายในห้องสังเกตว่าเกิดอะไรขึ้น โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น กลุ่มสาธิตการทดลองอธิบายและสรุปที่ได้จากการทดลอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายสรุปสิ่งที่ได้จากการสังเกตการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นว่าบางอย่างมีสารใหม่เกิดขึ้นและบางอย่างไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น และครูตั้งคำถามร่วมกับนักเรียนว่า “ในการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละครั้ง และทุกครั้งจะต้องมีสารใหม่เกิดขึ้นเสมอหรือไม่” เพื่อนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป

2) ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเนื้อหา และความหมายของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมฐานการทดลองที่ 1.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีตามชุดกิจกรรม

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและเขียนสรุปรายละเอียดที่ได้จากการอภิปราย จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองในแต่ละฐานการทดลองและในตอนท้ายครูสรุปแนวคิดหลักให้นักเรียน

4) ขั้นขยายความรู้ นักเรียนศึกษาใบความรู้แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีพร้อมให้เหตุผล การเปลี่ยนแปลงของสารจากเหตุการณ์ที่ระบุไว้ในใบกิจกรรมและใบกิจกรรมที่ 1.2 ระบบสิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงสาร

5) ขั้นประเมินผล สรุปเนื้อหาที่เรียนโดยครูจะตั้งคำถาม และให้นักเรียนตอบคำถามหรือนักเรียนออกมาสรุปที่หน้าชั้นเรียน

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสารกับพลังงาน โดยร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสารที่เคยรู้จัก เพราะเหตุใดสารจึงเปลี่ยนสถานะ อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สารรอบตัวเรามีสถานะต่าง ๆ กัน อนุภาคของสารชนิดเดียวกันที่มีสถานะต่างกัน มีการจัดเรียงอนุภาคเหมือนหรือต่างกันอย่างไร จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง สารต่างๆ เมื่อได้รับความร้อนมากขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จะมีผลอย่างไรกับสถานะของสาร เพื่อนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองที่ 2.1 การหาจุดเดือดของน้ำกลั่น สารละลายกลูโคส และสารละลายเกลืออย่างระมัดระวัง พร้อมทั้งร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองที่ได้

3) **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป** ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปผล โดยใช้ คำถามนำในการเชื่อมโยงตามสาระสำคัญ บันทึกผลการทดลอง พร้อมเขียนกราฟ สรุปจุดเดือดของสารในแต่ละชนิดจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และคำถามท้าทายการทดลอง แล้วนำผลการอภิปรายมาสรุปร่วมกันอีกครั้งจนได้ข้อสรุปและครูให้นักเรียนนำผลการอภิปรายของกลุ่มตนเองมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน

4) **ชั้นขยายความรู้** ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับพลังงานกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ จากใบความรู้ที่ 2 ชุดกิจกรรม เรื่องพลังงานกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ และครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องพลังงานกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย

5) **ชั้นประเมินผล** ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งจาก คำถามจากการทำกิจกรรม และคำถามในใบกิจกรรมให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานกับสารละลาย

1) **ชั้นสร้างความสนใจ** ให้นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกมา ครูสาธิตการทดลองเกี่ยวกับการละลายของสารชนิดต่างๆในน้ำ กลุ่มสาธิตการทดลองอธิบายและสรุปที่ได้จากการทดลอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายสรุปผลที่ได้จากการสังเกตการทดลอง จากนั้นครูให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานว่าการละลายของสารประเภทต่างๆในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือไม่เพื่อนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป

2) **ชั้นสำรวจและค้นหา** ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตามชุดกิจกรรม พลังงานกับสารละลาย และนักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่ 3.2 เรื่องการละลายของสารเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

3) **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป** ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตามชุดกิจกรรมพลังงานกับสารละลาย นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง ที่ 3.2 เรื่องการละลายของสารเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

4) **ชั้นขยายความรู้** ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.1 พลังงานกับสารละลาย และให้นักเรียนศึกษาใบความรู้แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรม

5) **ชั้นประเมินผล** ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนของการสรุปเนื้อหาที่เรียนอีกครั้งซึ่งครูจะตั้งคำถาม และให้นักเรียนตอบคำถามหรือให้นักเรียนออกมาสรุปที่หน้าชั้นเรียน

4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

1) **ชั้นสร้างความสนใจ** โดยครูนำภาพโบราณสถานที่เกิดการสึกกร่อนมาให้ นักเรียนสังเกตจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของการสึกกร่อนเพื่อนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตามชุดกิจกรรมการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี และผลของปฏิกิริยาเคมีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่มและเขียนสรุปรายละเอียดที่ได้จากการอภิปราย สรุปทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดสารใหม่ มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมอาจสังเกตได้จาก สี แสง เสียง ตะกอน ฟองแก๊ส และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองของกลุ่ม

4) ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4.1 ปฏิกิริยาเคมีและใบกิจกรรมการเกิดฝนกรด จากนั้นให้นักเรียนศึกษาใบความรู้แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรม

5) ขั้นประเมินผล ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนของการสรุปเนื้อหาที่เรียนอีกครั้งซึ่งครูจะตั้งคำถาม และให้นักเรียนตอบคำถามหรือให้นักเรียนออกมาสรุปที่หน้าชั้นเรียน

5. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย

1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูสนทนากับนักเรียนเรื่อง การใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง ปลอดภัย ครูยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับอันตรายจากการใช้สารเคมีและร่วมกันอภิปรายถึงอันตรายจากการใช้สารเคมี เพื่อนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตามชุดกิจกรรมการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัยและให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง ฉลาดซื้อ ฉลาดใช้ ชีวิตปลอดภัย

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้และนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและเขียนสรุปรายละเอียดที่ได้จากการอภิปรายและให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่ม จากนั้นครูจึงสรุปแนวคิดหลักให้นักเรียน

4) ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5.1 การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัยพร้อมนำเสนอผลงานของกลุ่มและให้นักเรียนศึกษาใบความรู้แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรม

5) ขั้นประเมินผล ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนของการสรุปเนื้อหาที่เรียนอีกครั้งซึ่งครูจะตั้งคำถาม และให้นักเรียนตอบคำถามหรือให้นักเรียนออกมาสรุปที่หน้าชั้นเรียน

ภาคผนวก ง กิจกรรมการเรียนรู้ใน ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารอาหาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวม 3 ชุด ใช้เวลา 6 ชั่วโมง โดยแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีรายละเอียดการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้

บทปฏิบัติการทดลองที่ 1 การทดสอบคาร์โบไฮเดรตในพืชผักพื้นบ้าน

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง

และดำเนินการทดลองพร้อมกับบันทึกรายงานผลการทดลอง

2. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความรู้ และทักษะที่ได้ ตลอดจนศึกษาเอกสารประกอบบทเรียนปฏิบัติการ และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจัดทำข้อมูลในรูปแบบผังความรู้ในใบงานที่ 1

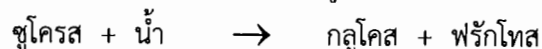
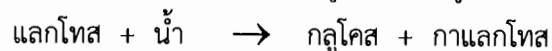
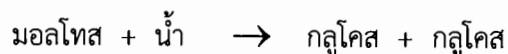
1. หลักการ

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต จำแนกเป็น 3 ประเภท คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ ในกระบวนการย่อยสลายน้ำตาลโมเลกุลคู่ และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ด้วยกรดเกลือ หรือเอนไซม์อะไมเลส เมื่อกระบวนการเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จะได้หน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรตเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คาร์โบไฮเดรตที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวัน ได้แก่ น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจนโดยที่ส่วนใหญ่พบแป้ง และเซลลูโลสในพืช ส่วนไกลโคเจนพบในเซลล์เนื้อเยื่อ

คาร์โบไฮเดรต เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แซ็กคาไรด์ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

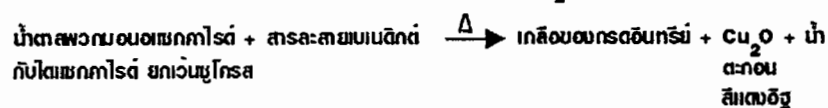
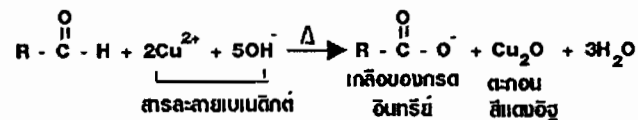
1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ คาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโมเลกุลเล็กที่สุด ได้แก่ กลูโคส ฟรักโทส กาแลกโทส และแมนโนส

2. น้ำตาลโมเลกุลคู่ คือ คาร์โบไฮเดรตที่ถูกไฮโดรไลส์แล้วจะให้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่พบ ได้แก่ มอลโทส แล็กโทส ซูโครส และเซลโลไบโอส ซึ่งเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ดังนี้



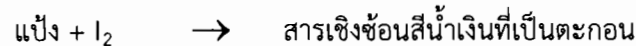
3. น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรตที่ถูกไฮโดรไลส์แล้วได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายโมเลกุล พอลิแซ็กคาไรด์ที่พบย่อยได้แก่ แป้ง สำลี เซลลูโลส และไกลโคเจน

การทดสอบสมบัติ และปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต

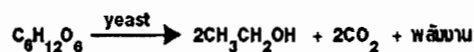


1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ (ยกเว้นน้ำตาลซูโครส) เมื่อต้มกับสารละลายเบเนดิกต์จะได้ตะกอนสีแดงอิฐ ดังสมการ

2. น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ (แป้ง) เมื่อทดสอบกับสารละลายไอโอดีนจะได้สีน้ำเงิน ดังสมการ



แป้ง มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีรสหวาน ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่อให้ความร้อนจะได้สารแขวนลอย ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนได้สารสีน้ำเงิน ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ แป้งในสถานะที่เป็นกรดจะถูกไฮโดรไลส์ได้ง่ายได้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลง เรียกว่า เด็กซ์ตริน เมื่อถูกไฮโดรไลส์ต่อไปจะได้มอลโทส และกลูโคส ตามลำดับ แป้งที่อยู่ในร่างกายจะถูกย่อยโดยเอนไซม์อะไมเลส และมอลเทส



การหมัก (Fermentation) คือ กระบวนการเปลี่ยนสารอินทรีย์ในการที่ไม่ใช้ O_2 โดยมีสิ่งมีชีวิต เช่น ยีสต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้สารผลิตภัณฑ์เช่น แอลกอฮอล์ ดังนี้

2. จุดประสงค์การทดลอง

1. ศึกษาทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตในพืชผักพื้นบ้าน

2. ศึกษา และเปรียบเทียบความแตกต่างของคาร์โบไฮเดรตในพืชผักพื้นบ้านแต่ละชนิดได้

3. เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

4. สารเคมี และอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
<u>สารเคมี</u>	
1. น้ำข้าวข้าว	10 cm ³
2. เมล็ดขนุน	2-3 ลูก
3. น้ำอ้อย	10 cm ³
4. กล้วยน้ำหว่า	1 ลูก
5. หัวหอมแดง	1 หัว
6. ผักหวานป่า	5.0 g
7. ข้าวเหนียว, ข้าวเจ้า	2 g
8. สารละลายไอโอดีน	5 cm ³
9. สารละลายเบเนดิกต์	10 cm ³
10. สารละลาย HCl 2.0 M	10 cm ³
11. สารละลาย NaOH 1.0 M	10 cm ³

อุปกรณ์	
1. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	3 ใบ
2. หลอดทดลองขนาดกลาง	4 หลอด
3. หลอดหยด	2 อัน
4. กระบอกตวง ขนาด 10 cm ³	1 ใบ
5. เต้าไฟฟ้า	1 เครื่อง

5. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ทดสอบแป้ง และน้ำตาลในตัวอย่างพืชผักอาหารพื้นบ้าน

1. ใส่น้ำอ้อยลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด ๆ ละ 2 cm³ เขียนหมายเลขกำกับหลอดทดลอง
2. นำหลอดทดลองที่ 1 และ 2 มาเติมกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 2 M หลอดละ 5 หยด และนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที ตั้งไว้ให้เย็นทำสารละลายให้เป็นกลางโดยหยด NaOH 1.0M ลงไปที่ละหยด และทดสอบความเป็นกลางด้วยกระดาษลิตมัส
3. หยดสารละลายไอโอดีนลงในหลอดทดลองที่ 1 และ 3 หลอดละ 2 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. เติมสารละลายเบเนดิกต์ลงในหลอดที่ 2 และ 4 หลอดละ 5 หยด แล้วนำไปให้ความร้อนโดยแช่ในน้ำเดือด 5 นาที สังเกต และบันทึกผล
5. ใส่น้ำข้าวข้าว ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด หลอดละ 2 cm³ แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2-4 สังเกต และบันทึกผล
6. บดเมล็ดขนุน หัวหอมแดง ผักหวานป่า และกล้วยน้ำหว้า ให้ละเอียดด้วยโกร่งบดสาร และชั่งแต่ละตัวอย่างมา 5 กรัม ละลายในน้ำ 20 cm³ จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง แบ่งใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด ๆ ละ 2 cm³ และทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2-4

ตอนที่ 2 ผลิต และตรวจสอบสมบัติของกาวน้ำใสจากแป้งข้าวเหนียว และ ข้าวเจ้า

1. ชั่งข้าวเหนียว และข้าวเจ้าที่บดละเอียดแล้ว ใส่ในปีกเกอร์ ใบละ 5 กรัม เติมน้ำ 20 cm³ จากนั้นนำไปต้ม และคนด้วยแท่งแก้ว ประมาณ 10 นาที ตั้งไว้ให้เย็น
2. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้ง ในกาวน้ำใสทั้ง 2 ชนิด จากนั้นนำกาวน้ำใส 2 ชนิด แต่งสี และกลิ่นตามใจชอบ

บทปฏิบัติการทดลองที่ 2 การทดสอบโปรตีน และเอนไซม์ในอาหารท้องถิ่น

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองพร้อมทั้งบันทึกรายงานผลการทดลอง

2. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความรู้ และทักษะที่ได้ ตลอดจนศึกษาเอกสารประกอบบทเรียนปฏิบัติการ และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจัดทำข้อมูลในรูปแบบผังความรู้ในใบงานที่ 2

1. หลักการ

โปรตีน (Protein) เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โมเลกุลของโปรตีนประกอบด้วยธาตุองค์ประกอบหลัก คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน โปรตีนเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีมวลโมเลกุลสูง เมื่อถูกไฮโดรไลสอย่างสมบูรณ์ จะได้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เรียกว่า กรดอะมิโน ซึ่งมีทั้งชนิดที่ร่างกายสังเคราะห์เองได้ และสังเคราะห์เองไม่ได้ กรดอะมิโนที่สิ่งมีชีวิตสังเคราะห์เองไม่ได้เรียกว่า กรดอะมิโนจำเป็น คุณภาพทางโภชนาการของโปรตีนขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณของกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีน

อาหารประเภทโปรตีน ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ นม และถั่วต่าง ๆ เมื่อรับประทาน และผ่านกระบวนการย่อยแล้วจะได้กรดอะมิโน ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ ประโยชน์ของโปรตีน ได้แก่ ให้พลังงานแก่ร่างกายโดย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโรค และฮอร์โมนหลายชนิด เป็นต้น

สารละลายไบยูเรต ซึ่งเป็นสารละลายผสมระหว่าง CuSO_4 กับ NaOH มีสีฟ้า เมื่อนำสารนี้ไปทดสอบอาหารพวกโปรตีนจะเปลี่ยนสีกลายเป็นสีม่วงอมน้ำเงินซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง(Cu_2O)

โปรตีน หรือสารที่มีพันธะเพปไทด์ + สารละลายไบยูเรต $\longrightarrow$ เกิดตะกอนสีม่วง
ตั้งแต่ 2 แก้วขึ้นไป สีม่วงอมชมพู, หรือสีน้ำเงิน

กรดอะมิโน + สารละลายไบยูเรต $\nrightarrow$ ไม่เกิดปฏิกิริยา

เอนไซม์ คือโปรตีนที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต โดยเอนไซม์จะเข้าจับกับสารตั้งต้น (Substrate) แบบจำเพาะเจาะจง เหมือนกับแม่กุญแจที่ใช้ได้กับลูกกุญแจเพียงแบบเดียวเท่านั้น และเอนไซม์จะเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ (Product)

การเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์

E เป็นเอนไซม์เร่งปฏิกิริยา S เป็นสารตั้งต้นเรียกว่า สับสเตรต และ P เป็นสารผลิตภัณฑ์



สารเชิงซ้อน

เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยอาหาร ได้แก่ เอนไซม์อะไมเลส มีหน้าที่ย่อยแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาล เอนไซม์โปรตีเอส ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโน และเอนไซม์ไลเปส ทำหน้าที่ย่อยไขมันให้อยู่ในรูปกรดไขมันทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมเอาน้ำตาล กรดอะมิโน และกรดไขมันเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ได้

ในอาหารพบเอนไซม์หลายชนิด เช่น เอนไซม์โบรมิเลนในสับปะรด ปาเปนในยางมะละกอ เอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้ช่วยสลายพันธะในโมเลกุลโปรตีน จึงทำให้น้ำเนื้อเปื่อยยุ่ยได้ เอนไซม์อะไมเลสพบในมันฝรั่งกล้วย หรือยีสต์ ส่วนเอนไซม์แอลฟาไกลโคซิเลสพบในแตงกวา ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตโดยจะเร่งปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของแป้งให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในการย่อยอาหาร ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส สารยับยั้งและสารกระตุ้นปฏิกิริยา ชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์กับสารตั้งต้น เป็นต้น

2. จุดประสงค์การทดลอง

1. ศึกษาทดสอบโปรตีนในอาหารท้องถิ่นด้วยสารละลายไบยูเรต
2. ศึกษาทดลองสมบัติของเอนไซม์ และปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในการย่อยอาหาร

3. เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

4. สารเคมี และอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
<u>สารเคมี</u>	
ดักแด้	2 cm ³
ไซมอนด์แดง	2 cm ³
สารละลายผงเนื้อปูนา	2 cm ³
น้ำแป้งสุก	2 cm ³
สารละลาย CuSO ₄ 0.1 M	2 cm ³
สารละลาย NaOH 2 M	5 cm ³
ยางมะละกอ(เอนไซม์ปาเปน)	5 cm ³
น้ำฝรั่ง(เอนไซม์อะไมเลส)	5 cm ³
<u>อุปกรณ์</u>	
หลอดทดลองขนาดกลาง	6 หลอด
หลอดหยด	1 อัน
กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
ปิเกตอร์	3 ใบ
เตาไฟฟ้า	1 ตัว
เทอร์โมมิเตอร์	1 ตัว

5. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ทดสอบโปรตีนในอาหารท้องถิ่นด้วยสารละลายไบยูเรต

1. นำหลอดทดลองขนาดกลางมา 3 หลอด เขียนหมายเลข 1-3 และใส่สารละลายตัวอย่างอาหารลงไป ดังนี้

หลอดที่ 1 ใส่สารละลายไซมอนด์แดง 2 cm³หลอดที่ 2 ใส่สารละลายดักแด้ 2 cm³หลอดที่ 3 ใส่สารละลายผงปูนา 2 cm³

2. หยดสารละลาย CuSO₄ 0.1 M หลอดละ 5 หยด เขย่าสังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

3. เติมสารละลาย NaOH 2 M ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด หลอดละ 1 cm³ เขย่าสังเกต และบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 2 สมบัติของเอนไซม์ และผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์ในอาหาร

1. นำหลอดทดลองขนาดกลางมา 6 หลอด ใส่ยางมะละกอสดลงในหลอดทดลองที่ 1, 3 และ 5 ส่วนหลอดทดลองที่ 2, 4 และ 6 ใส่แป้งร้งคั้นสด หลอดละ 1 cm^3 จากนั้นทำให้แต่ละหลอดมีอุณหภูมิดังนี้

หลอดที่ 1 อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

หลอดที่ 2 อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

หลอดที่ 3 อุณหภูมิห้อง

หลอดที่ 4 อุณหภูมิห้อง

หลอดที่ 5 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วตั้งไว้ให้เย็น

หลอดที่ 6 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วตั้งไว้ให้เย็น

2. ใส่สารละลายเนื้อคักแค้ ลงในหลอดทดลองที่ 1, 3 และ 5 หลอดละ 2 cm^3 หยด สารละลาย CuSO_4 0.1 M หลอดละ 5 หยด ตามด้วยสารละลาย NaOH 2 M หลอดละ 1 cm^3 เขย่า สังเกต และบันทึกผล

3. ใส่สารละลายน้ำแป้งสุก ลงในหลอดทดลองที่ 2, 4 และ 6 หลอดละ 2 cm^3 จากนั้นหยด สารละลายเบนดิกลดลงไป หลอดละ 5 หยด แล้วนำไปให้ความร้อนโดยแช่ในน้ำเดือด 5 นาที สังเกต และบันทึกผล

หมายเหตุ นักเรียนต้องปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด และเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการทดลอง หรือหากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นระหว่างการทดลองต้องแจ้งครูผู้สอนทันที

บทปฏิบัติการทดลองที่ 3 สมบัติของไขมัน และน้ำมันในเมล็ดพันธุ์พืช

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนปฏิบัติการทดลอง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง

และดำเนินการทดลองพร้อมกับบันทึกรายงานผลการทดลอง

2. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความรู้ และทักษะที่ได้ ตลอดจนศึกษาเอกสารประกอบ บทเรียนปฏิบัติการ และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบผังความรู้ในใบงานที่ 3

1. หลักการ

ไขมัน และน้ำมัน เป็นกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดไม่มีขั้ว เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เบนซีน เฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ และชนิดที่มีขั้วเล็กน้อย เช่น แอลกอฮอล์ และอะซิโตน ยกเว้นกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถละลายได้ในน้ำ

อาหารประเภทไขมัน ได้แก่ น้ำมัน และไขมันจากพืชและสัตว์ เมื่อไขมันถูกย่อยจะได้กลีเซอรอล และกรดไขมัน กรดไขมันมี 2 ชนิด คือ กรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนใหญ่น้ำมัน

จากสัตว์จะมีกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่าน้ำมันพืช ไขมันหรือน้ำมันที่เก็บไว้เป็นเวลานานจะเหม็นหืนได้จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

ประโยชน์ของไขมัน คือ ให้พลังงานแก่ร่างกาย 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม ช่วยในการดูดซึมวิตามิน เอ ดี อี และเค ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ และเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสบู่

เทคนิคการสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย

การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) ใช้สำหรับแยกสารโดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลาย หรือเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่ต้องการแยกออกจากของผสม หลักในการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม มีดังนี้

1. จะต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ละลายสารอื่นที่ไม่ต้องการสกัด
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ไม่ต้องการสกัด ไม่เป็นพิษ และมีราคาถูก
4. ต้องแยกออกจากสารละลาย หรือแยกออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย

หลักการสกัด นำสารที่ต้องแยกมาเติมตัวทำละลายที่เลือกไว้แล้วเขย่าแรงๆ หรือต้มเพื่อให้สารที่ต้องการสกัดละลายในตัวทำละลายที่เลือกไว้ สารที่สกัดได้จะอยู่ในรูปของสารละลาย ถ้าต้องการให้บริสุทธิ์ หรือนำไปใช้ประโยชน์ต้องแยกตัวทำละลายออกมาก่อน อาจจะใช้วิธีการระเหยหรือการกลั่นเช่น การสกัดน้ำหอมจากดอกไม้ การสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากใบพืช เป็นต้น

2. จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดสอบสมบัติการโปร่งแสง การละลายของน้ำมันพืช และเมล็ดพันธุ์พืชในตัวทำละลายบางชนิด
2. สกัดและหาปริมาณไขมันในเมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการศึกษาด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมได้

3. เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

4. สารเคมี และอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
<u>สารเคมี</u>	
1. เมล็ดถั่วลิสง	2 กรัม
2. เมล็ดฟักทอง	2 กรัม
3. เมล็ดทานตะวัน	2 กรัม
4. น้ำมันมะกอก	1 cm ³
5. เฮกเซน	2 cm ³
6. เอทานอล	2 cm ³
7. น้ำ	2 cm ³
<u>อุปกรณ์</u>	
1. ปีกเกอร์	

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
2. หลอดทดลองขนาดเล็ก 3. ขวดรูปชมพู่ 4. กระบอกตวง 5. ตู้อบไฟฟ้า 5. ถ้วยกระเบื้อง	

5. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ทดสอบสมบัติการโปร่งแสง และการละลายของน้ำมัน หรือไขมันในตัวทำละลายบางชนิด

1. หยดน้ำมันมะกอก 1 หยดลงในกระดาษ ฐาน้ำมันกับกระดาษสังเกตการโปร่งแสง
2. นำเมล็ดถั่วลิสง เมล็ดฟักทอง และเมล็ดทานตะวัน ภูเก็ตกระดาษสังเกตการโปร่งแสง

บันทึกผล

3. ใส่ น้ำ เอทานอล และเฮกเซนลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 3 หลอด หลอดละ 2 cm^3 เติมน้ำมันมะกอก ลงไปหลอดละ 1 cm^3 เขย่าสังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่ใช้เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดฟักทอง และเมล็ดทานตะวัน บดละเอียด 0.5 g แทนน้ำมันมะกอก

ตอนที่ 2 การสกัด และหาปริมาณไขมันในเมล็ดพันธุ์พืชโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พืช 1 ชนิดมา 2 g ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมเอทานอล 5 cm^3 และกรดเกลือเข้มข้น 2 cm^3 คนให้เข้ากัน
2. เติมเฮกเซน 5 cm^3 ปิดจุกขวดให้เข้ากันประมาณ 15 นาที จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำอุ่นลงไป 5 cm^3 ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
3. ชั่งน้ำหนักของถ้วยระเหย และบันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้กรองด้วยกระดาษกรองใส่ในถ้วยระเหย ส่วนกากที่เหลือให้สกัดซ้ำอีกครั้ง
4. นำถ้วยระเหยไปอุ่นในเตาไฟฟ้า หรือ อ่างน้ำร้อน เพื่อระเหยตัวทำละลาย จากนั้นนำเข้าไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น
5. ชั่งหาน้ำหนักของไขมันที่สกัดได้ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ Crude fat ในตัวอย่างอาหาร

วิธีคำนวณ % Crude fat

$$\% \text{ Crude fat} = \left[\frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้ (g)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างอาหารแห้ง (g)}} \right] \times 100$$

ภาคผนวก จ บทความ Enhancement of Grade 7 students' learning achievement of the matter separation by using inquiry learning activities

Supasorn, S. & Lordkam, A. (2014). Enhancement of Grade 7 students' learning achievement of the matter separation by using inquiry learning activities. *Social and Behavioral Sciences*, 116, 739-743.



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia - Social and Behavioral Sciences 116 (2014) 739 - 743

Procedia

Social and Behavioral Sciences

5th World Conference on Educational Sciences - WCES 2013

Enhancement of Grade 7 students' learning achievement of the matter separation by using inquiry learning activities

Saksri Supasorn ^{a,b,*}, Anchulee Lordkam ^c

^a Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

^b Research and Innovation in Science Education (RISE) Center, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

^c Student Master of Science in Science Education Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

Abstract

This study aimed to enhance students' learning achievement of matter separation by using five science inquiry learning activities (12 hours) on separation of natural substances. The participants, purposively selected, were 33 Grade 7 students in the first academic semester of 2011 at Ban-Nathung School in Sisaket province of Thailand. The data collecting tools consisted of a learning achievement test of matter separation and a survey of students' attitudes towards learning science. The dependent sample t-test analysis indicated that the students obtained a post-achievement test score (mean 14.24, SD 2.45) higher than the pre-achievement test score (mean 7.73, SD 2.76) at the 0.05 level of statistical significance. However, the students obtained a retention test score (mean 14.09, SD 2.17) 30 days after the post-achievement test that was not different from the post-achievement test score at the 0.05 level of statistical significance. In addition, students' attitudes towards learning science after the implementation of science inquiry learning activities (mean 89.00, SD 8.97) was statistically significantly higher than prior to using the activities (mean 77.76, SD 8.39) at the 0.05 level of statistical significance. In conclusion, the implementation of inquiry learning activities was effective to enhance students' learning achievement of matter separation as well as their attitudes towards learning science.

© 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Selection and/or peer-review under responsibility of Academic World Education and Research Center.

Keywords: science inquiry, separation, matters.

1. Introduction

Ban-Nathung School is one of the educational opportunity expansion (EOE) schools located in Srisaket province of Thailand. EOE schools are primary schools located far from a lower secondary school and, as a result of this remoteness EOE students continue their lower secondary education in their primary schools. The majority of EOE schools encounter many limitations, for example, shortage of chemicals and laboratory equipment and science teachers, and also many low achievement students. The lower secondary students (Grades 7-9) at Ban-Nathung

* Corresponding Saksri Supasorn. Tel.: +6-681-854-6288
E-mail address: saksri.supasorn@gmail.com

School did not realise that learning science was interesting, useful, and exciting since they had few opportunities to experience science experiments, and they thought that science was difficult as most of the science content taught in the school dealt with something that was inaccessible, intangible, and not applicable, since the teacher rarely illustrated applications of science in daily life contexts. Therefore, their science learning achievement had been lower than the educational standard proposed at 2.50 out of 4.00 in previous years. In addition, the Ordinary National Educational Testing (O-NET) score for secondary school students at Ban-Nathung school was lower than that of Sisaket province and of Thailand as seen in Table 1 (NHEFS, 2011). The students had few opportunities to perform science experiments in a classroom since the school encountered limitations of chemicals and laboratory equipment problems. Matter separation is one of the major difficult science concepts for secondary students since it also involves many reaction factors.

Table 1. Percentage of O-NET scores in science subject for lower secondary students (Grade 7-9) in 2009-2010

Level	2009		2010	
	Mean	SD	Mean	SD
Ban-Nathung School	23.52	7.56	27.75	11.59
Sisaket Province	27.62	10.49	27.99	12.73
Thailand	29.16	9.64	29.17	8.67

Learning activity based on the science inquiry approach has been widely verified as effective in the enhancement of not only students' conceptual understanding of the activity but also science process skills and attitudes towards learning science (Balci, Cakiroglu & Tekkaya, 2006; Deters, 2005; Lati, Supasorn & Promarak, 2012). By utilising inquiry learning activities related to matter separation, the stated problems could be resolved.

2. Literature review

There are a number of models of inquiry in learning science. The 5Es learning cycle is one of the most common inquiry approaches and involves the following steps (Balci, Cakiroglu & Tekkaya, 2006):

- 1) Engagement – students are engaged in inquiry questions
- 2) Exploration – students plan, design, and carry out their experiment, and record the experiment data
- 3) Explanation – students make explanations from the experimental data to answer the questions
- 4) Elaboration – students extend and apply their findings in a new context, especially a daily life one
- 5) Evaluation – students evaluate their experiment process and results in a variety of ways, such as an activity report, instructor observation during the activity, and student presentation of the experiments.

Implementation of the inquiry learning approach has been highly advocated in recent decades (Sanger, 2009) and it has been widely verified that it is suitably utilised both in classroom and laboratory in all study contexts, such as primary schools (Sanger, 2007), secondary schools (Lati, Supasorn & Promarak, 2012; Patrick & Urhievweji, 2012; Pholdee & Supasorn, 2011; Roehrig & Luft, 2004), and universities (Green, Elliott & Cummins, 2004). It can enhance students' potential to develop their science process skills and higher-order cognitive skills, which in turn enhances their conceptual understanding and learning achievement. Inquiry is not only supporting students to understand science concepts but also illustrating how to construct knowledge themselves through the inquiry learning cycle. In addition, the 5E learning cycle is effective to promote students to correct their alternative conceptions rather than textbook-oriented instruction. However, students' alternative conceptions and existing knowledge prior to the inquiry instruction should be explored. This information can be used in designing inquiry activities that support students to change their alternative conceptions (Balci, Cakiroglu & Tekkaya, 2006).

3. Research methodology

3.1. Goals and objectives

The objectives of this one-group pre-test/post-test study were to investigate: 1) students' learning achievement of matter separation prior to and after the implementation the inquiry learning activities and 2) students' attitudes towards learning science prior to and after implementation of the inquiry learning activities.

3.2. Research tools

3.2.1. Inquiry activities of matter separation

Five inquiry learning activities of matter separation (12 hours) were developed including 1) filtration, 2) solvent extraction, 3) distillation, 4) crystallisation, and 5) chromatography. Each activity was based on the inquiry learning approach that required students to explore answers for their testable questions through the inquiry process. Separation of natural substances used in everyday life was proposed as inquiry learning tasks to promote students' interest in the learning activities.

3.2.2. Data collecting tools

Data collecting tools in this study consisted of two main tools:

1. Matter separation learning achievement test. The test consisted of 20 multiple-choice items which were selected from 30 items with an item difficulty (p) index between 0.20 and 0.80, and the discrimination index (r) between 0.30 and 0.70 respectively.
2. The questionnaire of students' attitude towards learning science. The questionnaire consisted of 25 items on a Likert rating scale which was divided into six aspects: 1) curiosity, 2) rationality, 3) cautious consideration, 4) magnanimity, 5) probity, and 6) endeavour. The students were asked to rate their opinions between 1 to 5 levels of attitudes towards learning science, in which level 1, 2, 3, 4, and 5 means "least", "less", "medium", "high", and "highest" respectively.

3.3. Implementation

The participants of this study were 33 Grade 7 students purposively sampled from the whole population of Grade 7 students at Ban-Nathung School in Srisaket province of Thailand, during the first semester of academic year 2010. These students participated in the following process:

- 1) Completed the pre-test of matter separation learning achievement and the pre-questionnaire of students' attitude towards learning science
- 2) Performed five inquiry activities of matter separation (12 hours) in which they were required to submit a group inquiry report after finishing each activity
- 3) Completed the post-test of matter separation learning achievement and the post-questionnaire of students' attitude towards learning science (parallel to the pre-test)

3.4. Data analysis

The collected data in this study included pre- and post-test scores of matter separation learning achievement and the pre- and post-questionnaire rating scores of students' attitudes towards learning science. The students' attitudes were calculated in the form of percentages. The percentages between, 0-50, 50-60, and 60-70, 70-80, and 80-100 were categorised as "poor", "fair", "fairly good", "good" and "excellent" attitudes respectively. Dependent-samples t-test analysis was performed to identify mean differences between the pre- and post-scores for the matter separation learning achievement test and the questionnaire of students' attitudes towards learning science.

4. Results and Discussion

The study results were categorized into two aspects: achievement scores and attitudes towards learning science.

4.1) Students' learning achievement scores of matter separation

The dependent-samples t-test analysis indicated the students obtained a total average post-achievement score of matter separation (mean 14.24, SD 2.45) that was significantly higher than the total average pre-achievement score (mean 7.73, SD 2.76) at p -value less than 0.05, as the average gain in content knowledge of matter separation was 6.52 (SD 1.64) or 32.58% (Table 2). This arose because these activities were based on the inquiry learning cycle and students' daily life contexts. More specifically, the post-achievement score for each topic was statistically higher than the pre-achievement score at p -value less than 0.05. Their gain in content knowledge of matter separation in decreasing order was distillation, chromatography, crystallisation, solvent extraction, and filtration. They obtained the highest gain in the topic of distillation (28.25%). This may be due to the fact that this activity introduced new equipment which was interesting for students, and daily life application of the distillation was clearly demonstrated. They obtained an average gain in the topics of solvent extraction, crystallisation, and chromatography. On the other hand, they obtained the lowest gain in the topic of filtration (20.20%) because they already had some understanding about the filtration concept as their pre-test score of filtration was higher than a half of the possible score, while the pre-test scores for other topics were much lower than a half of the possible score. Therefore, they gained in content knowledge of filtration lower than other topics.

Table 2. Pre- and post-achievement test scores of the matter separation

Topics	Possible score	Pre-test			Post-test			Gain			t-test	
		Mean	SD	%	Mean	SD	%	Mean	SD	%	t	p
1. Filtration	3	1.88	0.78	62.67	2.48	0.71	82.67	0.61	0.75	20.20	1.66	< 0.001
2. Solvent extraction	1	1.52	0.97	38.00	2.85	0.67	71.25	1.33	1.02	33.33	7.51	< 0.001
3. Distillation	6	2.09	1.04	34.83	1.39	1.20	73.17	2.30	1.07	38.38	12.31	< 0.001
4. Crystallisation	1	1.33	0.89	33.25	2.73	0.94	68.25	1.39	0.97	31.85	8.29	< 0.001
5. Chromatography	3	0.73	0.72	24.33	1.79	0.74	59.67	1.06	0.86	35.35	7.05	< 0.001
Total	20	7.73	2.76	38.65	14.24	2.45	71.20	6.52	1.64	32.58	22.80	< 0.001

4.2) Students' attitudes towards learning science by the use of the inquiry learning activities

The pre- and post-questionnaires of students' attitudes towards learning science were analysed and shown in the form of means, SDs, and percentages (Table 3). The students' attitudes towards learning science before the implementation of inquiry learning activities of matter separation averaged 62.15%. Their attitudes in decreasing order of aspects were probity, endeavour, rationality, magnanimity, cautious consideration, and curiosity. Their pre-attitudes towards learning science were "fairly good". More specifically, their attitudes were "poor" in curiosity, "fair" in cautious consideration, "fairly good" in endeavour, rationality, and magnanimity, and "good" in probity. However, after the implementation of the inquiry learning activities, their attitudes towards learning science improved as their overall attitude was at a "good" level. Their attitudes were "fairly good" in curiosity, rationality, and magnanimity, "good" in cautious consideration and endeavour, and "excellent attitude" in probity.

Table 3. Pre- and post-attitudes towards learning science by the use of science inquiry activities in matter separation

Attitude aspect	Score	Pre-attitude				Post-attitude				% of difference
		Mean	SD	%	Level	Mean	SD	%	Level	
1. Curiosity	15	7.30	0.81	48.66	poor	9.91	2.02	66.07	fairly good	17.40
2. Rationality	30	19.70	2.76	65.67	fairly good	20.94	2.51	69.80	fairly good	4.13
3. Cautious consideration	20	10.30	3.13	51.50	fair	14.58	3.01	72.90	good	21.40
4. Magnanimity	25	13.91	1.96	63.61	fairly good	16.70	2.05	66.80	fairly good	3.16
5. Probity	10	7.21	0.11	72.10	good	8.28	1.03	82.80	excellent	10.40
6. Endeavour	25	17.24	2.56	68.96	fairly good	18.61	2.61	74.56	good	5.60
Total	125	77.69	8.39	62.15	fairly good	89.05	8.99	71.24	good	9.08

The dependent-samples t-test analysis indicated that students' attitudes towards learning science after the implementation (mean 89.00, SD 8.99) was statistically higher than before the implementation of inquiry learning activities of matter separation (mean 77.76, SD 8.39) at p -value less than 0.05. These activities supported students' cautious consideration and curiosity as there were high improvements in students' attitudes towards learning science.

in these aspects. However, these activities slightly improved their attitudes in aspects of magnanimity, rationality, and endeavour.

5. Conclusion and implications

The results of this study indicated that science inquiry activities of matter separation were effective to increase students' learning achievement since their post-achievement score was statistically higher than the pre-achievement score at p -value less than 0.05. This learning approach effectively engaged students in the inquiry questions and provided opportunities for students to explore their answers through their own experiments. They formulated explanations from their collected data, and elaborated their findings to everyday life (Balci, Cakiroglu & Tekkaya, 2006). These opportunities gradually enhanced their understanding of the inquiry concepts and then increased their learning achievement. In addition, utilising learning activities based on natural substances in daily life effectively engaged students in active learning (Pholdee & Supasorn, 2011). These types of activities were effective to promote active learning, meaningful learning, learning retention, conceptual understanding, and learning achievement (Kipnis & Hofstein, 2007; Patrick & Uribevejire, 2012) as well as improving attitudes towards learning science (Deters, 2005).

The study results may have implications that implementation of inquiry experiments based on daily life is effective to promote students' attitudes towards learning science which in turn increases their conceptual understanding and learning achievement. It is advisable that inquiry learning activities should be utilised throughout primary and secondary school study to support students' capabilities to improve their scientific process skills and to construct knowledge through the inquiry process. Moreover, if inquiry activities are designed appropriately, then they will effectively support students to overcome and correct their alternative conceptions (Balci, Cakiroglu & Tekkaya, 2006).

Acknowledgements

This study was a part of the NRCT 2011-2012 research project, no. 63739, entitled "Development of the inquiry skills building chemistry experimental units (ISB-Chem) for secondary school students", funded by the National of Research Council Thailand (NRCT). The authors thank Bob Tremayne of the Division of International Relations at Ubon Ratchathani University for assistance with English editing.

References

- Balci, S., Cakiroglu, J., and Tekkaya, C. (2006). Engagement, exploration, explanation, extension, and evaluation (5E) learning cycle and conceptual change text as learning tools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34(3), 99-102.
- Deters, K.M. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education*, 82(5), 1178-1180.
- Green, W.J., Elliott, C., and Cummins, R.H. (2004). Prompted inquiry-based learning in the introductory chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 81(2), 239-241.
- Kipnis, M., & Hofstein, A. (2007). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 601-627.
- Lati, W., Supasorn, S., and Promrak, V. (2012). Enhancement of learning achievement and integrated science process skills using science inquiry learning activities of chemical reaction rates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4471-4475.
- NIETS (National Institute of Educational Testing Service), Public Organization. (2011). Ordinary National Testing (O-NET) score. Retrieved July 25, 2012, from www.niets.or.th
- Patrick, O.A., and Uribevejire, O.E. (2012). Effects of 5E learning cycle on students' achievement in biology and chemistry. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 7(3), 211-262.
- Pholdee, S., and Supasorn, S. (2011). Enhancement of learning achievement of acid-base by using science inquiry context-based (SICB) learning packages (in Thai). *KKL Research Journal: Humanities and Social Sciences*, 1(2), 45-66.
- Roeding, G.H., and Luff, J.A. (2004). Inquiry teaching in high school chemistry classrooms: The role of knowledge and beliefs. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1516-1516.
- Sanger, M. (2007). The effects of inquiry-based instruction on elementary teaching majors' chemistry content knowledge. *Journal of Chemical Education*, 84(6), 1035-1039.
- Sanger, M. (2009). How does inquiry-based instruction affect teaching majors' views about teaching and learning science? *Journal of Chemical Education*, 85, 297-302.

ภาคผนวก จ บทความ Development of Grade 8 students' learning achievement on chemical reaction by using scientific investigation learning activities

Supasorn, S. & Waengchin, S. (2014). Development of Grade 8 students' learning achievement on chemical reaction by using scientific investigation learning activities. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 116, 744-749.



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia - Social and Behavioral Sciences 116 (2014) 744–749

Procedia

Social and Behavioral Sciences

5th World Conference on Educational Sciences - WCES 2013

Development of Grade 8 students' learning achievement on chemical reaction by using scientific investigation learning activities

Saksri Supasorn^{a,b,*}, Saranya Waengchin^c

^a Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

^b Research and Innovation in Science Education (RISE) Center, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

^c Student, Master of Science in Science Education Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

Abstract

This study aimed to enhance students' learning achievement of chemical reactions and integrated science process skills by using eight scientific investigation activities (16 hours). The participants, purposively selected, were 24 Grade 8 students at Ban-Koksawang School in Buriram province of Thailand in the first academic semester of 2011. The research tools consisted of a learning achievement test of chemical reaction and an integrated science process skills test. The dependent samples t-test analysis resulted in the students obtaining a post-test score of achievement (mean 21.17, SD 6.20) significantly statistically higher than that of the pre-test score (mean 15.00, SD 3.71) at the 0.05 level of significance. It also indicated that their post-test score of integrated science process skills (mean 15.14, SD 3.55) was significantly statistically higher than that of the pre-test score (mean 10.08, SD 4.69) at the 0.05 level of significance. This study showed that the implementation of scientific investigation was effective to promote students' learning achievement of chemical reaction and to increase their integrated science process skills since this learning approach allowed the students to use their science process skills to investigate and understand the concepts of the activities.

© 2013 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Selection and/or peer-review under responsibility of Academic World Education and Research Center.

Keywords: Chemical reaction, scientific investigation, integrated science process skills;

1. Introduction

The Learning Achievement in Science subject for Grade 8 students at Ban-Koksawang School in 2011 in Buriram province of Thailand was lower than the school standard proposed at 2.50 (out of 4.00) in previous years. In addition, the Ordinary National Educational Testing (O-NET) score for secondary school students at the school was lower than that of Buriram Province and of Thailand as seen in Table 1 (NIETS, 2011). Moreover, these students also possessed insufficient science process skills, especially integrated skills. They had few opportunities to perform science experiments in the classroom since the school encountered limitations of chemicals and laboratory

* Corresponding Saksri Supasorn. Tel.: +6-681-854-6288
E-mail address: saksri.supasorn@gmail.com

equipment problems. The topic of chemical reaction is one of the major difficult science concepts for secondary students since it involves many reaction factors (Gongden, Gongden & Lohdip, 2011; Lati, Supasorn & Promarak, 2012).

Table 1. Percentage of O-NET scores in science subject for secondary students (Grade 7-9) in 2009-2010

Level	2009		2010	
	Mean	SD	Mean	SD
Ban-Koksawang School	26.17	10.95	27.44	11.12
Buriram Province	26.30	10.28	27.78	8.52
Thailand	29.16	9.64	29.17	8.67

Scientific investigation is one of the effective science learning approaches to enhance both students' conceptual understanding and science process skills (Resnick, Berg & Eisenberg, 2000). Therefore, scientific investigation activities of chemical reaction for Grade 8 students were developed to solve the stated problems.

2. Literature review

2.1. Scientific investigation in chemistry

Investigation is just one type of activity in science. The central feature of an investigation is that something is changed and the effect that it has on something else is measured. Scientific investigation is the process that involves students in: 1) forming a hypothesis including identifying variables and selecting a variable to investigate, 2) planning and carrying out the investigation, 3) recording, presenting, and interpreting the results, 4) evaluating the hypothesis in relation to the results of the investigation, 5) drawing an inference from the results, and 6) communicating the findings, as shown in Figure 1 (Bevins, et al., 2001). During the investigation process, students have to make the following decisions: deciding on key variables to change and to measure, asking an investigating question, predicting or hypothesizing the investigation, planning and designing the test, recording results, finding patterns in results, making sense of patterns in results, and evaluating the reliability of the results (Windale & Puangmanee, 2008).

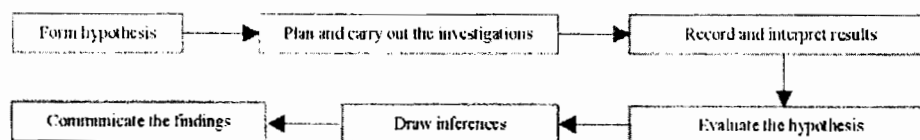


Figure 1. The whole process of scientific investigation

2.2. Integrated science process skills

The integrated science process skills involves students in: 1) identifying and controlling variables, 2) defining operationally, 3) formulating hypotheses, 4) experimenting including being able to design their own experiment to test a hypothesis using procedures to obtain reliable data, 5) interpreting data and drawing conclusions, and 6) formulating a mental or physical model of a process or event (Padilla, 1990). However, this study did not cover the skill of formulating a model. Teaching and learning approaches are one of the important factors affecting students' performance of integrated science process skills (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001). It is very important for students to have opportunities to experience the learning activities that allow them to combine all their skills together in a complete investigation. These skills need to be taught to the students and there is often too little time during the excitement of investigation to bring out all the important points. In case of low-capability students, skill development units and/or interventions could be used to develop particular skills, such as recording in tables,

drawing bar graphs, or interpreting data (Bevins, et. al., 2001). The whole process of scientific investigation allows students to experience and practice their integrated skills.

3. Research methodology

3.1. Goals and objectives

The main goal of this study was to develop the scientific investigation activities of chemical reactions and use these activities as a means to enhance Grade 8 students' conceptual understanding and integrated science process skills. More specifically, the objectives of this study were to investigate 1) students' learning achievement of chemical reaction prior to and after the implementation of the scientific investigation activities and 2) students' integrated science process skills prior to and after implementation of the scientific investigation activities.

3.2. Research tools

3.2.1. Scientific investigation activities of chemical reaction

Eight scientific investigation activities of chemical reaction (16 hours) were developed including: 1) what is chemical reaction?, 2) energy and reaction, 3) factors influencing chemical reaction, 4) chemical reaction of metals, 5) chemical reaction of acid-base, 6) chemical reaction of carbonates, 7) household chemicals, and 8) chemical usages and environment. Each activity was designed based on the scientific investigation approach that requires students to explore answers for their testable question or hypothesis through the scientific investigation.

3.2.2. Data collecting tools

Data collecting tools in this study consisted of:

1. Chemical reaction learning achievement test. The test consists of 40 multiple-choice items which were selected from 60 items with item difficulty (p) index between 0.21 and 0.77, and the discrimination index (r) between 0.21 and 0.56 respectively.

2. Integrated science process skills test. The test consists of 30 multiple-choice items which were selected from 45 items with item difficulty (p) index between 0.33 and 0.77, and the discrimination index (r) between 0.36 and 0.65 respectively.

3.3. Implementation

The participants of this study were 24 Grade 8 students purposively sampled from the whole population of Grade 8 students at Ban-Koksawang School during the first semester of academic year 2010. These students participated in the following process: 1) completed pre-tests of chemical reaction learning achievement and integrated science process skills, 2) performed eight scientific investigation activities of chemical reaction (16 hours) in which they were required to submit a group scientific investigation report after finishing each activity, and 3) completed post-tests of chemical reaction learning achievement and integrated science process skills (parallel to pre-test).

3.4. Data analysis

The collected data in this study included pre- and post-test scores of chemical reaction learning achievement and integrated process skills. Dependent-samples t-test analysis was performed to identify mean differences between the pre- and post-test scores for both chemical reaction learning achievement and integrated process skills.

4. Results and Discussion

The study results were categorized into achievement scores and integrated science process skills.

4.1 Students' learning achievement scores of chemical reaction

The dependent-samples t-test analysis indicated the students obtained average post-achievement score of chemical reaction (mean 21.17, SD 6.23) significantly higher than the average pre-achievement score (mean 15.00, SD 3.71) at p -value less than 0.05, as the average gain in content knowledge of chemical reaction was 6.17 (SD 3.57) or 15.13% (Table 2). More specifically, the post-achievement score for each topic was statistically higher than the pre-achievement score at p -value less than 0.05. They had high gains in content knowledge in the topics of household chemicals (36.25%) and chemical reaction of carbonates (28.25%). This may be due to the fact that the students were familiar with household and kitchen chemicals and carbonate compounds. In addition, the activities of these chemicals were well illustrated and easy to investigate. On the other hand, there were low gains in the topics of factors influencing chemical reactions (6.87%), chemical usages, and environment (8.33%), and indicators of chemical reaction (10.33%). These results may have arisen because there were many factors that affected chemical reactions (Lati, Supasorn & Promarak, 2012), and no hands-on chemical reaction shown during the chemical usages and environment topic. There may have been some confusion in the choice of which changes such as colour, gas, precipitate, and heat indicated the provided chemical reaction. Although their gain in content knowledge (15.43%) was statistically different, it was still low as their total average post-test score was only 52.93%. This indicated that chemical reaction is still difficult for these students.

Table 2. Pre- and post-achievement test scores of the chemical reaction

Topics	Score	Pre-test			Post-test			Gain			t-test	
		Mean	SD	%	Mean	SD	%	Mean	SD	%	t	p
1. Indicators of chemical reaction	6	2.21	1.18	36.83	2.83	1.27	47.17	0.62	0.60	10.33	2.53	0.005
2. Energy and reaction	4	1.21	1.06	30.25	2.08	1.18	52.00	0.87	1.15	21.75	3.71	<0.001
3. Factors influencing chemical reactions	8	3.08	1.17	38.50	3.63	1.54	45.38	0.55	1.41	6.87	0.26	0.005
4. Chemical reaction of metals	4	1.46	1.38	36.50	2.21	0.98	55.25	0.75	1.26	18.75	2.91	<0.001
5. Chemical reaction of acid-base	4	1.50	0.93	37.50	2.25	0.98	56.25	0.75	1.51	18.75	2.43	<0.001
6. Chemical reaction of carbonates	4	0.79	0.88	19.75	1.92	1.55	48.00	1.13	1.56	28.25	3.51	<0.001
7. Household chemicals	4	1.13	0.74	28.25	2.58	1.06	64.50	1.45	1.41	36.25	5.05	<0.001
8. Chemicals usages and environment	6	3.54	1.56	59.00	4.01	1.20	67.33	0.50	1.35	8.33	1.81	<0.001
Total	40	15.00	3.71	37.50	21.17	6.23	52.93	6.17	3.57	15.43	8.46	<0.001

4.2 Students' integrated science process skills

The dependent-samples t-test analysis indicated the students obtained average post-test score of integrated science process skills (mean 15.13, SD 3.55) significantly higher than that of the average pre-test score (mean 10.08, SD 4.69) at p -value less than 0.05, as the average gain in integrated science process skills was 5.05 (SD 2.97) or 16.83% (Table 3). More specifically, the post-test score for each skill was statistically higher than the pre-test score at p -value less than 0.05.

Table 3. Pre- and post-integrated science process skills test scores

Integrated science process skills	Score	Pre-test			Post-test			Gain			t-test	
		Mean	SD	%	Mean	SD	%	Mean	SD	%	t	p
1. Identifying and controlling variables	7	2.29	1.57	32.71	3.08	1.21	41.00	0.79	1.56	11.29	2.48	0.005
2. Defining operationally	4	1.46	0.83	36.50	2.29	1.00	57.25	0.83	1.09	20.75	3.74	<0.001
3. Formulating hypotheses	6	1.51	1.28	25.67	2.67	1.09	44.50	1.13	1.30	18.83	1.25	<0.001
4. Experimenting	7	2.01	1.27	29.14	3.63	1.21	51.86	1.59	1.38	22.71	5.61	<0.001
5. Interpreting data and drawing conclusions	6	2.75	1.89	45.83	3.46	1.32	57.67	0.71	1.37	11.83	2.53	<0.001
Total	30	10.08	4.69	33.60	15.13	3.55	50.43	5.05	2.97	16.83	8.31	<0.001

* Experimenting skills consists of the skills of designing and conducting an experiment, and recording and presenting data.

They obtained high gains in the skills of experimenting (22.71%) and defining operationally (20.75%). This may have been due to the fact that the implemented activities supported students to define operational terms for their investigation, and to design and conduct an investigation regarding their hypothesis. On the other hand, they had low

gains in the skills of identifying and controlling variables (11.29%) and interpreting data and drawing conclusion (11.83%). This may have arisen because the skill of identifying and controlling variables may have been difficult for students with low-science process skill (Beaumont-Walters & Soyibo, 2001). The skill of interpreting data and drawing conclusions was one of the complex integrated skills. To interpret data and draw conclusions correctly, students were required to have good basic skills and also the other four integrated skills. In this case, the supplemental skill development units or and interventions should be considered (Bevins, et. al., 2001).

5. Conclusions and implications

The results of this study verified that scientific investigation activities were effective in the enhancement of students' learning achievement of chemical reaction since the students' post-achievement score was statistically higher than the pre-achievement score at p -value less than 0.05. These types of activities also promoted students' to integrate their science process skills to explore their testable question or hypothesis through the process of investigation. It confirmed that the scientific investigation approach provides students with opportunities to practice how to test their hypothesis like scientists. In other words, the students had a chance to pose their own question, identify variables and form a hypothesis, plan and carry out an investigation, record and interpret results, find result patterns, evaluate hypothesis, and make inferences and draw conclusions (Bevins, et. al., 2001). This process gradually enhanced both students' conceptual understanding and integrated science process skills.

It is suggested that continuous practice of scientific investigation activities enhances students' integrated science process skills (Padilla, 1990). In the case of low-science process skill students, the instructor may consider implementation of the specific skill development units to help those students work through the process of scientific investigation (Bevins, et. al., 2001). It should be clarified that the instructor's role is to facilitate and guide, not to lead or dominate, the students to be able to explore their answers by themselves during the investigation process (Windschitl & Thompson, 2006). To promote more meaningful learning and increase much learning achievement, it is advisable that students' acquisition of knowledge should be considered during designing the learning activities.

The authors plan to further investigate how scientific investigations affect students' progression of integrated science process skills when they have opportunities to practice a few scientific investigation activities each semester throughout their lower secondary school careers.

Acknowledgements

This study was part of the NRCT 2011-2012 research project, no. 63739, entitled "Development of the inquiry skills building chemistry experimental units (ISB-Chem) for secondary school students" funded by the National of Research Council Thailand (NRCT). The authors thank Bob Tremayne of the Division of International Relations at Ubon Ratchaburi University for assistance with English editing.

References

- Beaumont-Walters, Y., and Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 133-145.
- Bevins, S.C., Windale, M., Tek, O.E., and Harrison, B. (2001). Active teaching and learning approaches in science: Towards a model for Malaysian science education. *Journal of Science and Mathematics Education in South East Asia*, 24(1), 11-27.
- Gongden, J.J., Gongden, E.J., and Lohdip, Y.N. (2011). Assessment of the difficult areas of the senior secondary school 2 (two) chemistry syllabus of the Nigeria science curriculum. *African Journal of Chemical Education*, 1(1), 48-61.
- Lati, W., Supasorn, S., & Promarak, V. (2012). Enhancement of learning achievement and integrated science process skills using science inquiry learning activities of chemical reaction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4471-4475.
- Maltese Association for Science Educators. (2011). Teaching and learning science together. *Sci-News*, 4(2), 1-8.
- National Institute of Educational Testing Service (NETS). Public Organization. (2011). Ordinary National Testing (O-NET) score. Retrieved July 25, 2012, from www.niets.or.th
- Padilla, M. (1990). The science process skills. Paper 9004 in the series: *Science Matters - To the Science Teacher*, published by the National Association for Research in Science Teaching. Retrieved October 10, 2012, from <http://www.educ.sfu.ca/narst/site/research/skill.htm>
- Resnick, M., Berg, R., and Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7-30.
- Windale, M., and Puangmanee, P. (2008). Scientific investigation. Pathum Thani, Thailand: National Science and Technology Development
- Windschitl, M., and Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 833-835.

ช-2 งบประมาณตลอดโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2555 – 2556

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)		
	ปี 2555	ปี 2556	รวม
1. งบบุคลากร	-	-	-
2. งบดำเนินงาน			
2.1 หมวดค่าตอบแทน			
2.1.1 ค่าตอบแทนการทำงานนอกเวลาวิชาการของผู้วิจัย			
1) วันทำการปกติ (16:30-18:30 น.) อัตรา 100 บาท/วัน	2,500	2,600	5,100
2) วันหยุด (09:00-12:00 และ 13:00-16:00 น.) อัตรา 360 บาท/วัน	7,200	7,200	14,400
2.1.2 ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน			
1) การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของบทปฏิบัติการ	5,125	5,125	10,250
2) การตรวจสอบเครื่องมือเก็บข้อมูลการวิจัย	5,125	5,125	10,250
2.1.3 ค่าตอบแทนวิทยากรในการอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะ” เวลา 2 วัน รวม 12 ชั่วโมง			
1) วิทยากร 3 ท่าน ท่านละ 4 ชั่วโมง (3 × 4 × 600 บาท)	-	7,200	7,200
2) ผู้ช่วยวิทยากร 2 ท่าน ท่านละ 12 ชั่วโมง (2 × 12 × 300 บาท)	-	7,200	7,200
2.2 หมวดค่าใช้จ่าย			
1) ค่าเบี้ยเลี้ยง ที่พัก ค่าเดินทางในการนำเสนองานวิชาการในประเทศ	9,000	12,000	21,000
2) ค่าจ้างเหมาเก็บข้อมูล	5,000	5,000	10,000
3) ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ข้อมูล	6,000	6,000	12,000
4) ค่าอาหารกลางวัน 2 มื้อ (30 บาท/มื้อ/คน) และอาหารว่าง 4 มื้อ (15 บาท/มื้อ/คน) ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ สำหรับผู้เข้าร่วม 60 คน	-	7,200	7,200
5) การเดินทางไปทดลอง ISB-Chem ณ รร.จุฬารัตน์ มุกดาหาร			
- ค่าเบี้ยเลี้ยง 2 คน (วันละ 210 บาท) จำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 2 วัน	1,680	1,680	3,360
- ค่าที่พัก 2 คืน (คืนละ 800 บาท) จำนวน 4 ครั้ง	6,400	6,400	12,800
- ค่าน้ำมันรถส่วนตัว ไปกลับระยะทาง 2x180 กม. จำนวน 4 ครั้ง	5,760	5,760	11,520
6) ค่าถ่ายเอกสาร	7,000	11,710	18,710
7) ค่าจ้างเหมาจ่ายในการจัดชุด ISB-Chem Kit	15,000	15,000	30,000
8) ค่าจ้างเหมาจ่ายจัดทำคู่มือประกอบ ISB-Chem Kit	4,000	4,000	8,000
9) ค่าจ้างการจัดทำแผ่นพับและเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ ISB-Chem	4,000	4,000	8,000
2.3 หมวดค่าวัสดุ			
1) วัสดุสำนักงาน	9,000	9,000	18,000
2) วัสดุหนังสือ และตำรา	7,210	7,000	14,000
3) วัสดุคอมพิวเตอร์ (ซ่อมแซม และเพิ่มสมรรถนะ)	5,000	5,000	10,000
4) วัสดุวิทยาศาสตร์			
- สารเคมีในการพัฒนาปฏิบัติการสืบเสาะ	40,000	30,000	70,000
- อุปกรณ์การทดลองในการพัฒนาปฏิบัติการสืบเสาะ	50,000	40,000	90,000

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)		
	ปี 2555	ปี 2556	รวม
รวมงบประมาณดำเนินการ	195,000	197,000	392,000
3. งบลงทุน	-	-	
4. ค่าสาธารณูปโภค			
4.1 ค่าสาธารณูปโภคสำหรับคณะวิทยาศาสตร์ ม.อุบลฯ	9,750	9,850	19,550
4.1 ค่าสาธารณูปโภคสำหรับ ม.อุบลฯ	9,750	9,850	19,550
รวมค่าสาธารณูปโภค	19,500	19,700	39,200
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	214,500	216,700	431,200

ซ-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย ปีงบประมาณ 2555 - 2556

[illegible]

ช-2 รายละเอียดงบประมาณการวิจัย ปีงบประมาณ 2555 (ถ้าเฉลี่ยในแต่ละหมวด)

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)		
	เสนอขอ	ใช้จริง	คงเหลือ
1. งบบุคลากร			
2. งบดำเนินงาน			
2.1 หมวดค่าตอบแทน	19,950	22,350	0
2.1.1 ค่าตอบแทนการทำกรนอกเวลาราชการของผู้วิจัย	9,700	9,700	0
2.1.2 ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน	10,250	10,250	0
2.1.3 ค่าตอบแทนนักวิจัย	0	2,400	-2,400
2.2 หมวดค่าใช้จ่าย	56,840	41,160	15,680
1) ค่าเดินทางในการนำเสนอผลงานวิชาการ และการเดินทางไปทดลอง ISB-Chem	22,840	7,160	15,680
2) ค่าจ้างเหมาเก็บข้อมูล	5,000	5,000	0
3) ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ข้อมูล	6,000	6,000	0
4) ค่าจ้างเหมาจ่ายในการจัดชุด ISB-Chem Kit	15,000	15,000	0
5) ค่าจ้างเหมาจ่ายจัดทำคู่มือประกอบ ISB-Chem Kit	4,000	4,000	0
6) ค่าจ้างการจัดทำแผ่นพับและเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ ISB-Chem	4,000	4,000	0
2.3 หมวดค่าวัสดุ	118,210	131,490	-13,280
1) วัสดุสำนักงาน และการถ่ายเอกสาร	16,000	25,491	-9,491
2) วัสดุหนังสือ และตำรา	7,210	7,069	141
3) วัสดุคอมพิวเตอร์ (ซ่อมแซม และเพิ่มสมรรถนะ)	5,000	5,028	-28
4) วัสดุวิทยาศาสตร์	90,000	93,902	-3,902
รวมงบประมาณดำเนินการ	195,000	195,000	0
3. งบลงทุน			
4. ค่าสาธารณูปโภค			
รวมค่าสาธารณูปโภค	19,500	19,500	0
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	214,500	214,570	0

ช-3 รายละเอียดงบประมาณการวิจัย ปีงบประมาณ 2556 (ถัวเฉลี่ยในแต่ละหมวด)

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)		
	เสนอขอ	ใช้จริง	คงเหลือ
1. งบบุคลากร			
2. งบดำเนินงาน			
2.1 หมวดค่าตอบแทน	34,450	36,400	1,950
2.1.1 ค่าตอบแทนการทำกรนอกเวลาวิชาการของผู้วิจัย	9,800	9,800	0
2.1.2 ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ	10,250	10,200	50
2.1.3 ค่าตอบแทนวิทยากรในการอบรมเชิงปฏิบัติการ	14,400	14,000	400
2.1.4 ค่าตอบแทนนักวิจัย	0	2,400	-2,400
2.2 หมวดค่าใช้สอย	78,750	84,358	1,591
1) ค่าเดินทางในการนำเสนองานวิชาการ และการเดินทางไปทดลอง ISB-Chem	25,840	24,229	
2) ค่าจ้างเหมาเก็บข้อมูล	5,000	5,000	0
3) ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ข้อมูล	6,000	6,000	0
4) ค่าอาหารกลางวัน 2 มื้อ (50 บาท/มื้อ/คน) และอาหารว่าง 4 มื้อ (25 บาท/มื้อ/คน) ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ สำหรับผู้เข้าร่วม 36 คน	7,200	7,200	0
5) ค่าถ่ายเอกสาร	11,710	12,010	-20
6) ค่าจ้างเหมาจ่ายในการจัดชุด ISB-Chem Kit	15,000	15,000	0
7) ค่าจ้างเหมาจ่ายจัดทำคู่มือประกอบ ISB-Chem Kit	4,000	4,000	0
8) ค่าจ้างการจัดทำแผ่นพับและเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ ISB-Chem	4,000	4,000	0
2.3 หมวดค่าวัสดุ	83,800	83,485	315
1) วัสดุสำนักงาน	9,000	20,728	-11,728
2) วัสดุหนังสือ และตำรา	7,000	4,968	2,032
3) วัสดุคอมพิวเตอร์ (ซ่อมแซม และเพิ่มสมรรถนะ)	5,000	10,558	-5,558
4) วัสดุวิทยาศาสตร์	62,800	47,231	15,569
รวมงบประมาณดำเนินการ	197,000	197,324	-324
3. งบลงทุน			
4. ค่าสาธารณูปโภค	19,700	19,700	0
รวมงบประมาณที่เสนอขอ	216,700	217,012	-324

ภาคผนวก ฅ กำหนดการและรายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

ฅ-1 กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

วันที่ 3 – 4 พฤษภาคม 2557 เวลา 08.30 – 16.30 น.

ณ อาคารปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวลา	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ
3 พ.ค. 57		
08.30 – 08.45 น.	- ลงทะเบียนและพิธีเปิด	คณะวิทยากร
08.45 – 10.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M1 เรื่อง สารและการแยกสาร	ศักดิ์ศรี สุภาธร
10.15 – 10.30 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
10.30 – 12.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M1 เรื่อง สารและการแยกสาร (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
12.00 – 13.00 น.	- รับประทานอาหารเที่ยง	รัตนาพร ทิวงพล
13.00 – 14.30 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	ศักดิ์ศรี สุภาธร
14.30 – 15.45 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
14.45 – 16.15 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
4 พ.ค. 57		
08.45 – 10.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง	กานต์ดะรัตน์ วุฒิสเลา
10.15 – 10.30 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
10.30 – 12.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
12.00 – 13.00 น.	- รับประทานอาหารเที่ยง	รัตนาพร ทิวงพล
13.00 – 14.30 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร	กานต์ดะรัตน์ วุฒิสเลา
14.30 – 15.45 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
14.45 – 16.15 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
16.15 – 16.30 น.	- ปิด	คณะวิทยากร

คณะวิทยากร	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาธร	วิทยากร
	2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	วิทยากร
	3. ดร.กานต์ดะรัตน์ วุฒิสเลา	วิทยากร
	4. นางรัตนาพร ทิวงพล	ผู้ช่วยวิทยากร
	5. นางสาวเสาวนีย์ เหล่าสิงห์	ผู้ช่วยวิทยากร
	6. นางสาวณัฐนิชา ทาอ่อน	ประสานงานทั่วไป

ภาคผนวก ณ กำหนดการและรายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

ณ-1 กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

วันที่ 3 – 4 พฤษภาคม 2557 เวลา 08.30 – 16.30 น.

ณ อาคารปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวลา	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ
3 พ.ค. 57		
08.30 – 08.45 น.	- ลงทะเบียนและพิธีเปิด	คณะวิทยากร
08.45 – 10.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M1 เรื่อง สารและการแยกสาร	ศักดิ์ศรี สุภาธร
10.15 – 10.30 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
10.30 – 12.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M1 เรื่อง สารและการแยกสาร (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
12.00 – 13.00 น.	- รับประทานอาหารเที่ยง	รัตนาพร ทิวงพล
13.00 – 14.30 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	ศักดิ์ศรี สุภาธร
14.30 – 15.45 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
14.45 – 16.15 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
4 พ.ค. 57		
08.45 – 10.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง	กานต์ตะวัน วุฒิสเลา
10.15 – 10.30 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
10.30 – 12.00 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M3 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
12.00 – 13.00 น.	- รับประทานอาหารเที่ยง	รัตนาพร ทิวงพล
13.00 – 14.30 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร	กานต์ตะวัน วุฒิสเลา
14.30 – 15.45 น.	- รับประทานอาหารว่าง	รัตนาพร ทิวงพล
14.45 – 16.15 น.	- ปฏิบัติการเคมี ISB-Chem M4 เรื่อง สารอาหาร (ต่อ)	เสาวนีย์ เหล่าสิงห์
16.15 – 16.30 น.	- พิธีปิด	คณะวิทยากร

คณะวิทยากร	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาธร	วิทยากร
	2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	วิทยากร
	3. ดร.กานต์ตะวัน วุฒิสเลา	วิทยากร
	4. นางรัตนาพร ทิวงพล	ผู้ช่วยวิทยากร
	5. นางสาวเสาวนีย์ เหล่าสิงห์	ผู้ช่วยวิทยากร
	6. นางสาวณัฐนิชา ทาอ่อน	ประสานงานทั่วไป

ณ-2 รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ “ปฏิบัติการเคมีเพื่อเสริมสร้างทักษะ
การสืบเสาะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

อาคารปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
เวลา 8.30 - 16.30 น. วันที่ 3-4 พฤษภาคม 2557

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ลายมือชื่อ	โรงเรียน	จังหวัด
1.	นางสาวนุชศรา ชุมมินทร์		โรงเรียน...	จังหวัด...
2.	นายพงศกร มรรยาท		โรงเรียน...	จังหวัด...
3.	นางสาวกัลลร สอนพิมพ์ต่อ		โรงเรียน...	จังหวัด...
4.	นางสาวมรินทร์ โทผาพงษ์		โรงเรียน...	จังหวัด...
5.	นางกาญจนา วงศ์ไชยา		โรงเรียน...	จังหวัด...
6.	นางสาวกมลารินทร์ ขาสีแสน		โรงเรียน...	จังหวัด...
7.	นางสาวจุฑามาศ มะลีลา		โรงเรียน...	จังหวัด...
8.	นายไชยา ทรมโล		โรงเรียน...	จังหวัด...
9.	นางชาวิริยะ อามู		โรงเรียน...	จังหวัด...
10.	นางสาวดารานันท์ ห้วยจันทร์		โรงเรียน...	จังหวัด...
11.	นางสาวนวลอนงค์ แก้ววงษ์		โรงเรียน...	จังหวัด...
12.	นางสาวปารุณชลี นนทะวัน		โรงเรียน...	จังหวัด...
13.	นายไผ่ พันงาม		โรงเรียน...	จังหวัด...
14.	นางสาวพณิ เสนคราม		โรงเรียน...	จังหวัด...
15.	นางพรสวรรค์ พัยคณหา		โรงเรียน...	จังหวัด...
16.	นางสาวพัชยา สันสน		โรงเรียน...	จังหวัด...
17.	นางพาฝัน วรกา		โรงเรียน...	จังหวัด...
18.	นางสาวรณันท์ ช้อยกิตติพันธ์		โรงเรียน...	จังหวัด...
19.	นายวิทยา วินาโร		โรงเรียน...	จังหวัด...
20.	นางสาววิรัช อุทุมคำ		โรงเรียน...	จังหวัด...
21.	นางสาวศิริธร อ่างแก้ว		โรงเรียน...	จังหวัด...
22.	นางสาวสงกรานต์ เจือจันทร์		โรงเรียน...	จังหวัด...
23.	นายสนทยา ช่างหม		โรงเรียน...	จังหวัด...
24.	นายสุรเดช ใจจุลละ		โรงเรียน...	จังหวัด...
25.	นางสาวอโณทัย ดาทอง		โรงเรียน...	จังหวัด...
26.	นางสาวอรรณรัตน์ ศิริ		โรงเรียน...	จังหวัด...
27.	นางอัญชลี ขาติมนตรี		โรงเรียน...	จังหวัด...
28.	นางสาวอิกมระฮ์ อาแวกะจิ		โรงเรียน...	จังหวัด...
29.	นางสาวสุกัญญา หิงาม		โรงเรียน...	จังหวัด...
30.	นางสาวนันทนา...		โรงเรียน...	จังหวัด...

