



การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ โดยใช้กิจกรรมการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมการทำนาย-สังเกต-อธิบาย

กรีฑา ภูผาดแร่

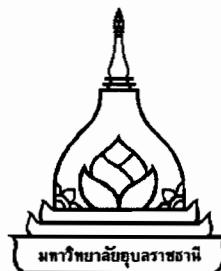
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**ENHANCEMENT OF LEARNING ACHIEVEMENT AND
INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS USING SCIENCE
INQUIRY INCORPORATED WITH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN
ACTIVITIES OF POLYMERS AND PRODUCTS**

KREETHA PHUPARDRAE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2014
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมการทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ผู้วิจัย นายกรีชา ภูวดลเร

คณะกรรมการสอบ

ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสถีย

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภायร

กรรมการ

ดร.สนธิ พลชัยยา

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภायร)

.....
อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(ดร.จุฑามาศ วงศ์ทอง)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดีเยี่ยม จากอาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภายร อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้
กรุณาให้คำแนะนำ แก่ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้น
จนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างดีเยี่ยม จึงขอ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณวไล อธิวานิพงษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ
ที่ดีสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณินิศกร แก้วกิจและครุนันทิชา ธาตุระหันที่ให้
คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ
คณะครุและนักเรียน โรงเรียนสกสคราชวิทยานุกูลที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก
ในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
อุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดามารดา และนางหัวครรภ ภูภาคแร่ ผู้ที่เคยเป็น
กำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้ และขอน้อมระลึกถึง
พระคุณของครู อาจารย์ทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดี
ประโภชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษาทั่วโลก



(นายกรีฑา ภูภาคแร่)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมการทำயา-สังเกต-อธิบาย
โดย : กรีตา ภูภาคแร่
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา : วิทยาศาสตรศึกษา
ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภายร

ศักยภาพสำคัญ : การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์
ทำนาย-สังเกต-อธิบาย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมการทำயา-สังเกต-อธิบาย จำนวน 14 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ห้อง 2 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ห้อง 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสกอตราชวิทยานุกูล จำนวน 102 คน จากการจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่ม อ่อน โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเป็นเกณฑ์ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม ด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่าง ไม่อิสระต่อ กัน พนวณนักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีร้อยละของ พัฒนาการเรียนรู้สูงสุดใน เรื่อง ยาง เท่ากับ 33.50 และมีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้ต่ำสุด ใน เรื่อง พลาสติก เท่ากับ 26.89 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความก้าวหน้าทางผลสัมฤทธิ์ ระหว่างกลุ่มของนักเรียน พนวณ นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีความก้าวหน้าทางผลสัมฤทธิ์ ต่ำกว่ากลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่นักเรียนกลุ่มเก่งมีความก้าวหน้าทาง ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างจากกลุ่มปานกลาง จากการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการ พนวณ นักเรียนมีร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมเป็น 74.73 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ABSTRACT

TITLE : ENHANCEMENT OF LEARNING ACHIEVEMENT AND INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS USING SCIENCE INQUIRY INCORPORATED WITH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN ACTIVITIES OF POLYMERS AND PRODUCTS

BY : KREETHA PHUPARDRAE

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST.PROF.SAKSRI SUPASORN, Ph. D.

KEYWORDS : SCIENCE INQUIRY / POLYMERS AND PRODUCTS / PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN

The objectives of this study were to develop students' learning achievement and integrated science process skills of polymers and products using 14 hours of science inquiry incorporated with predict-observe-explain learning activities. Samples were 102 students of Grade 12 in classroom 2 and 6 which were purposively selected from the population of Grade 12 students at Sakolrajwittayanukul School during the first academic semester of 2013. The students were categorized as high, middle and low-achieving students according to their pretest score. The dependent samples t-test analysis revealed that high-, middle-, and low-achieving students obtained post-achievement score statistically higher than that of the pre-achievement score for all case at p-value of 0.05. In addition, the ANOVA analysis reported that low-achieving students obtained the learning achievement progression significantly higher than high- and middle-achieving students at p-value of 0.05. However, the learning achievement progressions of high-achieving students and middle-achieving students were not significantly different. In addition, the percentage of students' integrated scientific process skills was in the 74.73 which was in a "Good" level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	8
2.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	17
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	32
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	32
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
3.4 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้	37
3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	47
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	
ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	49
4.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน	58
4.3 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนน่าสนใจ	64
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	68
5.2 ข้อเสนอแนะ	69
เอกสารอ้างอิง	70
ภาคผนวก	
ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ	77
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	79
ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	91
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	105
จ ตัวอย่างภาพประกอบการทำกิจกรรม	117
ฉ ตัวอย่างผลงานของนักเรียน	122
ประวัติผู้วิจัย	126

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 (สารและสมบัติของสาร) มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.2 ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	1
3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (การทดลองละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง)	33
3.2 จำนวนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์	36
3.3 เกณฑ์การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอดิเมอร์และ ผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์	48
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์	49
4.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์ พอดิเมอร์ ภายในการกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	53
4.3 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	55
4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้ เรื่อง พอดิเมอร์และ ผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	56
4.5 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกรณีศึกษา	65
ค.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน	100
ค.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน	102
๔.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์	105
๔.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์	106
๔.3 คะแนนคิดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	107
๔.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	112

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ จำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้	50
4.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยกู้่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	54
4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน	55
4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มเก่ง	57
4.5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียน กลุ่มปานกลาง	57
4.6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มอ่อน	58
4.7 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายหักษะ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	59
4.8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในการทดลองที่ 3 สมบัติของกาว	60
4.9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตั้งสมมติฐาน ในการทดลองที่ 3 สมบัติของกาว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่อยู่ในระดับ “ดี” คือ ทักษะการ	61
4.10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง ในการทดลองที่ 3 สมบัติของกาว	62
4.11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในการทดลองที่ 3 สมบัติของกาว	63
๑.1 การจัดกิจกรรม POE : เราชารถทดสอบไปร์ตินในอาหารได้อย่างไร ตัวแทนนักเรียนร่วมกันสาธิตการทดลองการทดสอบไปร์ตินในไข่ขาวแล้วให้นักเรียน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและร่วมกันอธิบายผลที่สังเกตได้ เทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ในข้อทำนาย	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
จ.2 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง กำหนดตัวแปรในการทดลอง วางแผนและออกแบบการทดลอง	119
จ.3 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันปฎิบัติการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลอง	120
จ.4 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันศึกษาความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและสรุป ความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง	121
ฉ.1 การตอบคำถามในการกำหนดตัวแปรของการทดลองในใบกิจกรรมการทดลองที่ 3	123
ฉ.2 การออกแบบวิธีการทดลองในใบกิจกรรมการทดลองที่ 3	124
ฉ.3 การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง ในใบกิจกรรมการทดลองที่ 3	125
ฉ.4 คำตอบของนักเรียนในการศึกษาความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปในใบกิจกรรม การทดลองที่ 3	125

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุบัน

โรงเรียนสกอตราชวิทยานุกูล เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษและเป็นศูนย์ของโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2554 - 2555 พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนสอบรายวิชา วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 เป็น 20.06 และ 36.33 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่า ก่อนหน้าและเฉลี่ยระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) ดังตารางที่ 1.1 โดยโรงเรียนได้ตั้งเป้าหมายในการพัฒนาผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้สูงกว่าค่าเฉลี่ยของปีที่ผ่านมา

ตารางที่ 1.1 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3
(สารและสมบัติของสาร) มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.2 ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระดับ	ปีการศึกษา 2554		ปีการศึกษา 2555	
	mean	SD	mean	SD
โรงเรียนสกอตราชวิทยานุกูล	20.60	11.46	36.33	17.77
จังหวัดสกลนคร	18.55	10.52	29.99	14.64
สพม. เขต 23	19.72	10.93	31.52	16.13
ประเทศไทย	19.82	10.98	31.46	16.19

ดังนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถ พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในปัจจุบัน พบว่าครูผู้สอน

จากการเรียนรู้โดยจะเน้นการสอนภาคบรรยาย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนเพื่อสามารถทำคะแนนสอบแข่งขันได้ ทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับโรงเรียนและระดับชาติ อีกทั้งเป้าหมายในการเรียนของผู้เรียนเองที่ต้องการนำความรู้ไปใช้สอบแข่งขันเพื่อศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา มากกว่าการที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยเหตุนี้ เมื่อนักเรียนไปพบสภาพปัญหาที่แตกต่างจากในห้องเรียนนักเรียนจึงไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น โดยครุต้องจัดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนด้วยการปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งถือว่าการทดลองเป็นหัวใจของ การเรียนการสอน เพราะนำไปสู่การฝึกให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของหลักสูตร ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นทักษะที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ผู้วิจัยในฐานครุผู้สอนจึงต้องการเน้นพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป เพราะเป็นทักษะที่สำคัญในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือกระบวนการสืบเสาะ (Scientific Inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เรื่องโดยความรู้ของผู้เรียนที่มีมาก่อนทดลองพัฒนาให้มีทักษะความรู้ในขั้นที่สูงขึ้นที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องมีการสืบค้น เสาหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ เข้ามาเผชิญหน้า (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หรือ 5E ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา(Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งสามารถพัฒนาทักษะความรู้ของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างชัดเจน มุ่งเน้นกระบวนการแก้ผู้เรียน สอนให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรม สำรวจหาความรู้ด้วยตนเอง สืบสวนสอบสวนเพื่อหาคำตอบ สำหรับปัญหาใดปัญหานั้น โดยครุเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ดังนั้น

ครุจึงต้องมีการพัฒนาระบวนการเรียนรู้ เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้มีความสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียน มีความสนใจเกิดขึ้นในสิ่งต่างๆ มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลนำไปสู่การทำของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารข้อมูลสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ และสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ (Samran, 1999; Chaowakiratipong, 2002)

จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะความรู้ขั้นสูงและทักษะทางวิทยาศาสตร์ในขั้นบูรณาการของนักเรียน ได้ เนื่องจากนักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนรู้มากขึ้น มีการฝึกปฏิบัติจริงและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลต่างๆ มาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในขั้นสร้างความสนใจของกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะช่วยกระตุ้นความอยากรู้ของนักเรียน สำหรับความคิด ความเข้าใจ และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง (วนิชา ประยูรพันธ์ และวิมล สำราญวนิช, 2553) ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ของนักเรียน ได้ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกอยากรู้เรียนรู้ มีความสนุกสนาน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์ มีความพร้อมมากขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์

1.2.1.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์

1.2.1.3 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์

1.2.1.4 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2.2.2 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเดิ่ง กลุ่มปานกลาง และ กลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2.2.3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเดิ่ง กลุ่มปานกลาง และ กลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ มีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2.2.4 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านเกณฑ์เป้าหมาย ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 – 6/15 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 15 ห้อง รวม 730 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 6/2 และ 6/6 จำนวน 102 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร โดยเลือกแบบเจาะจง

1.3.3 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 22 กรกฎาคม 2556 ถึง 30 กันยายน 2556 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง

1.3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย ได้แก่ เนื้อหาสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.3.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 แผน รวม 7 การทดลอง รวมเวลา 14 ชั่วโมง โดยแต่ละการทดลองจะเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นด้วยการสร้างความสนใจด้วยกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย

1.3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.88 ค่าความเชื่อมั่น เป็น 0.81

2) แบบรายงานกิจกรรมการทดลอง และแบบประเมินการให้คะแนน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักเรียน ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.4.2 ครูได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.4.3 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้ออื่นๆ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (science inquiry activity) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้น (National Research Council, 2000) ได้แก่

1.5.1.1 ผู้เรียนเกิดแรงงูงใจและสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Student engages in scientifically oriented questions)

1.5.1.2 ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม (Student gives priority to evidence in responding to question)

1.5.1.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Student formulates explanations from evidence)

1.5.1.4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ (Student connects explanations to scientific knowledge)

1.5.1.5 ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวข้อง (Student communicates and justifies explanations)

1.5.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยครอบคลุมด้านความเข้าใจ (Understanding) การนำไปใช้ (Applying) และการวิเคราะห์ (Analyzing)

1.5.3 นักเรียนกลุ่มเก่ง (High-achieving students) หมายถึงนักเรียนกลุ่มที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องกรด-เบส แล้วได้คะแนนมากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (สูงกว่า mean + SD)

1.5.4 นักเรียนกลุ่มปานกลาง (Middle-achieving students) หมายถึงนักเรียนกลุ่มที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องกรด-เบส แล้วได้คะแนนอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดคลบด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean - SD) และค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean + SD)

1.5.5 นักเรียนกลุ่มอ่อน (Low-achieving students) หมายถึงนักเรียนกลุ่มที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องกรด-เบส แล้วได้คะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดคลบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ต่ำกว่า mean - SD)

1.5.6 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated science process skills score) หมายถึง คะแนนจากการวัดโดยแบบประเมินการให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้าง และพัฒนาขึ้น เพื่อวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ในการวิจัยนี้ ได้กำหนดเป็น 4 ด้าน ที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียน คือ

1.5.6.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 15

1.5.6.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 15

1.5.6.3 ทักษะการทดลอง มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 40 ประกอบด้วย ทักษะการออกแบบและการวางแผนการทดลอง ทักษะปฏิบัติการทดลอง และทักษะการออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง ซึ่งมีน้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 15, 15 และ 10 ตามลำดับ

1.5.6.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 30 ประกอบด้วย ทักษะการตีความหมายข้อมูล (วิเคราะห์และประมวลผล) และทักษะการลงข้อสรุป (สรุปความสัมพันธ์) โดยมีน้ำหนักคะแนนเป็นร้อยละ 15 และ 15 ตามลำดับ

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้วิเคราะห์และวัดทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ ทั้งนี้ เพราะกิจกรรมครั้งนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะนี้อยกว่าที่ควรจะวัดทักษะนี้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

- (1) กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- (2) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- (3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนคือกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบหนึ่งที่เหมาะสมในวิชาวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ระเบียบ อนันตพงษ์ (2550 ; ข้างต้นจาก National Science Foundation (NSF), 2000) กล่าวว่าการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีกระบวนการค้นหา ธรรมชาติและก่อให้เกิดคำถาม ค้นหาและทดสอบเพื่อความเข้าใจ นอกเหนือนักเรียนยังมีส่วนร่วม เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ พัฒนาความเข้าใจความคิดทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อรัญญา สถิติไพบูลย์ (2553 ; ข้างต้นจาก Michalsky & Mevarech, 2005) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้ และผู้ที่ให้คำจำกัดความ โดยสูญญ์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีต้นกำเนิดจาก นักวิทยาศาสตร์ ครูและ นักเรียน เริ่มจากการถามคำถามที่สงสัยและเป็นปัญหา ที่สามารถสืบค้นหา คำตอบและได้สื่อสารคำตอบออกมานาได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คุณเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางสังคมได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยา (2550) การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้มีมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า

จันทร์จิรา ภัมรศิลป์ประธรรม (2551 ; อ้างอิงจาก National Science Education Standard (NSES) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC), 2000) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสังเกต การตั้งคำถาม การรวบรวมหลักฐานข้อมูล ต่างๆ วางแผนตรวจสอบ ทบทวนสิ่งที่ค้นพบ เพื่อหาหลักฐานการทดลอง ใช้เครื่องมือในการ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และตีความข้อมูล เสนอคำตอบ อธิบายและทำนายคำตอบ ซึ่งต้องมีการ สรุปความ ใช้ความคิดวิจารณญาณและมีเหตุผล รวมถึงการอธิบายที่หลากหลาย แล้วสื่อสารผล ที่ได้รับโดยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

จากการให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ เป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการ ค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีระบบเพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่างๆ เริ่มจากการถามคำถามที่สงสัย และเป็นปัญหาที่สามารถสืบค้นหาคำตอบได้ จากนั้นก็เสาหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วย วิธีการต่างๆ จากข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ด้วยกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้สอนชี้แนะ ให้ดำเนินไปอย่างถูกต้อง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการ รับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูล ไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน

ดังนั้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสอนที่เน้นให้นักเรียน ใช้การค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองอย่างมีระบบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอน

กระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิดและเกิดความคิด ลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักการใช้เหตุผล และหลักฐานมาสนับสนุนข้อมูล เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่นักเรียน จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

2.1.2 องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับของการสืบเสาะหาความรู้มีหลายระดับขึ้นอยู่กับบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรม มีนักการศึกษาได้ให้องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

National Research Council (2000) ได้ให้ลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ว่าสามารถพัฒนาทักษะความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนที่มีมาก่อน ตลอดจนพัฒนาให้มีระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ 5 ประการ ซึ่งในแต่ละประการนั้นสามารถพัฒนาทักษะความรู้ในขั้นต่างๆ ของผู้เรียนได้ ในแต่ละประการนั้นครูและนักเรียนมีบทบาทมากน้อยที่แตกต่างกัน ดังนี้

(1) ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Student engages in scientifically oriented questions) คำามทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน และนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบได้ โดยครูมีบทบาทในการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย และเกิดเป็นปัญหา

(2) ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐาน ที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม (Student gives priority to evidence in responding to question) ผู้เรียนจะต้องสามารถวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล และจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้

(3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Student formulates explanations from evidence) ผู้เรียนจะต้องสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้

(4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเบริ่งเทียบกับ คำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ (Student connects explanations to scientific knowledge) ผู้เรียน

จะต้องสามารถเชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับ กฏ ทฤษฎีหรืองานวิจัยซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วได้ ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ที่ผู้เรียนได้อ่านมา

(5) ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวข้อง (Student communicates and justifies explanations) ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ คือ สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) กล่าวถึงแนวทางปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

(1) ผู้สอนมีกระบวนการสอน/กิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ในเรื่องที่จะเรียน จนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้

(2) ผู้สอนมีเอกสาร วัสดุ หรือสื่อที่ผู้เรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน

(3) ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้/คำตอบโดยใช้กระบวนการหาความรู้ที่เหมาะสม

(4) ผู้สอนมีการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการศึกษาวิเคราะห์ และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียน เช่น ทักษะการวิเคราะห์สิ่งที่อ่าน การนำเสนอข้อมูลการอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่ม

จันทร์จิรา ภัณฑศิลป์ธรรม (2551 ; อ้างอิงจาก National Science Education Standard (NSES) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC), 2000) กำหนดการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนที่ต้องเรียนประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่สำคัญและแสดงระดับของการสืบเสาะหาความรู้ คือ

(1) นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์
 (2) นักเรียนค้นหาหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถาม

(3) นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานต่างๆ
 (4) นักเรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สามารถอธิบายความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
 (5) นักเรียนสื่อสารคำอธิบายของตนและโต้แย้งด้วยเหตุผล

จากองค์ประกอบและลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังที่นักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้ เริ่มจากทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจ

ในคำถาน เมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนจะนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบได้ โดยครูนิบทนาในการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้สอดคล้องกับกระบวนการที่จะหาคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมหลักฐาน ข้อมูล เพื่อนำอธิบายในการตอบตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้ แล้วสื่อสารและแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามตามที่เกี่ยวข้อง โดยอธิบายองค์ที่ได้จากการกระบวนการบันทึกความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.3 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่ห้องเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากการเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลาหนึ่งหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาน กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจอย่างใด ก็สามารถเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถานที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษามีความที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแยกแยะรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นอย่างหลากหลาย

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถานที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเท็จหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสาร อ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

(3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเท็จ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ トイແย়েংกับ

สมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

(4) **ขั้นขยายความรู้** (Elaboration) เป็นการนำ ความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้กันไว้เพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้เชิงนโยบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็ช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) **ขั้นประเมิน** (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมagan้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จะแบ่งเป็นขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ คือ การตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่ผลสรุป การสำรวจ การทดลอง และการอภิปรายและสรุปผล

การวิจัยในครั้นนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย เกิดคำถามทางวิทยาศาสตร์แล้วเกิดเป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(2) ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ได้

(3) ขั้นสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

(4) ขั้นเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎี หรืองานวิจัย ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมเปรียบเทียบกับคำอธิบายอื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ว่า เมื่อันหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ได้อย่างไร

(5) ขั้นสื่อสารวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผล เพื่อตอบคำถามที่เกี่ยวข้องที่สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำอธิบายบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2.1.4.1 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

การสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเกิด การค้นพบ และความเข้าใจในหลักการของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าและ จำได้นานกว่า

วิทวัฒน์ ขัตติยะมาน และอมรวรรณ วีระธรรม โภ (2549) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเอง มีความอყารรูปมาก เห็นตลอดเวลา

(2) นักเรียนมีโอกาสฝึกความคิด และฝึกการปฏิบัติ ได้รู้จักวิธีกระบวนการ ความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

(3) นักเรียนสามารถเรียนรู้ในมิติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็ว

(4) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

(5) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

(6) ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และ จำได้นานสามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

(7) เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีความอิสรภาพ มีชีวิตชีวาและ สนุกสนานกับการเรียนรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้เขียนถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า

(1) เป็นการพัฒนาศักยภาพทางค้านสติปัญญาคือให้คลาดขึ้นเป็นนักคิด ริเริ่มสร้างสรรค์เป็นนักจัดการเบื้องต้น

(2) การค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียน แบบท่องจำ

(3) ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีทางค้นพบ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

(4) ช่วยให้จำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายทอดความรู้ได้

(5) นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้เกิดการเรียนที่มี ความหมาย และเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา

(6) ช่วยพัฒนาโน้นทัศน์แก่ผู้เรียน

(7) พัฒนานักเรียนให้มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์



(8) ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่า จะทำการสิ่งใดๆ จะสำเร็จด้วยตนเองตามารถคิดและหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

(9) นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหา และพัฒนาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

(10) สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.1.4.2 ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

วิทวัฒน์ ขัตติยะман แหลมลวนรรณ วีระธรรมโน (2549) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้วังนี้

(1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

(2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้สัมภัยเปลกใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของการสอนวิธีนี้ มุ่งความคุณพุทธิกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

(3) นักเรียนที่มีสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

(4) นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอดอนคำรามได้แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้สรุปข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ไว้วังนี้

(1) ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่อง 478 ไม่ครบตามที่กำหนดไว้

(2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้าง ไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

(3) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

(4) เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการสอน

(5) ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

(6) ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

(7) ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้

จากลักษณะดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ ช่วยเพิ่มศักยภาพทางสติปัญญา นักเรียนมีโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองได้ดีขึ้น ได้ศึกษาหาความรู้และคิดแก้ปัญหาเกิดการค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน การสอน มีเขตคิดที่ดีทางวิทยาศาสตร์ส่วนข้อจำกัดคือใช้เวลามาก ครุต้องเข้าใจบทบาทของตนเอง ต้องใช้เวลาในการวางแผน และถ้านักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำจะไม่ประสบผลสำเร็จ

2.1.5 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการทดลองในการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

2.1.5.1 มีการเตรียมล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความมั่นใจในเนื้อหาของบทเรียนดังนี้ ดังนี้

- 1) ทำการทดลองก่อนเข้าสอน เพื่อศึกษาผลการทดลอง หรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง
- 2) ตรวจสอบและปรับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง
- 3) จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้ทดลอง
- 4) วางแผนการใช้คำานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำนักเรียนไปสู่

ข้อสรุป

2.1.5.2 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยปฏิบัติตามนี้

- 1) เปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา และตอบคำถามต่างๆ ด้วยตนเอง
- 2) กระตุนให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง
- 3) กระตุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย

2.1.5.3 ครูควรเลือกใช้คำานที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน

2.1.5.4 เมื่อนักเรียนมีคำาน ครูอย่ารีบออกคำตอบทันที ควรแนะนำให้นักเรียนมีส่วนช่วยในการหาคำตอบบ้าง

2.1.5.5 ครูควรให้นักเรียนเข้าใจว่าครูไม่ใช่ผู้รู้ปัญหาทุกอย่าง เพื่อให้นักเรียนและครูได้มีโอกาสในการหาคำตอบร่วมกัน

2.1.5.6 ครูควรให้นักเรียนสรุปความคิดเห็นหรือสรุปผลการทดลองอย่างนี้ เหตุผล ได้ด้วยตนเอง

2.1.5.7 ครูควรแนะนำให้นักเรียนทดลองซ้ำ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มั่นใจขึ้น จึงจะสรุปผลการทดลอง

2.1.5.8 ครูควรใช้วิธีสอนแบบอื่นๆ ช่วยในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในโอกาสที่เหมาะสม

2.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

สิวพร สุวรรณเจริญ (2552) ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแనวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ (small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายโดยภาพรวม (big idea) ของปรากฏการณ์ใดๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ด้วยวิธีการต่างๆ ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

สุรีย์ สุชาติโนบล (2549) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงหลักและกฎ ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่นฝึกสังเกต บันทึกข้อมูล หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

สิวพร สุวรรณเจริญ (2552; อ้างอิงจาก วรรณพิพา รอดแรงค์, 2546) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills)

ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะ หาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ

จากความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ และการฝึกฝน ความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งเป็นทักษะทางสติปัญญา ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

2.2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาค้นคว้า ทดลองเพื่อหาข้อมูลความจริงเพื่อแก้ปัญหา และพิสูจน์กฏเกณฑ์บางอย่าง และใช้เกณฑ์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science, 1989) แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นพสมหรือขั้นบูรณาการ (integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้

2.2.2.1 ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น ประกอบด้วย 8 ทักษะ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะการคำนวณ
- 4) ทักษะการจำแนกประเภท
- 5) ทักษะการหาความความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา
- 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 8) ทักษะพยากรณ์

2.2.2.2 ทักษะขั้นพสมหรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 4) ทักษะการทดลอง
- 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้คำว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติการ และการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ จนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยทักษะต่างๆ 4 ทักษะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาไว้ล่วงหน้านี้ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความ ที่บอกร่วมกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังจากการทดลอง เพื่อหาคำตอบสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

การตั้งสมมติฐานมักนิยมเขียนในรูป ถ้า ... ดังนั้น ...

ตัวอย่างเช่น ถ้าความร้อนมีผลต่อการสูญของผลไม้ ดังนั้น ผลไม้ที่ได้รับความร้อนจากการวางไว้กลางแดดจะสูญเสียก่อให้ผลไม้ที่ไม่ได้วางไว้กลางแดด

(2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying operationally) หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

(2.1) ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้นๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการคุ้ว่าก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

(2.2) ตัวแปรตาม คือ ตัวแปรที่เป็นผลมาจากการตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไปตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

(2.3) ตัวแปรควบคุม หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่นๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตามซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน

(3) ทักษะการทดลอง

ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการทดลอง ประกอบด้วย กิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

(3.1) การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองก่อนการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ หรือวัสดุที่ใช้

(3.2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

(3.3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

(4) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)หมายถึง การแปลความหมายข้อมูล หรือบรรยายลักษณะหรือสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ บางครั้งต้องอาศัยทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น แล้วลงข้อสรุป ความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ธวัช ยะสุคា (2553) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 15 คาบ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ผลภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอุ้มผางวิทยาคม โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะแบบ 5E เริ่มจากขั้นสร้างความสนใจโดยการใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในกระบวนการตื้นความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นให้ตั้งคำถามที่สนใจเพื่อหาคำตอบในขั้นสำรวจและค้นหา หลังจากนั้นนักเรียนก็สร้างคำอธิบาย จากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจและเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้วิทยาศาสตร์และขยายความรู้ โดยการประยุกต์ใช้ความรู้จากขั้นการสำรวจเพื่ออธิบาย เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่ และในขั้นสุดท้ายคือ การประเมินผล ซึ่งเป็นการประเมินผลการทำกิจกรรมตั้งแต่ขั้นที่ 1-4 และมีการทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมผลการวิจัยพบว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นั้นสามารถทำให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ผลภูมิ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เพราะการเรียนแบบสืบเสาะเป็นการเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างองค์ความรู้ ของนักเรียนเอง สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น นอกจากนี้ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สูง มีแนวโน้มของคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ผลภูมิสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจาก การที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน ทำให้มีความสามารถตอบสนอง

ต่อการเรียนรู้ได้แตกต่างกัน ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับระยะเวลาและเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียน การสอน และนักเรียนแต่ละคนจะมีความสามารถแตกต่างกัน เช่น การสังเกต ความสนใจ ความสนใจในการเรียน ตลอดจนความแตกต่างที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลถึงความสามารถในการควบคุมการเรียนรู้การจดจำ และการคิด ความสามารถด้านนี้ ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการคิดภายในตัวผู้เรียนด้านต่างๆ เช่น การตั้งใจเรียน การเลือกรับรู้ ซึ่งอาจมีผลทำให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี มีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ได้ดี เช่นกัน การจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถสอดแทรกเข้าไป ในขั้นขยายความรู้ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีสถานการณ์ให้นักเรียนได้ลองใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาแก้ปัญahan นั้นจะทำให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น ด้วย

สุธี พลดี และศักดิ์ศรี สุภायร (2554) ได้จัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคริบุญยานนท์ จำนวน 18 คาบ โดยมีการวิเคราะห์ คะแนนทดสอบก่อนเรียนเพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และจากการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนความก้าวหน้า ทางการเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มอ่อนมีร้อยละของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำกว่า กลุ่มปานกลาง และต่ำกว่ากลุ่มสูง โดยกลุ่มปานกลางมีร้อยละของคะแนนความก้าวหน้า ทางการเรียนไม่แตกต่างกับกลุ่มสูง จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เหมาะสมสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มเก่ง และ กลุ่มปานกลาง ปานกลางเนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบเสาะหา คำตอบของปัญหาด้วยตนเองเอง โดยใช้กระบวนการทดลอง หรือทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่ง นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีความคุ้นเคยกับวิธีการสืบเสาะหาความรู้อยู่แล้ว ประกอบกับนักเรียน ทั้งสองกลุ่มนี้มีความสนใจ และรับผิดชอบในการเรียน จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่งผลให้มี ร้อยละความก้าวหน้าในการเรียนในระดับที่สูง

คลารีน อับดุลราฮุน, อัญชลี สำเกา และศักดิ์ศรี สุภायร (2555) ได้จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนร่วมกันร่วมกับกิจกรรมสืบเสาะที่เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคณารายณ์บำรุง 2 โดยจัดการเรียนรู้ รวม 26 คาบ ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนร่วมกันเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อตนเองและต่อกลุ่ม มีการอภิปราย แสดงความคิดเห็น มีป้าหมายร่วมกัน มีการช่วยเหลือกัน ทำให้นักเรียนที่เก่งกว่า ได้ช่วยเหลือให้การเอาใจใส่นักเรียนที่อ่อนกว่า โดยมีความเท่าเทียมกันของคะแนนและผลงานกลุ่ม ส่วนการกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเนื่องจากนักเรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการทำโครงการนักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการสำรวจหาความรู้ มีความสามารถในการถ่ายทอดการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้ ฝึกให้นักเรียนได้ใช้วิธีการทำงานวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่างๆ หรือศึกษาสิ่งที่สนใจ เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตัวของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถนำกระบวนการเหล่านี้มาปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนการใช้วิธีการทำงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

ศรีบุญตาม โจมศรี (2553) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังโน้มติพบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 27.07 คะแนน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.04 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่เป็นเช่นนี้ เพราะผู้วิจัยได้ใช้แผนผังโน้มติ ในขั้นประเมิน (Evaluation) เนื่องจากมโนมติคือความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอน ความเข้าใจของตนเอง การรู้จักนำเสนอข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน ดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจสอบมโนมติที่เกิดขึ้นของนักเรียนว่าครอบคลุมเนื้อหาหรือมีความสอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์หรือไม่เพียงใดและเพื่อจะทำให้นักเรียนจำได้ง่าย มีความคงทนในการจำ มติในรูปแผนผังโน้มติที่นักเรียนได้สร้างขึ้นนั้น สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ต่อไป แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิถีกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (SE) ร่วมกับแผนผังโน้มติทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ และแผนผังโน้มติยังช่วยสรุปเนื้อหา ประยุกต์เวลาในการอ่านบททวนเนื้อหาสามารถจำแนกเนื้อหาเกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ ของเนื้อหาและเชื่อมโยงเนื้อหาได้เป็นลำดับขั้น ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่ม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม กล้าแสดงออก มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน ตลอดจนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้พัฒนากระบวนการคิดโดยการสรุปและสามารถจัดลำดับความสำคัญ

ของเรื่องที่เรียนได้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ และเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้

รติพร ศรีลดาเดา (2552) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านวิเคราะห์ ความสำคัญ ด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้านวิเคราะห์หลักการ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ รายด้าน ความคิดเชิงวิพากษ์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็นการสอนสืบเสาะเน้นพัฒนาทาง สติปัญญาของนักเรียนตามทฤษฎีการพัฒนาการของ Piaget ในเรื่องการปรับตัวแบบปรับขยาย โครงสร้างปฏิบัติการคิด และการปรับรือโครงสร้าง ปฏิบัติการความคิดซึ่งนักเรียนได้จากขั้นสำรวจ การสร้างแนวความคิดและการนำแนวความคิดไปใช้ ในช่วงนี้นักเรียนจะมีการปรับตัวและ ปรับเปลี่ยนหรือรื้อโครงสร้างแนวความคิดเดิมแล้วนำเอาแนวความคิดใหม่เข้ามาแทนที่จนกระทั่ง ได้แนวความคิดที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะทางปัญญา และสามารถพัฒนา เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 5 ขั้น เป็นกิจกรรมที่เน้นพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา หรือการแสวงหา ความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อแสวงหาความรู้และค้นพบคำตอบด้วยตนเอง มีผู้สอน เป็นผู้เร้าความสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ คิดหาคำตอบ ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้ ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

อรัญญา สถิต ไพบูลย์ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และ แก๊ส คิดเป็นร้อยละ 80.00, 84.00 และ 76.00 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะผู้วิจัยได้กระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้นด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น ของจริง รูปภาพ ขั้นการสำรวจ และค้นหาผู้วิจัยมีกิจกรรมที่ใช้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และเปลี่ยน ความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และเรียนอ่อน ทำให้เข้าใจเนื้อหา ที่เรียนมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนจะมีทักษะในการสืบค้นข้อมูลโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต วารสาร หนังสือพิมพ์ ซึ่งต้องใช้วิจารณญาณในการพิจารณาเลือกข้อมูลที่มีข้อเท็จจริงมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมานำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องเรียน ได้รับความรู้ด้วย นักเรียนยังได้ฝึกทักษะ

การออกแบบการทดลองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือข้อสงสัย ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน กระตือรือร้น กับการเรียนตลอดเวลาซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กนกรรัม พลายา (2549) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นเช่นนี้ เพราะผู้วิจัยได้นำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมาใช้ร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ร่วมกันคิดร่วมกันทำงาน เรียนรู้จากกันและกัน สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้จะสอดคล้องกับบริบททางสังคมของนักเรียน เพราะที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายบางคน ไม่ค่อยกล้าแสดงออก มีนักเรียนส่วนน้อยที่อาสาขอตอบคำถาม และที่พบบ่อยนักเรียนที่ตอบคำถามมักเป็นคนเดียว ส่วนคนอื่นๆ ขาดโอกาสแสดงความคิด สภาพการเรียนการสอนไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยได้นำเอาเทคนิค STAD TGT และ JIGSAW II มาใช้ร่วมสอนกับการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละเทคนิคจะเลือกใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรม โดยเทคนิค STAD เน้นการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม เทคนิค TGT ใช้กับเนื้อหาที่เหมาะสมกับการนำมาร่วมกันทำเป็นเกมการแข่งขันระหว่างทีมทำให้นักเรียนสนุกสนานในการเรียน ส่วนเทคนิค JIGSAW II ใช้กับเนื้อหาที่เป็นอิสระต่อกันและทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ ในขั้นสร้างความสนใจ ครุต้องมีการเตรียมกิจกรรม และสื่อที่หลากหลายในการดึงดูดความสนใจเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาได้ และในขั้นการสำรวจและค้นหา ควรเตรียมข้อมูลหรือสื่อการเรียนอย่างหลากหลายให้มากพอสำหรับการค้นข้อมูลของนักเรียน และจัดให้มีเวลาเพียงพอในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน การสอนที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ได้ปรึกษา และร่วมมือกันในการทำงาน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความก้าวหน้าในการเรียน เกิดทักษะทางสังคม และนักเรียนมีพัฒนาด้านการเรียนรู้และด้านทักษะการเรียนเพิ่มขึ้น สิ่งสำคัญของการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก็คือ การให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังแต่การกำหนดปัญหา การสำรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆ จากกฎและทฤษฎีต่างๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือแก้ปัญหา จากการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นรูปแบบที่ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะการคิด นำไปสู่การพัฒนาความรู้ขึ้นสูง และทักษะทางวิทยาศาสตร์ขึ้นสมของนักเรียนสูงขึ้นได้

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

อุบลวรรณ ไหทอง (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ไฟฟ้าเคมี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมตระการพีชพล จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 47 คน พ布ว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าร้อยละ 70 โดยมีทักษะการสังเกตมากที่สุดแต่ทักษะการคิดความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปน้อยที่สุด โดยภาพรวมนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 75.81 แสดงว่าเมื่อจัดการเรียนรู้ POE เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยนักเรียนสามารถทำงาน ด้วยสมมติฐาน วางแผนการทดลอง สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองได้ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ และพบว่า�ักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาชัดเจนมากยิ่งขึ้น และจากการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มทำให้นักเรียนที่เก่งช่วยอธิบายให้กับนักเรียนที่เรียนอ่อนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นด้วย

ล้ำพูน สิงห์ฯ (2555) ได้ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเข้าใจในทักษะน์ติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย จำนวน 46 คน ของโรงเรียนสุวรรณภูมิวิทยาลัย อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหั้ง 6 ด้านอยู่ระหว่าง 0.68 - 1.35 โดยนักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับปานกลาง และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้ เพราะวิธีการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายช่วยเพิ่มระดับการมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนให้สูงขึ้น นักเรียนมีความสนใจเรียนวิชาเคมี มีทักษะในการ

แก้ปัญหา มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นทีม และมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต และความเข้าใจในทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับสมบูรณ์ (CU) และระดับไม่สมบูรณ์ (PU) สูงขึ้น และมีความเข้าใจในทัศน์ในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ระดับคลาดเคลื่อน (AC) และระดับไม่เข้าใจ (NU) ลดลง โดยนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนในทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงสุด คือ ร้อยละ 76.09 และคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 67.40 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 56.52 พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 50.00 ตัวร่างตัวหน่าวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ร้อยละ 30.43 และพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี น้อยสุด คือ ร้อยละ 28.26 ทั้งนี้ เพราะวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับในทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมการเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์แล้วให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนจะต้องลงมือทดลอง สังเกต หรือหาทางพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครุสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและขึ้นสูดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายและสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้

จากการวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับในทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยให้นักเรียนลงมือทดลอง สังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครุสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขึ้นสูดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

เยาวเรศ ใจเย็น (2547) ได้สำรวจและวิเคราะห์แนวคิดและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในเรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแนวคิดและทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานในเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 125 คน จากโรงเรียน 3 แห่งในจังหวัดจันทบุรี นักเรียนเหล่านี้ตอบคำถามในแบบสำรวจแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามแบบอัดแน่นและแบบปรนัยจำนวนทั้งสิ้น 17 ข้อ ผลการวิจัย

พบว่า โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีหลากหลายซึ่งรวมถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนด้วยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นด้วยว่าสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีคือ นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดพื้นฐานบางแนวคิด เช่น แนวคิดเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย แนวคิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และยังพบด้วยว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องสมดุลเคมี ยกเว้น ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรต้นและทักษะการตั้งสมมติฐาน อาจเกิดขึ้นจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่องสมดุลเคมีในบางแนวคิด ส่งผลให้นักเรียนเหล่านี้ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการทดลองเกิดจากความตื่นเนื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการสรุปผลการทดลองเป็นนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าการที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลที่ได้จากการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมดุลเคมีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในเรื่องสมดุลเคมี

สิริพร สุวรรณเจริญ (2552) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนราษฎร์นารายณ์-วิทยา จังหวัดสกลนคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ นักเรียนได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 79.20 ในภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณาแต่ละขั้นพบว่า ทักษะในการตั้งสมมติฐาน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนทักษะในด้านนี้มากนัก เพราะในการเรียนจากหนังสือเรียนส่วนมากแล้วจะได้รับการฝึกฝนในทักษะการทดลอง สรุปผล และอภิปรายผลมากกว่าทักษะอื่นๆ และคะแนนแนวโน้มผลลัพธ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมเคมีสูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้นเนื่องจากในการทำกิจกรรมแต่ละเรื่องนักเรียนได้ศึกษาเอกสารอ่านประกอบในแต่ละกิจกรรมพร้อมทั้งได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น จึงทำให้ได้คะแนนสูงขึ้น

จากการวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมที่พัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย และหนึ่งในกระบวนการนั้นคือรูปแบบการเรียนแบบสืบเสาะ

ซึ่งในการจัดกิจกรรมต้องฝึกฝนให้นักเรียนทักษะในหลายด้านๆ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรต้นและทักษะการตั้งสมมุติฐาน ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จากการที่นักเรียนเข้าใจในทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ แล้วจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่นๆ ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการทดลองเกิดจากความต่อเนื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต้น ดังจะเห็นได้จากนักเรียนที่มีทักษะในการทดลอง จะส่งผลให้เกิดทักษะในการการรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลองด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่า การที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้ นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเนื้อหา ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งช่วยสนับสนุนในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

2.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์

ตารางที่ 1 ปีกัญจน์, กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสถีย และสายสมร จำลอง (2553) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับคลิปวีดีโอagara ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปทุมราชวิทยา อำเภอปทุมราชวิทยา จังหวัดอำนาจเจริญ ในภาคเรียนที่ 1/2553 จำนวน 39 คน ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพราะนักเรียนได้ทำการทดสอบอย่างครบถ้วน ทั้งฝึกการเขียน สิงที่รู้ สิงที่อยากรู้ สิงที่เรียนรู้ และฝึกคิด ออกแบบ การทดลอง ปฏิบัติการทดลอง สรุปผลด้วยตนเองตามหลักของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และนักเรียนมีเขตคิดทางวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพียงอย่างเดียว ทำให้นักเรียนได้ลงมือคิด ทำปฏิบัติการจริง แต่อย่างไรก็ตาม ก่อนทำปฏิบัติการ ถ้าได้ทราบว่านักเรียนเคยรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อนหรือไม่เป็นการตรวจสอบความรู้เดิม และครูได้ต่อยอดความรู้นั้นต่อไป ทั้งนักเรียนได้เขียนสรุปสิงที่เรียนรู้หลังจากได้เรียนไปแล้ว ซึ่งทำให้นักเรียนมีความคิดว่าวันนี้ได้เรียนอะไรมาบ้าง

สันติ พันธุ์ชัย (2553) "ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ และด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และ ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนคัวขับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม จำนวน 33 คน ผลการวิจัย

พบว่า�ักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อายุร่วมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะการเรียนด้วยบทปฎิบัติการวิทยาศาสตร์นั่งเน้นให้นักเรียนต้องปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทุกขั้นตอน โดยมีบทปฎิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือคิดค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน นักเรียนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฎิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 สูงกว่าระดับดี เพราะการเรียนด้วยบทปฎิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมปฎิบัติการทดลองที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านการปฎิบัติอย่างอิสระจึงเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะปฎิบัติ อายุร่วงจัง ถูกต้อง และใช้อุปกรณ์ทางการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฎิบัติการโดยรวมทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ย 4.42 สูงกว่าระดับมาก เพราะการเรียนด้วยบทปฎิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระนักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองร่วมกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียน ฝึกการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองคืนพนความรู้ใหม่จากการปฎิบัติการทดลองจริง ซึ่งจาก การสังเกตของผู้วิจัย ในการทำการทดลองของนักเรียนในบทปฎิบัติการเรื่องปฎิกริยาควบหรือเติม ที่สามารถศึกษาปฎิกริยาแบบควบแน่น ทำให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น มีความกระตือรือร้นรู้สึกสนุกสนานในการเรียนและบรรยายการเรียนไม่เคร่งเครียดส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ นั้นสามารถใช้เทคนิคและรูปแบบการสอนที่หลากหลายซึ่งจะมี จุดเด่น และจุดด้อย ที่ต่างกัน แต่สามารถเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้เพิ่มขึ้นได้ จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่า เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคต่างๆ แล้ว นักเรียนสามารถที่จะแก้ปัญหา สามารถนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อนักเรียนมีการทำงานเป็นทีม ช่วยกันคิด ช่วยกันแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้สู่สิ่งที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน รู้จักการทำงานเป็นทีม มีเหตุมีผล และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกคนอื่น นอกจากนี้การเรียนรู้จากสื่อที่หลากหลายจะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนด้วย

สรุปผลการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีข้อดีคือ เป็นวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยครูเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถาม เกิดความคิด

และลงมือแสวงหาความรู้ รู้จักการใช้เหตุผลประกอบการพิจารณาหาคำตอบหรือข้อสรุปค่าวัตถุเอง โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ สิ่งสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก็คือการให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆ มาใช้เพื่อขอเชิญชวนภัยการณ์ธรรมชาติหรือแก้ปัญหา ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาผลลัพธ์ที่ในวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในแต่ละขั้นของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการคิด ให้นักเรียนมีโอกาสที่จะแสดงความคิดระหว่างเพื่อนร่วมชั้น ครุยวรรณิการสร้างสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา มีเทคนิคการใช้คำานิที่ส่งเสริมการคิดเชิงสาสารณทำให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีเหตุผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้รูปแบบการสอนสืบเสาะแบบ 5E ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.3.4.1 ขั้นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย เกิดคำานิทางวิทยาศาสตร์แล้วเกิดเป็นปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบ ค่าวัตถุกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนนี้ครุยวรรณิการจัดกิจกรรมการเรียนแบบ POE ที่จะเป็นคำานิและเชื่อมโยงในเรื่องที่จะเรียน

2.3.4.2 ขั้นเก็บรวบรวมหลักฐานและ/หรือลำดับความสำคัญของหลักฐาน ที่สามารถใช้สร้างคำานิที่เพื่อตอบคำานิ พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำานิที่ตั้งไว้ได้ เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองและเก็บข้อมูล

2.3.4.3 ขั้นสร้างคำานิจากหลักฐานหรือข้อมูลที่มีได้ เพื่อตอบคำานิทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาตอบคำานิที่มีก่อนเริ่มเรียน

2.3.4.4 ขั้นเชื่อมโยงคำานิที่เข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฏ ทฤษฎี หรืองานวิจัยซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว พร้อมเปรียบเทียบกับคำานิที่อื่นๆ ที่อาจเป็นไปได้ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากหลักฐานและความรู้ได้อย่างไร เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฏ หรือทฤษฎี ต่างๆ มาอธิบายข้อมูลที่ได้

2.3.4.5 ขั้นสื่อสารวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผล เพื่อตอบคำานิที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถอธิบายองค์ความรู้ ให้เหตุผลประกอบคำานิที่นั้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่นำเสนอความรู้ต่างๆ ที่ได้สร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเอง แล้วนำเสนอในห้องเรียน

ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกเนื้อหา ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่มีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในและเกิดคำานิทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

และสามารถนำความรู้นั้นมาสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง พัฒนาระบวนการคิดให้เกิดเป็นความรู้ขึ้นสูงขึ้นขึ้นความรู้ความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ได้ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เรืองศักดิ์ ไตรพีน (2549) ที่ได้จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อกระตุ้นความอยากรู้ อยากรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนอยากรถอยต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการสำรวจแนวความคิด ความเข้าใจ และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่มีรูปแบบสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวันของนักเรียน จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนใจเป็นพิเศษ (น้ำค้างจันเสริม, 2551) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ยังทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สังเกตทดลองและสืบค้นด้วยตนเองแล้วนำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้นๆ (สงกรานต์ มูลครีแก้ว, 2553)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์ พอลิเมอร์ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

- (1) แบบแผนการวิจัย
- (2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- (3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- (4) การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

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

โดย O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

O_2 คือ การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

X คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 15 ห้อง รวม 730 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 และ 6/6 จำนวน 102 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสกอตราชาวิทยานุกูล อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร โดยเลือกแบบเจาะจง จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์และ พลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 แผน รวม 7 การทดลอง ใช้เวลา 14 ชั่วโมง โดยแต่ละการทดลองจะเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นด้วยการสร้างความสนใจด้วยกิจกรรม ทำนาย-สังเกต-อธิบาย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

(การทดลองละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง)

แผนการเรียนรู้	การทดลองแบบสืบเสาะ	กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย
พอลิเมอร์ธรรมชาติในน้ำนม	การทดลองโดยการตัดตอนไปรดีนเคชินในน้ำนมจากผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว	เคชินที่แยกแล้ว รูปภาพ พลิตภัณฑ์ที่ทำจากเคชิน
พอลิเมอร์คุณน้ำ	สมบัติของพอลิเมอร์คุณน้ำ	แพมเพิร์สคุณน้ำ
การเกิดพอลิเมอร์เชื่อมขวาง	การแสดงสมบัติของการเชื่อมขวางที่ทำเสร็จแล้ว	ตัวอย่างการพอลิเมอร์เชื่อมขวางที่ทำเสร็จแล้ว
สมบัติของโฟม	การลดขนาดโฟม	ชามโฟมหาย
สมบัติของพลาสติก	สมบัติบางประการของพลาสติก	แยกประเภทพลาสติก
เส้นใยและสมบัติของเส้นใย	ทดสอบการดึงเนื้อเทป	การสังเคราะห์เส้นใยในลอน
สมบัติของยาง	พอลิเมอร์ธรรมชาติในต้นยางพารา	แผ่นยางพารา

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

(1) ศึกษาสาระการเรียนรู้สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ๑ ๓.๒ และตัวชี้วัดที่ ๑ ๓.๒ น.๔-๖/๗-๙ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ กระทรวงศึกษาธิการ

(2) ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชา เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

(3) กำหนดคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ที่สำคัญต้องมี ให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ๕ ขั้นตอน ดังนี้

(3.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นนี้เป็นการสร้างและนำเสนอสิ่งเร้า โดยมีการจัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งประกอบด้วย การทำนาย (P) การสังเกต (O) และการอธิบาย (E) เพื่อให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความสนุกสนานในการร่วมกันทำกิจกรรมในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น ซึ่งครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนยกมือขึ้นตอบ

(3.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้นักเรียนอ่านเนื้อหาในความรู้ และช่วยกันทำกิจกรรมจากใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ในส่วนของการเรียนการสอนที่ต้องทำกิจกรรมการทำทดลอง ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่ม และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งจะฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และการยอมรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนในกลุ่ม โดยครูจะคงอธิบายในส่วนที่นักเรียนสงสัยและไม่เข้าใจในบางประเด็น

(3.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนมาเฉลยใบงานหน้าชั้นเรียน และถ้าเป็นการทดลองนักเรียนจะมาอภิปรายผลการทดลองหน้าชั้นเรียน และสรุปผลการทดลองเป็นกลุ่ม นักเรียนคนอื่นๆ จะบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในแบบบันทึกการทดลองซึ่งครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถกเถียงข้อสงสัยได้อย่างเต็มที่ และในตอนสุดท้ายครูจะสรุปแนวคิดหลักให้นักเรียนฟังอีกหนึ่งรอบ

(3.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาสถานการณ์ที่เกี่ยวกับ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในหัวข้อต่างๆ และตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งในสถานการณ์จะฝึกให้นักเรียนได้คิดและตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

(3.5) ขั้นประเมิน (Evaluation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนของการสรุปเนื้อหาที่เรียน ซึ่งครุจะตั้งคำถาม และให้นักเรียนตอบคำถามหรือใช้ให้นักเรียนมาสรุปหน้าชั้นเรียน

(4) เผยแพร่แผนให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 ประการ

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาความสอดคล้องของเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความถูกต้องของเนื้อหากับกระบวนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

(6) ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของรูปแบบการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้งได้เนื้อหา กิจกรรม และจำนวนคาน ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1

(7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 แผน รวมทั้งหมดจำนวน 7 แผน เวลา 14 ชั่วโมง

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) รายข้อระหว่าง $0.25 - 0.75$ ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อระหว่าง $0.25 - 0.88$ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.80

ผู้จัดมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผล เทคนิคการสร้างข้อสอบ การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยพิจารณาจากน้ำหนักสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ แล้วสร้างเป็นตารางกำหนดข้อสอบขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.2

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 60 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่สร้างขึ้นให้อาชารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้อง แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาชารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

5) นำไปหาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยดำเนินการ ดังนี้

- นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าดัชนีความยากและดัชนีอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ และค่าความเชื่อมั่น

- นำผลการตรวจคะแนน มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.25 – 0.75 และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป และครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

- คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะเป็นแบบทดสอบ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยนิค 4 ตัวเลือก มีค่าความยากง่ายรายข้อระหว่าง 0.25 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.25 – 0.88 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่า เท่ากับ 0.80 ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแต่มีการสลับคำถามและตัวเลือก ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 จำนวนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

แผนที่	เนื้อเรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนข้อ
1	พอลิเมอร์	8	13
2	พลาสติก	2	9
3	เต้านม	2	4
4	ยาง	2	4
รวมข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด			40

3.3.2.2 แบบรายงานผลการทดลอง เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ซึ่งประเมินการให้คะแนนโดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการวิชาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4 ด้าน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ลักษณะการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนใช้เกณฑ์ โดยวิธีกำหนดค่าความพิเศษและพิจารณาจากการปฏิบัติ

และความบกพร่องจากคำตอบมากน้อยเพียงใด โดยจะเพิ่มจากระดับคะแนนความสามารถต่อไปนี้
จนถึงระดับคะแนนความสามารถสูงสุด (0, 1, 2, 3, 4 คะแนน)

ผู้จัดดำเนินการสร้างแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมิน
ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมิน
คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จากหนังสือและงานวิจัยต่างๆ

2) ศึกษาวิธีการวัดผลประเมินผลทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและ
ควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยให้
สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบประเมินการให้คะแนนทักษะที่มีเกณฑ์การให้คะแนน
(scoring rubric) ของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

4) นำแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะ
กระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นให้อาชารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง แล้ว
ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาชารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ
อีกครั้ง

5) นำแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะ
กระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนสกolorazวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้มีคุณภาพมากขึ้น

6) นำแบบรายงานกิจกรรมการทดลองและแบบประเมินทักษะ
กระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแล้ว หลังจากนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดย
ลักษณะการกำหนดน้ำหนักคะแนนใช้เกณฑ์ โดยวิธีกำหนดระดับความผิดพลาดและพิจารณาความ
บกพร่องจากคำตอบมากน้อยเพียงใด โดยจะเพิ่มจากระดับคะแนนทักษะความสามารถต่อไปนี้
ระดับคะแนนความสามารถสูงสุด (0, 1, 2, 3, 4 คะแนน) (ปรากฏในภาคผนวก ค.2)

3.4 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

3.4.1 แผนที่ 1 พอลิเมอร์ธรรมชาติในห้อง

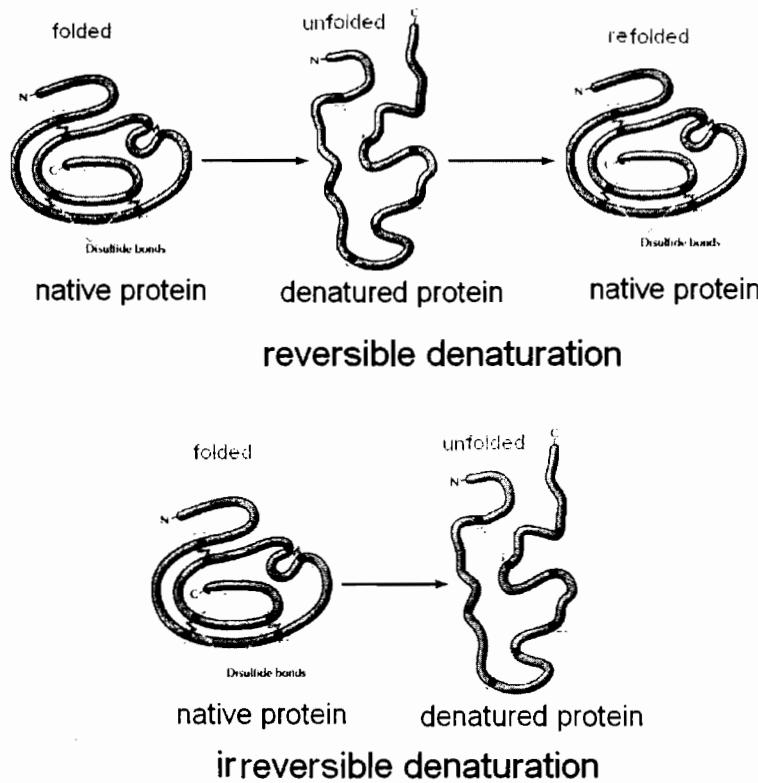
3.4.1.1 ขั้นสร้างความสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำสอนทาง
วิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยครูจัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-
อธิบาย เรื่อง พอลิเมอร์ธรรมชาติที่อยู่ในน้ำ โดยครูถามนักเรียนก่อนทดลองว่า จะเกิดอะไรขึ้น

เมื่อเห็นน้ำส้มสายชูลงในนมพร่องมันเนย (ทำนาย : P) จานนั้นนักเรียนกลุ่มตัวแทน มาทำการสาธิต การทดลองเห็นน้ำส้มสายชูลงในนมพร่องมันเนย และสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนส่วนใหญ่ทำงานายผลที่จะเกิดได้ถูกต้อง โดยอาศัยหลักการแปลงสภาพโปรตีน (Protein Denaturation) โดยการเติมสารที่มีสมบัติเป็นกรด จะทำให้โปรตีนแตกตะกอน เรียกว่า โปรตีนเคชิน (อธิบาย : E) หลังจากนั้นครุภำพดปัญหาให้นักเรียนสำรวจและค้นหา ต่อไปว่า ถ้าใช้ผลไม้ที่มีรสเบร์รี่ชนิดต่างๆ แทนน้ำส้มสายชูจะสามารถแยกโปรตีนเคชิน ได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

3.4.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำ ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสาร และวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับ การทดลองโปรตีนเคชินใน น้ำนมจากผลไม้ที่มีรสเบร์รี่ ได้แก่ น้ำมะนาว, น้ำมะขามเปียก และน้ำสาวรส

3.4.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป จากการทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดและความร้อน ทำให้ สมบัติของ โปรตีนเปลี่ยนแปลงไปได้เกิดการแข็งตัวและไม่ละลายน้ำ โดย น้ำมะขามเปียก ได้ ปริมาณตะกอนมากที่สุด รองลงมาคือน้ำมะนาว และน้ำสาวรส ตามลำดับ

3.4.1.4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ คือ เคชิน (Casein) เป็น โปรตีนชนิดหนึ่งที่พบในน้ำนม โปรตีนเคชิน จะแตกตะกอนออกมากจากน้ำนมเมื่อมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 4.6 เนื่องจาก โปรตีนได้รับ หรือเสีย H^+ ซึ่งทำให้ โปรตีนเกิดประจุขึ้นสามารถจับกับ ไอออนอื่น ได้ ไอออนที่มาจากการดึงเป็น ไอออนลบและมีขนาดใหญ่ทำให้ โปรตีนเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนแข็ง การที่ใช้ความร้อนร่วมด้วย ทำให้เกิดการคลายเคลียของ โปรตีน การที่โครงสร้างถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงไป เรียกว่า การแปลงสภาพ โปรตีน ดังภาพที่ 3.3 ทำให้เกิดการแตกตะกอนเร็วขึ้น การที่น้ำนมแตกตะกอนเร็วช้า ต่างกันก็เนื่องมาจากการแต่ละชนิดมีปริมาณ โปรตีนเป็นส่วนประกอบแตกต่างกัน หลักการดังกล่าว นี้สามารถนำไปใช้ในขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมหลายชนิด เช่น ขบวนการผลิตครีมเบร์รี่และเนย แข็ง



ภาพที่ 3.1 โน้ตเล็กของโปรตีนเกิดการคลายเกลียวของโครงสร้าง 3 มิติ

3.4.1.5 ขั้นประเมินผล นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง กือ ในภาวะของความเป็นกรดและเบส เมื่อ pH ของโปรตีนเปลี่ยนไป เนื่องจากโปรตีนได้รับหรือเสีย H^+ ซึ่งทำให้โปรตีนเกิดประจุขึ้นสามารถจับกับไอออนอื่นได้ ไอออนที่มาจากการซึ่งเป็นไอออนลบและมีขนาดใหญ่ทำให้โปรตีนเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนแข็ง เกิดการตกตะกอนออกมา แล้วครูสุ่มน้ำงาคุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครูและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกุ่มอื่นๆ

3.4.2 แผนที่ 2 พอดิเมอร์คุณน้ำ

3.4.2.1 ขั้นสร้างความสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำสอนทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้น โดยครูจัดกิจกรรมทำงานนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง แพมเพิร์สคุณน้ำ โดยตามนักเรียนว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่เกลือลงไปในบีกเกอร์ที่มีเม็ดพอดิเมอร์ที่แยกออกจากแพมเพิร์สที่อุ่มน้ำอยู่ (ทำงาน : P) จากนั้นนักเรียนกลุ่มตัวแทนมาทำการสาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนกลุ่ม สาธิตการทดลองอธิบายถึงเหตุผล และข้อสรุปที่ได้จากการทดลองให้เพื่อนฟังว่า พอดิเมอร์จาก

แพมเพิร์ส สามารถดูดซับน้ำได้ แต่เมื่อใส่เกลือป่นลงไปในพอลิเมอร์ที่อุ่มน้ำ ไว้พอลิเมอร์จะปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมานะ แสดงให้เห็นว่าพอลิเมอร์จะอุ่มน้ำได้มากที่สุด เมื่อเป็นน้ำบริสุทธิ์และจะอุ่มน้ำได้น้อยลงเมื่อใส่เกลือลงไป (อธิบาย : E)

3.4.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับ เทคนิคการทำให้พอลิเมอร์คงน้ำโดยใช้สารบางชนิด ได้แก่ น้ำตาล พงชูรส พงฟุและน้ำมะนาว ตามลำดับ

3.4.2.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป จากการทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า เม็ดพอลิเมอร์เล็กๆ ในแพมเพิร์ส เป็นพอลิเมอร์ที่สามารถดูดซับน้ำได้จากการทำให้พอลิเมอร์ชนิดน้ำคือการเติมสารบางชนิดลงไป จากการทดลองพบว่า พงชูรส พงฟุและน้ำมะนาว ทำให้พอลิเมอร์อุ่มน้ำได้น้อยลงและปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมาน้ำตาลไม่ส่งผลต่อการอุ่มน้ำของพอลิเมอร์

3.4.2.4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พบว่า โครงสร้างของพอลิเมอร์คุณน้ำมีพันธะเชื่อมขวางอยู่ ทำให้มัลกษณะคล้ายร่างแท ในหน่วยบ่อบองสายโซ่พอลิเมอร์คุณน้ำจะมีส่วนที่เป็น Carboxylate ion (-COO⁻) ซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าลบทำให้สามารถดูดโมเลกุลของน้ำไว้กับพอลิเมอร์ได้โดยการเกิดพันธะไฮโคลเอนอกจากนี้ Carboxylate ion ที่อยู่บนสายโซ่พอลิเมอร์เกิดการผลักกันเองเนื่องจากมีประจุที่เหมือนกันทำให้โครงสร้างที่เป็นร่างแทเกิดการขยายตัวกว้างมากขึ้น น้ำจึงถูกดูดหรืออุ่นไว้ได้มากขึ้น เมื่อเติมสารบางชนิดลงไป เช่น พงฟุ จะทำให้พอลิเมอร์ปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมาน้ำเนื่องจาก พงฟุซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าจะดูดน้ำไว้แทน นอกจากนี้พงฟุบางส่วนยังเข้าไปแทนที่น้ำที่เคยถูกพอลิเมอร์ดูดไว้เนื่องจากแรงดึงดูดทางประจุไฟฟาระหว่างประจุบวกของ Na⁺ กับประจุลบของ Carboxylate ion ทำให้พันธะระหว่างน้ำและพอลิเมอร์ลดลงปริมาณน้ำที่ถูกพอลิเมอร์อุ่นไว้จึงลดลงด้วย

3.4.2.5 ขั้นประเมิน นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลองสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การเติมสารบางชนิด เช่น พงฟุ ลงไปในพอลิเมอร์ที่อุ่มน้ำไว้ จะทำให้พอลิเมอร์ปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมาน้ำเนื่องจากพงฟุซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าจะดูดน้ำไว้เนื่องจากแรงดึงดูดทางประจุไฟฟาระหว่างประจุบวกของ Na⁺ กับประจุลบของ Carboxylate ion ทำให้พันธะระหว่างน้ำและพอลิเมอร์ลดลงปริมาณน้ำที่ถูกพอลิเมอร์อุ่นไว้จึงลดลงด้วย จากนั้นครุศุ่มบางกลุ่มออกมาน้ำ

นำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครูและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่ม เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

3.4.3 แผนที่ 3 สมบัติกา

3.4.3.1 ขั้นสร้างความสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำถament วิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำถament โดยครูจัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ลูกบอลงเด้งดึง โดยครูถามนักเรียนก่อนทดลองว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าสารละลายบอแรกซ์ลงในภาชนะที่แก้ว (ทำนาย : P) จากนั้นจึงสาธิตการทำทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกต การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) กลุ่มสาธิตการทำทดลองอธิบายถึงเหตุผล และข้อสรุปที่ได้จากการทดลองให้เพื่อนฟังว่า ภาชนะที่แก้ว เป็นสารเคมีสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มองอเมอร์ ซึ่งต่อ กันหลายๆ หน่วยย่อยจะ結合เป็นโมเลกุลสายยาว เรียกว่า พอลิเมอร์ ทำให้กาวมีคุณสมบัติเหนียว และเมื่อเติมสารละลายบอแรกซ์上去 จะเป็นตัวเชื่อม โมเลกุลภาวะติดกันเป็นสายยาวมากขึ้น ทำให้มีลักษณะเป็นยางยืดหยุ่น เมื่อปั๊บเป็นลูกบอลงเด้งกระดอนได้เมื่อกระทบกับพื้น (อธิบาย : E)

3.4.3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทำทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถament หรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่ริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง ซึ่งจะเกี่ยวกับ การหาอัตราส่วนระหว่างการ กับสารละลายบอแรกซ์ที่ทำให้ลูกบอลงกระเด้งบนพื้นได้ดีที่สุด โดยใช้ปริมาณบอแรกซ์เป็น 2 กรัม 6 กรัม และ 10 กรัม ตามลำดับ

3.4.3.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป จากการทำทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย หรือไม่ ซึ่งการทำทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า ก้อนพอลิเมอร์ที่ได้จากการทดลองนี้จะมีสมบัติแตกต่าง กันตามปริมาณของบอแรกซ์ที่ใช้ หากใช้มากกว่าสุดที่ได้จะแข็งและกระเด้งเมื่อกระทบกับพื้น แต่หากใช้น้อยไปสุดที่เตรียมได้จะไม่ค่อยอยู่ตัวหรือคงรูปร่าง

3.4.3.4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พบว่า ภาชนะที่แก้ว เป็นสารเคมีสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า มองอเมอร์ ซึ่งต่อ กันหลายๆ หน่วยย่อยจะ結合เป็นโมเลกุลสายยาว เรียกว่า พอลิเมอร์ ทำให้กาวมีคุณสมบัติเหนียว และเมื่อเติมสารละลายบอแรกซ์上去 ก็จะเกิดพันธะเชื่อมระหว่างขึ้นระหว่างสาย โซ่อุปทานของพอลิเมอร์ เนื่องจากเกิดพันธะไออกเรเจนระหว่างบอแรกซ์กับสารละลายโซ่อุปทาน ทำให้โมเลกุลของพอลิเมอร์มีขนาดใหญ่มากขึ้น สารละลายจึงมีความเหนียวและหนืดมากขึ้น

ปริมาณพันธะเชื่อมขวางที่เกิดระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์เส้นตรงขึ้นอยู่กับปริมาณบอแรกซ์ที่ใช้ยิ่งใช้บอแรกซ์มากก็จะมีพันธะเชื่อมขวางเกิดขึ้นมาก ทำให้ไม่เลกูลีนขนาดใหญ่ขึ้นและเคลื่อนไหวได้ยากขึ้น ก้อนพอลิเมอร์ที่ได้จากการทดลองนี้จะมีสมบัติแตกต่างกันตามปริมาณของบอแรกซ์ที่ใช้หากใช้มากกว่าสุดที่ได้จะแข็งและกระเด้งเมื่อกระทบกับพื้น แต่หากใช้บอแรกซ์น้อยไปว่าสุดที่เตรียมได้จะไม่ค่อยอยู่ตัวหรือคงรูป_rong>

3.4.3.5 ขั้นประเมิน นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลองสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การเติมสารละลายนอกจากช่องไฟฟ้าจะเกิดพันธะเชื่อมขวางขึ้นระหว่างสายโซ่ต่างๆของพอลิเมอร์ ทำให้ไม่เลกูลของพอลิเมอร์มีขนาดใหญ่มากขึ้นสารละลายนี้มีความเหนียวและหนืดมากขึ้น ปริมาณพันธะเชื่อมขวางที่เกิดระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์เส้นตรงขึ้นอยู่กับปริมาณบอแรกซ์ที่ใช้ หากใช้มากกว่าสุดที่ได้จะแข็งและกระเด้งเมื่อกระทบกับพื้น แต่หากใช้บอแรกซ์น้อยไปว่าสุดที่เตรียมได้จะไม่ค่อยอยู่ตัวหรือคงรูป_rong

3.4.4 แผนที่ 4 โฟม

3.4.4.1 ขั้นสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำาททางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำาถาม โดยครุภัจกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ชามโฟมหาย โดยตามนักเรียนว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่ชามโฟมลงในบีกเกอร์ที่มีอะซิโตันบรรจุอยู่ (ทำนาย : P) จากนั้นจึงสาธิตการทดลอง และให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) นักเรียนส่วนใหญ่ทำนายผลได้ไม่ถูกต้อง โดยทำนายว่าจะโฟมจะลอยอยู่บนอะซิโตัน จากนั้นกลุ่มสาธิตการทดลองอธิบายถึงเหตุผล และข้อสรุปที่ได้จากการทดลองให้เพื่อนฟังว่า โฟมเป็นของแข็งที่น้ำหนักเบา โดยทั่วไปทำจากพอลิสไตริน ซึ่งสามารถละลายได้ในอะซิโตัน ดังนั้นมีอิส่าโฟมลงไปในอะซิโตัน จึงทำให้โฟมจะเกิดการละลายอย่างรวดเร็ว (ทำนาย : P)

3.4.4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำาถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับการทำลายตัวทำละลายที่เหมาะสมในการละลายโฟม ได้แก่ น้ำมันเบนซิน เอทานอล และน้ำ

3.4.4.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป จากการทดลองของนักเรียนได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า เมื่อใส่โฟมลงในตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน เอทานอล และน้ำ พบร่วตัวทำละลายที่สามารถละลายโฟมได้ที่สุดคือน้ำมันเบนซิน ส่วนเอทานอลและน้ำไม่ละลาย

3.4.4.4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า โฟมเป็นของแข็งที่มีน้ำหนักเบา โดยทั่วไปจากพอลิสไตรีน ละลายได้ในน้ำมันเบนซิน จากการทดลองใส่โฟมลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำมันเบนซิน โฟมจะละลายไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำมันเบนซินทำให้ผนังของโฟมซึ่งเป็นพอลิสไตรีนที่ห่อหุ้มอากาศไว้ละลาย ก้อนที่เหลืออยู่คือพอลิสไตรีนที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำโฟมนั้นเอง ซึ่งการทดลองนี้ในการลดปริมาณของเสียหรือของโดยใช้เทคนิคการย้อมน้ำ เมื่อเราทิ้งให้ตัวทำละลายระเหยไปหมดจะได้ของแข็งซึ่งในโรงงานรีไซเคิลสามารถนำก้อนของแข็งนี้มาขีดรูปโดยใช้ความคันและความร้อนเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

3.4.4.5 ขั้นประเมิน นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลองสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ โฟมทำจากพอลิสไตรีน สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น น้ำมันเบนซิน เนื่องจากน้ำมันเบนซินทำให้ผนังของโฟมซึ่งเป็นพอลิสไตรีนที่ห่อหุ้มอากาศไว้ละลายได้

3.4.5 แผนที่ 5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของพลาสติก (Plastic)

3.4.5.1 ขั้นสร้างความสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและสนใจในคำานึงทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำเสนอสิ่งเร้าเพื่อทำให้นักเรียนเกิดคำถาม โดยครุจัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง จนหรือดอย โดยครุภาระนักเรียนก่อนทดลองว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่ชิ้นพลาสติกจากขวัญมเปรี้ยว ลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายดังต่อไปนี้ บีกเกอร์ที่ 1 40% CaCl_2 (ความหนาแน่น = 1.39) บีกเกอร์ที่ 2 32% CaCl_2 (ความหนาแน่น = 1.31) บีกเกอร์ที่ 3 6% CaCl_2 (ความหนาแน่น = 1.05) บีกเกอร์ที่ 4 น้ำกลั่น (ความหนาแน่น = 1) บีกเกอร์ที่ 5 24%ethanol (ความหนาแน่น = 0.96) บีกเกอร์ที่ 6 38%ethanol (ความหนาแน่น = 0.94) บีกเกอร์ที่ 7 52%ethanol (ความหนาแน่น = 0.91) (ทำนาย : P) จากนั้นจึงสาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (สังเกต : O) กลุ่มสาธิตการทดลองอธิบายถึงเหตุผล และข้อสรุปที่ได้จากการทดลองให้เพื่อนฟังว่า เมื่อใส่ชิ้นพลาสติกจากขวัญมเปรี้ยวลงในบีกเกอร์ที่ 1 40% CaCl_2 บีกเกอร์ที่ 2 32% CaCl_2 และบีกเกอร์ที่ 3 6% CaCl_2 ชิ้นพลาสติกจะลอกออกจากขวัญมเปรี้ยวลงในบีกเกอร์ที่ 4 – 6 ชิ้นพลาสติกจะคงลงในสารละลาย และแสดงว่าพลาสติกชิ้นนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าสารที่ใช้ทดสอบ ส่วนในบีกเกอร์ที่ 4 – 6 ชิ้นพลาสติกจะคงลงในสารละลาย และแสดงว่าพลาสติกชิ้นนั้นมีความหนาแน่นมากกว่าสารที่ใช้ทดสอบ (อธิบาย : E)

3.4.5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถามหรือสิ่งที่สนใจตั้งแต่เริ่มต้น โดยเลือกสารและวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับ การจำแนกชนิดของพลาสติก รีไซเคิลโดยใช้

ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ ได้แก่ ชิ้นพลาสติกจากขวดบรรจุน้ำดื่มน้ำมัน ขวดแซมพูชนิดขุ่นท่อน้ำประปา ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร และถุงร้อนชนิดใส

3.4.5.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป จากการทดลองของนักเรียน ได้ข้อมูลอะไรบ้าง และวิเคราะห์ว่าจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้นี้ สอดคล้องกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย หรือไม่ ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า ชิ้นพลาสติกชนิดต่างๆ มีความหนาแน่นที่แตกต่างกันดังนี้ ความหนาแน่นของขวดบรรจุน้ำดื่มน้ำมัน น้ำมัน มีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของสารละลาย $40\% \text{CaCl}_2$ และ สารละลาย $32\% \text{CaCl}_2$ คืออยู่ระหว่าง $1.30 - 1.39$ ความหนาแน่นของขวดแซมพูชนิดขุ่นมีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของสารละลาย $24\% \text{ethanol}$ และ สารละลาย $38\% \text{ethanol}$ คืออยู่ระหว่าง $0.94 - 0.95$ ความหนาแน่นของท่อน้ำประปามีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของสารละลาย $32\% \text{CaCl}_2$ และ สารละลาย $6\% \text{CaCl}_2$ คืออยู่ระหว่าง $1.05 - 1.31$ ความหนาแน่นของถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหารมีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของสารละลาย $38\% \text{ethanol}$ และ สารละลาย $52\% \text{ethanol}$ คืออยู่ระหว่าง $0.91 - 0.94$ ความหนาแน่นของถุงร้อนชนิดใส่มีค่าน้อยกว่าสารละลายทุกชนิด คือ น้อยกว่า 0.91

3.4.5.4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การจำแนกชนิดของพลาสติกว่าเคลื่อนโดยใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ ทำได้โดยใส่พลาสติกลงในสารใดแล้วพลาสติกซึ่งน้ำหนักน้ำลง แสดงว่าพลาสติกซึ่งน้ำหนักน้ำมากกว่าสารที่ใช้ทดสอบ ถ้าพลาสติกซึ่งน้ำหนักน้ำลงขึ้น แสดงว่าพลาสติกซึ่งน้ำหนักน้ำน้อยกว่าสารที่ใช้ทดสอบ ดังนั้นในการทดสอบความหนาแน่นของพลาสติกตัวอย่าง จึงต้องทดสอบกับสารที่มีความหนาแน่นสูงขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งพบว่าพลาสติกซึ่งน้ำหนักน้ำลงขึ้น ความหนาแน่นของพลาสติกตัวอย่างจึงมีค่าอยู่ระหว่างความหนาแน่นของสองสารสุดท้าย เมื่อนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าในตาราง พบว่า ขวดบรรจุน้ำดื่มน้ำมันเป็นพลาสติกประเภท Polyethylene Terephthalate (PET หรือ PETE) ขวดแซมพูชนิดขุ่นเป็นพลาสติกประเภท High Density Polyethylene (HDPE) ท่อน้ำประปา เป็นพลาสติกประเภท Polyvinylchloride (PVC) ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร เป็นพลาสติกประเภท Low Density Polyethylene (LDPE) และถุงร้อนชนิดใส่เป็นพลาสติกประเภท Polypropylene (PP)

3.4.5.5 ขั้นประเมิน นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลองสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การแยกชนิดของพลาสติกทำได้โดยอาศัยหลักการที่ว่า พลาสติกต่างชนิดกันมีความหนาแน่นต่างกัน โดยการใส่ชิ้นพลาสติกลงในสารละลายที่ทราบความหนาแน่น ถ้าชิ้นพลาสติกน้ำหนักน้ำลงแสดงว่าชิ้นพลาสติกน้ำหนักน้ำน้อยกว่าสารละลายที่ใช้ทดสอบ แต่ถ้าพลาสติกซึ่งน้ำหนักน้ำลงแสดงว่าชิ้นพลาสติกมีความหนาแน่นมากกว่าสารละลายในกรณีที่พลาสติก

นั้นແວນລອຍ່ງໃນເນື້ອຂອງຂອງເຫດວາ ແສດຈວ່າຊື່ພາສຕິກນັ້ນມີຄວາມໜານແນ່ນໄກສໍາເລີຍກັບຄວາມ
ໜານແນ່ນຂອງສາຣະລາຍທີ່ໃຊ້ທົດສອນ ແລ້ວຄຽງສຸ່ມບາງກຸ່ມອອກນານໍາເສັນອහນ້າຂັ້ນເຮັນ ພ້ອມທີ່
ຕອບຄໍາດາມຈາກຄຽງແລະເພື່ອນໆ ໃນຫ້ອງເຮັນ ແລະແຕ່ລະກຸ່ມເປົ້າຍເທິບຄວາມເໝືອນແລະຄວາມ
ແຕກຕ່າງຂອງຂໍ້ມູນແລະອົງຄໍາວາມຮູ້ທີ່ໄດ້ຈາກການທຳກິດກົມກັນນັກເຮັນກຸ່ມອ່ອນໆ

3.4.6 ແຜນທີ່ 6 ການຈັດກິດກົມກັນກົມກັນນັກເຮັນ

3.4.6.1 ຂັ້ນສ້າງຄວາມສັນໃຈ ຈັດກິດກົມກັນກົມກັນນັກເຮັນ ໂດຍໃຫ້ນັກເຮັນ
ກຸ່ມຕົວແທນອອກມາສາທິກາຣທົດລອງ ເຮັດ “ກາຮັສ້າງຄຣາະທີ່ເສັນໄຢ ໄນລອນ 6, 10” ແລ້ວໃຫ້ນັກເຮັນ
ກາຍໃນຫ້ອງທຳນາຍວ່າເກີດຂອງໄຣຂຶ້ນ ເມື່ອນຳເຊກະະເມທິລີນ ໄໂດເອມິນ (hexamethylene diamide) ໄສ່ລັງໃນ
ໄໂດເອົົດ (sebacoylchloride + hexane) ຈາກນັ້ນກຸ່ມສາທິກົມອົບໃບຍພລກກາຣທົດລອງທີ່ເກີດຂຶ້ນ ແລະທົດລອງ
ດຶງເສັນໄຢທີ່ສ້າງຄຣາະທີ່ໄດ້ ຜົ່ງໃນຂັ້ນຕອນນັ້ນນັກເຮັນຈະເກີດຂໍ້ສົງສັບວ່າກາຣດຶງທຳໄຫ້ເສັນໄຢແຈ້ງແຮງໄດ້
ອ່າງໃຈ ຄຽງແລະນັກເຮັນຈຶ່ງຮ່ວມກັນດັ່ງຄໍາດາມເພື່ອນຳໄປສູ່ກາຣສຶກຍາໃນຂັ້ນຕ່ອໄປ

3.4.6.2 ຂັ້ນສໍາຮົງແລະຄົ້ນຫາ ຂັ້ນສໍາຮົງແລະຄົ້ນຫາ ນັກເຮັນຕັ້ງສົມມຕົງ
ວາງແຜນກາຣທົດລອງ ເພື່ອນຳຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ເກີນຮົບຮວມເປັນຫລັກສູານໃນກາຣຕອບຄໍາດາມ ໂດຍເລືອກເສັນໄຢ
ໜົນືດຕ່າງໆ (ເນື້ອເທິປ ປອ ເສັນໄຢສັບປະຣົບ ອຸງດໍາ ເສັນໄຢໄໝ) ແລະວັດຈຸດູປຣົມທີ່ກຳຫັນດີໄຫ້ໃນ
ກາຣທົດລອງ

3.4.6.3 ຂັ້ນອົບໃບຍແລະລົງຂໍ້ສົງສົງ ຕັວແທນນັກເຮັນ ແຕ່ລະກຸ່ມນຳເສັນພລກ
ທົດລອງໜ້າຂັ້ນເຮັນແລະນຳພລທີ່ໄດ້ນາອກປ່າຍແລະສຽງປ່ວມກັນອົກຄັ້ງ ຜົ່ງກາຣທົດລອງຈະທຳໄຫ້
ນັກເຮັນທຽບວ່າ ເມື່ອດຶງເສັນໄຢແຕ່ລະໜົນືດອ່າງໜ້າ ເສັນໄຢຈະບື້ດອກເລະຈະມີຄວາມແຈ້ງແຮງແລະ
ເໜີຍກວ່າກາຣດຶງກະຕຸກອ່າງແຮງ

3.4.6.4 ຂັ້ນຂໍາຍຄວາມຮູ້ ນັກເຮັນເຊື່ອມໂຍງຄໍາອົບໃບຍເຂົ້າກັບຄວາມຮູ້ທາງ
ວິທີບາສາສຕ່ຣ ຄື່ອ ເສັນໄຢ ໄນລອນ 6, 10 ເປັນຊື່ທີ່ເຮັດໂດຍທ່ວ່າໄປອອງພອລິມേ້ຣສ້າງຄຣາະທີ່ພວກ
ພອລິເອໄມົດ ຜົ່ງພລິດເພື່ອທົດແທນເສັນໄຢທົດມາຕີ ກາຮັສ້າງຄຣາະທີ່ເສັນໄຢ ໄນລອນ 6, 10 ເປັນກາຣ
ສ້າງຄຣາະທີ່ແບບຄວນແນ່ນຮ່ວງສາຣໄໂດເອົົດກັບສາຣໄໂດເອມິນໄດ້ພລິດກັນທີ່ເປັນພອລິເອໄມົດ ໂດຍ
ເສັນໄຢທີ່ພລິດໄດ້ຈະຍັງໄມ່ແຈ້ງແຮງນັກຈຶ່ງຕ້ອງຜ່ານຂັ້ນຕອນກາຣດຶງເພື່ອເພີ່ມຄວາມແຈ້ງແຮງໄຫ້ແກ່ເສັນໄຢ
ໂດຍໃນຂະໜໍທີ່ດຶງເສັນໄຢອ່າງໜ້າ ເສັນໄຢຈະບື້ດອກເປັນເສັນເຊື້ອກຫຼືເສັນໄຢນາດເລີກພະລາຍໄວ້ທີ່
ເກຍພັນກັນອູ້ອ່າງໜ້າໄປແລະເປົ້າຍເກີດກາຣເຮັດຕົວໃໝ່ຕາມແນວຍາວຂອງເສັນເຊື້ອກທີ່ຄູກຄົງ ສາຍໂຈ່ຈະ
ເຮັດຕົວກັນອ່າງໜ້າໄປແລະເປົ້າຍເກີດກາຣເຮັດຕົວໃໝ່ຕາມແນວຍາວຂອງເສັນເຊື້ອກເນື່ອງຈາກຜ່ານກາຣດຶງ
ມີຄວາມແຈ້ງແຮງແລະເໜີຍກວ່າເສັນໄຢທີ່ໄມ່ຜ່ານກາຣຄູກຄົງ

3.4.6.5 ຂັ້ນປະເມີນ ນັກເຮັນນຳພລກກາຣທົດລອງແລະຄວາມຮູ້ທີ່ໄດ້ຈາກກາຣທົດລອງ
ສົງເປັນອົງຄໍຄວາມຮູ້ຂອງຕົນເອງ ຄື່ອເສັນໄຢ ໄນລອນ 6, 10 ເປັນພອລິມേ້ຣສ້າງຄຣາະທີ່ພວກພອລິເອໄມົດ

ซึ่ง เป็นการสังเคราะห์แบบควบคุมแน่นระหว่างสาร ได้แก่ชิดกับสาร ไดอเมิน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นพอลิเอ ไนด์ การดึงเส้นไอยออกซ์า เส้นไอยะบีดออกเป็นเส้นเชือกหรือเส้นไขขนาดเล็กเพรำสาย โซ่ที่เคล พันกันอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบเกิดการเรียงตัวใหม่ตามแนวยาวของเส้นเชือกที่ถูกดึง สายโซ่จะเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบมากขึ้น ทำให้เนื้อเส้นไอยะมีลักษณะเหมือนเส้นเชือกเนื่องจากผ่านการดึง มีความแข็งแรงและเหนียวกว่าเส้นไอยที่ไม่ผ่านการถูกดึง จากนั้นครุสุ่มน้ำงอกลุ่มออกมานำเสนอหน้า ชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครูและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเบริญบทีบความ เมื่อันและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มนี้ฯ

3.4.7 แผนที่ 7 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สมบัติของยาง

3.4.7.1 ขั้นสร้างความสนใจ จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวแทนออกมาร่วมกิจกรรมทดลอง เรื่อง “ยาง พอลิเมอร์ธรรมชาติ” แล้วให้นักเรียนภายในห้องทำนายว่าเกิดอะไรขึ้น เมื่อนำน้ำส้มสายชูใส่ลงในน้ำยาางพารา จากนั้นกลุ่มสารธิศอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนจะเกิดข้อสงสัยว่าถ้าใช้ผลไม้ชนิดต่างๆ ที่มีฤทธิ์เป็นกรดแทนน้ำส้มสายชูจะสามารถแยกเนื้อยางพาราออกจากน้ำยาางพาราได้หรือไม่ ครูและนักเรียนจึงร่วมกันตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การศึกษาในขั้นต่อไป

3.4.7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมเป็นหลักฐานในการตอบคำถาม โดยเดือกด้วยที่มีฤทธิ์เป็นกรด (มะนาว มะเขือเทศ สับปะรด ส้ม เสาวรส มะกรูด) สารเคมีและวัสดุอุปกรณ์ ที่กำหนดให้ใช้ในการทดลอง

3.4.7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ตัวแทนนักเรียน แต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียนและนำผลที่ได้มาอภิปรายและสรุปรวมกันอีกครั้ง ซึ่งการทดลองจะทำให้นักเรียนทราบว่า ผลไม้ทั้ง 6 ชนิดสามารถแยกเนื้อยางพาราได้ แต่เนื้อยางพาราที่แยกได้มีปริมาณแตกต่างกัน โดยน้ำมะเขือเทศสามารถแยกเนื้อยางพาราได้ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ มะนาว มะกรูด เสาวรส สับปะรด และส้มตามลำดับ

3.4.7.4 ขั้นขยายความรู้ นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ยาางพารา เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ เครื่ยนได้จากน้ำยาางที่ได้จากการกรีดตื้นยาางพารา น้ำยาางสุดจากตื้นยาางมีลักษณะขันสีขาวคล้ายน้ำนม มีสาร Allaichnid ผสมอยู่ด้วยกัน โดยปกติอนุภาคของยาางจะยาวและอยู่ในน้ำ การแยกเนื้อยางจากน้ำยาางทำได้โดยเติมกรอบางชนิด เช่น กรดอะซีติก (CH_3COOH) กรดฟอร์มิก (HCOOH) เพื่อทำให้เนื้อยางรวมตัวเป็นก้อนตกละกอนแยกออกมานา จากการทดลองพบว่า น้ำผลไม้ทั้ง 6 ชนิดสามารถแยกเนื้อยางได้ แต่ปริมาณตะกอนไม่เท่ากัน ทั้งนี้ เพราะน้ำผลไม้ทั้ง 6 ชนิด มีสมบัติเป็นกรดที่มีค่า pH แตกต่างกันจึงทำให้แยก

เนื้อข่างได้ปริมาณต่อกัน โดยมีความเปี่ยมสามารถแยกเนื้อข่างพาราได้ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ มนava มะกรูด เสาร์ส สับปะรด และส้มตามลำดับ

3.4.7.5 ขั้นประเมิน นักเรียนนำผลการทดลองและความรู้ที่ได้จากการทดลอง สรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง คือ การแยกเนื้อข่างจากน้ำขางทำได้โดยเดินกรดบางชนิด เช่น กรด แอลูติก หรือกรดฟอร์มิกเจือจาง เพื่อทำให้เนื้อข่างรวมตัวเป็นก้อนตกลงกันแยกออกกันมา จากนั้นครุ ศุ่มน้ำกับลุ่นออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งตอบคำถามจากครุและเพื่อนๆ ในห้องเรียน และแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการทำ กิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และ พลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ จำนวน 30 ข้อ

3.5.2 จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรก กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และพลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ จำนวน 7 แผน ซึ่งหลัง การทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะต้องเขียนรายงานการทดลองสั่งทุกครั้งเพื่อที่จะได้ทำการ ประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละกิจกรรม

3.5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และ พลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม จำนวน 30 ข้อ

3.5.4 นำคะแนนที่รวบรวมไว้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวัดทั้ง ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 แยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอดิเมอร์และพลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยลบด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะอยู่ ในกลุ่มอ่อน นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะอยู่ใน

กลุ่มปานกลาง และนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยบวกด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอยู่ในกลุ่มเก่ง

3.6.2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์และพลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ภายในกลุ่มของนักเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for windows

3.6.3 เปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ และพลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 for windows

3.6.4 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และพลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากแบบรายงานผลการทดลอง และแบบประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์คั่งต่อไปนี้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอลิเมอร์และพลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

ช่วงร้อยละของคะแนน	ความหมาย
80 - 100	ดีมาก
70 – 79	ดี
60 – 69	ปานกลาง
0 – 59	ต้องปรับปรุง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสกตราชวิทยานุกูล จ.สกลนคร มีผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

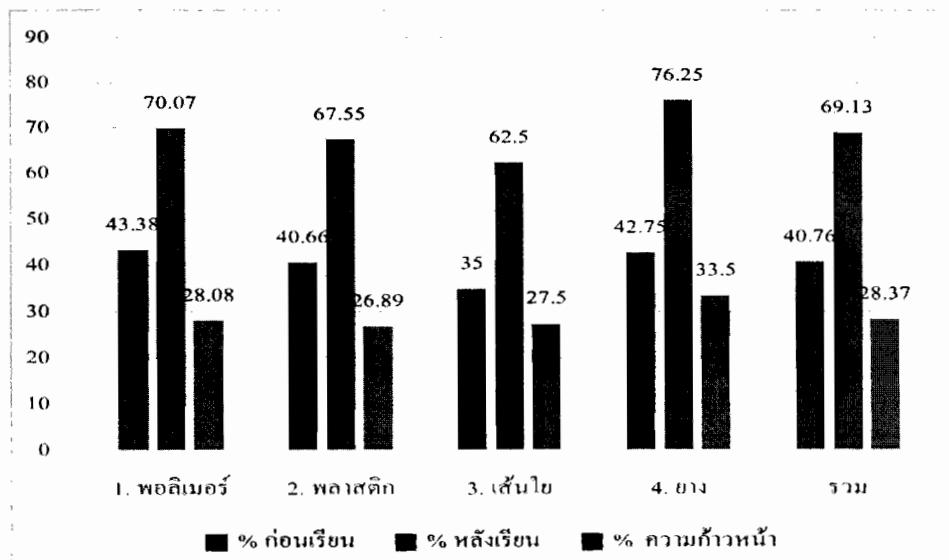
4.1.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 12.23 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.53 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 20.74 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.04 มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 8.51 หรือร้อยละ 28.37 (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

เนื้อหาหลัก	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า			t-test
		mean	SD	%	mean	SD	%	mean	SD	%	
1. พอลิเมอร์	13	5.46	1.62	43.38	9.11	1.41	70.07	3.65	1.20	28.08	30.71*
2. พลาสติก	9	3.66	1.33	40.66	6.08	1.11	67.55	2.42	1.18	26.89	20.71*
3. เส้นใย	4	1.40	0.98	35.00	2.50	0.70	62.5	1.10	1.00	27.50	11.09*
4. ยาง	4	1.71	1.12	42.75	3.05	1.54	76.25	1.34	1.66	33.50	8.19*
รวม	30	12.23	2.53	40.76	20.74	3.04	69.13	8.51	2.79	28.37	30.82*

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ จำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่าง ไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อจำแนกตามเนื้อหา พบว่า นักเรียนมี โดยมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดในเนื้อหา เรื่อง ยาง คิดเป็นร้อยละ 33.50 เพราะเนื้อหาในเรื่องนี้จะต้องทำการทดลองซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจประกอบกับเป็นหัวข้อในตอนท้ายซึ่งนักเรียนสามารถทำกิจกรรมในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ได้ดีขึ้น ส่วนเนื้อหาพอดิเมอร์ พลาสติก เส้นใย มีร้อยละของความก้าวหน้าทางการเรียนใกล้เคียงกัน โดยในเนื้อหาระดับพอดิเมอร์ มีร้อยละของความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 26.89 เพราะมีกิจกรรมแบบบรรยาย สนับสนุนผลการทดลอง ได้น้อยและเนื้อหาบางส่วนต้องอาศัยความจำเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ยากจากการทดลอง ทำให้มีความก้าวหน้าน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม เพื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทั้ง 4 เนื้อหา พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 4 เนื้อหา ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำงานาย-สังเกต-อธิบาย ทำให้นักเรียนเกิดความคิดเห็นในใจ ที่สังเกตได้จากผลของกิจกรรมทำงานาย-สังเกต-อธิบาย ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาเรื่องนั้นๆ และทำให้นักเรียนมีความสนใจอย่างรุ้งคิดตอบที่คาดคะเนไว้ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ล่งผลให้มีเรียนแสวงเกิดความรู้มากขึ้น นอกจากนี้การจัดกิจกรรมในครั้งนี้ได้เน้นทักษะการทักษะการคิดและทักษะความรู้ในขั้นสูงซึ่งสนับสนุนในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของวิชานั้นฯ ได้ (ธวัช ยะสุค้า และศักดิ์ศรี สุภายร, 2555) และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลของการทดลองที่ได้แล้วนำมาเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาสร้างคำอธิบายและตอบคำถามในตอนต้น ทั้งนี้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น เพราะได้ลงมือปฏิบัติจริงเรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันตลอดจนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (อรัญญา สถาปัตย์พนูลักษณ์, 2553)

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 12.23 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.53 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 20.74 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.04 มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 8.51 หรือร้อยละ 28.37 และจากการวิเคราะห์การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันพบว่าค่าที่ ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 30.82 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($df = 101$) พบว่าค่าที่ จากตารางเท่ากับ 1.9840 ซึ่งค่าที่ ที่คำนวณมากกว่าค่าที่ที่เปิดจากตาราง แสดงว่า น้ำหนักคะแนนหลังเรียนมากกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภายร, 2554) และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนให้รู้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลของการทดลองที่ได้แล้วนำมาเปรียบเทียบและเชื่อมโยงเข้ากับหลักการที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาอธิบายและเป็นคำตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ในตอนต้น นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น (อรัญญา สถาปัตย์พนูลักษณ์, 2553)

ในขั้นสร้างความสนใจ ของการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายใน แล้วสามารถตั้งคำถามวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน เพื่อนำไปสู่การหาวิธีการค้นคว้าหาคำตอบดังกล่าว และสามารถนำความรู้นั้นมาสร้างเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่องที่ได้มีการจัดกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียน โดยกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะช่วยสำรวจแนวความคิด ความเข้าใจ และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง (วนิชา ประยูรพันธ์ และวินิต สำราญวนิช,

2553) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ยังทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สังเกต ทดลอง และสืบค้นด้วยตนเองแล้วนำมาสู่การอธิบายสถานการณ์นั้นๆ (สงกรานต์ นูลศรีแก้ว, 2553) โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบจากสถานการณ์ที่ครุกำหนดให้และช่วยกันออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ ซึ่งในการออกแบบตารางบันทึกผลของนักเรียนนี้ก็ถือได้ว่านักเรียนได้ช่วยกันสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาตามทฤษฎีพูธิปัญญาณิยม (คำไพบ พานุสี, 2553)

4.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายนอกในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง (17 คน) กลุ่มปานกลาง (71 คน) และกลุ่มอ่อน (14 คน) โดยแบ่งกลุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) กลุ่มเก่ง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มปานกลาง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในช่วงของ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และกลุ่มอ่อน ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนกลุ่มอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 7.79 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.53 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.07 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.30 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 10.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.30 ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.31 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.45 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.61 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.65 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 8.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 27.67 และนักเรียนกลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.53 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.47 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.02 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 7.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 26.47 และเมื่อทดสอบค่าสถิติที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อ กัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$ ดังตารางที่ 4.2

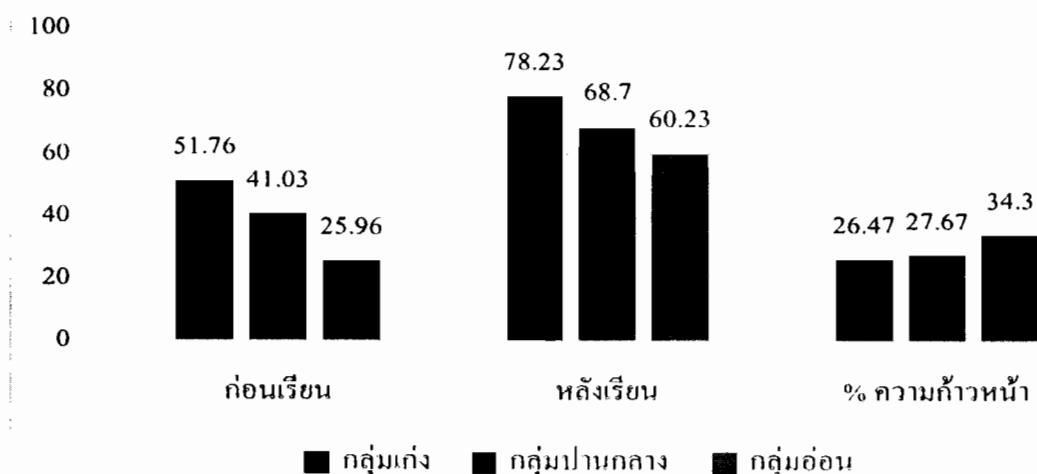
จะเห็นได้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มนี้คะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนแตกต่างกัน โดยคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มเก่ง จะมีค่าสูงกว่า นักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีความรู้เกี่ยวกับเรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์มาบ้างแล้ว เพราะนักเรียนบางคนไปเรียนพิเศษมาก่อนทำให้

สามารถทำข้อสอบก่อนเรียนได้มาก ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มเก่งค่อนข้างสูง สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลางและนักเรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งมีคะแนนสอบก่อนเรียนต่ำกว่านักเรียนกลุ่มเก่ง อาจเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มนี้ มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ค่อนข้างน้อย แต่หลังจากที่นักเรียนทั้งสามกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มนี้ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม ซึ่งถือเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ภายในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียน (คน)	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า			ค่า t
		mean	SD	%	mean	SD	%	mean	SD	%	
กลุ่มเก่ง	17	15.53	0.72	51.76	23.47	3.02	78.23	7.94	2.99	26.47	10.95
กลุ่มปานกลาง	71	12.31	1.45	41.03	20.61	2.65	68.70	8.30	2.67	27.67	26.19
กลุ่มอ่อน	14	7.79	1.53	25.96	18.07	2.30	60.23	10.29	2.64	34.30	14.56

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

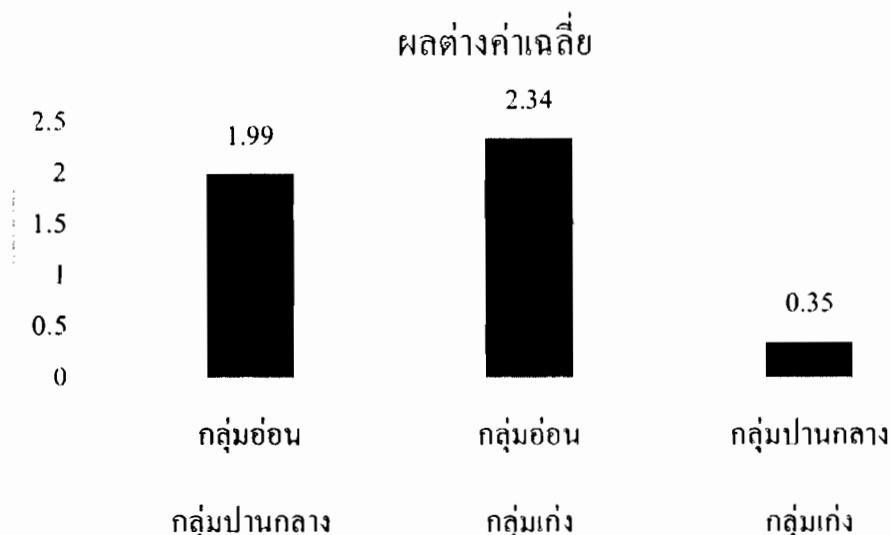
4.1.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียน ด้วยค่าสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พบว่า นักเรียนกลุ่มอ่อน มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มปานกลาง และแตกต่างกับกลุ่มเก่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มปานกลาง มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มเก่งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยหากเลือกขีดจำกัดของคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เป็น 7.94, 8.30 และ 10.29 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็น 2.99, 2.67 และ 2.64 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบ คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน และกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง เพื่อทดสอบว่า คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละกลุ่มนี้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ เพราะเมื่อพิจารณาจากร้อยละความก้าวหน้าของแต่ละกลุ่มแล้ว คือ 26.47, 27.67 และ 34.29 พบว่า นักเรียนกลุ่มอ่อน มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่าง จากกลุ่มเก่ง และแตกต่างกับกลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มเก่ง มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มปานกลางอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4.3) แสดงให้เห็นได้ว่า ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม มีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มอ่อนสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มปานกลาง ในเวลาเท่ากัน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นี้ เป็นการทดลองที่ไม่มีในหนังสือเรียน เป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบของปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง โดยใช้กระบวนการทดลอง หรือทำกิจกรรมกลุ่ม ประกอบกับนักเรียนมีความสนใจ และรับผิดชอบในการเรียน จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่งผลให้มีความก้าวหน้าในการเรียนในระดับที่สูง

ตารางที่ 4.3 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม	ผลต่างของคะแนน		p value
	ผลต่างค่าเฉลี่ย	SD	
กลุ่มปานกลาง	กลุ่มอ่อน	1.99	0.80
กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน	2.34	0.98
กลุ่มเก่ง	กลุ่มปานกลาง	0.35	0.73

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบด้วย One-Way ANOVA analysis



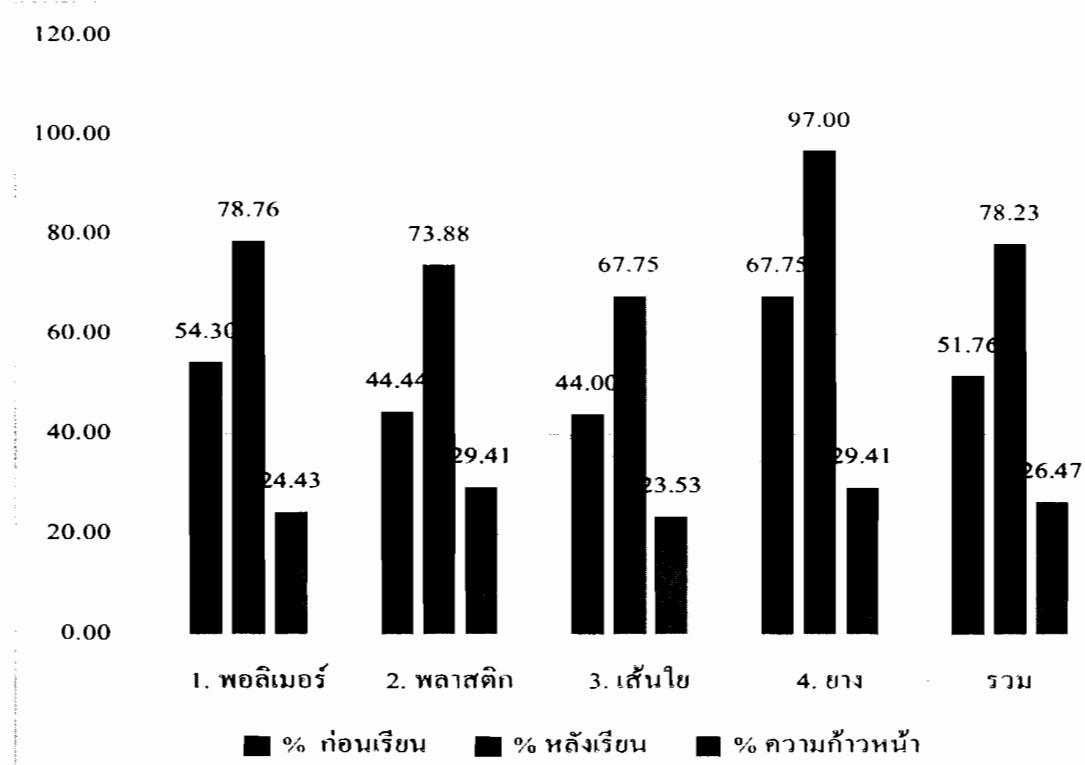
ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

เมื่อพิจารณาข้อร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มแยกตามเนื้อหา พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุดใน เรื่อง พลาสติก คิดเป็นร้อยละ 29.41 และเรื่อง ยาง คิดเป็นร้อยละ 29.41 มีร้อยละความก้าวหน้าต่ำใน เรื่อง เส้นใย คิดเป็นร้อยละ 23.53 นักเรียนกลุ่มปานกลางมีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุดใน เรื่อง ยาง คิดเป็นร้อยละ 33.80 มีร้อยละความก้าวหน้าต่ำใน เรื่อง พลาสติก คิดเป็นร้อยละ 23.53 และนักเรียนกลุ่มอ่อนมีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุดใน เรื่อง ยาง คิดเป็นร้อยละ 37.50 มีร้อยละความก้าวหน้าต่ำ

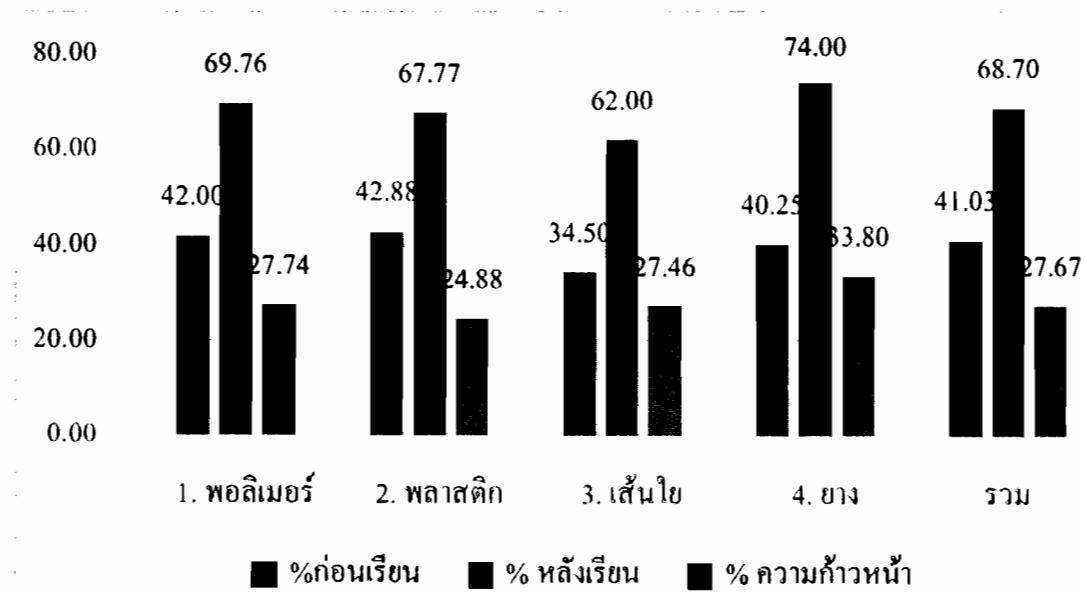
ในเรื่อง เส้นใย คิดเป็นร้อยละ 32.14 ประเด็นที่น่าสนใจคือเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4.4 พบว่า โดยทั่วไปทุกเนื้อหา ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน ต่ำกว่า ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ทั้งในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน แต่เมื่อพิจารณาในกลุ่มเก่ง ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน สูงกว่า ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ยกเว้น เรื่อง พลาสติกและเส้นใย เนื่องจากมีเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาชนิดของพลาสติก โดยอาศัยสมบัตินางประการของพลาสติกในการแบ่งพลาสติกออกเป็นประเภทต่างๆ เป็นจำนวนมาก ส่วนเนื้อหา เรื่อง เส้นใย จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับเส้นใยที่ได้จากพอลิเมอร์สังเคราะห์ เป็นเนื้อหาที่ซับซ้อน อิกทั้งนักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องดังกล่าว จึงส่งผลทำให้คะแนนก่อนเรียน ต่ำกว่า ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าของคะแนนในหัวข้อ เรื่อง ยาง สูงที่สุดทั้งสามกลุ่ม เพราะเพรpareเนื้อหาในเรื่องนี้จะต้องทำการทดลองจึงจะทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจประกอบกับเป็นหัวข้อในตอนท้ายซึ่งนักเรียนสามารถทำกิจกรรมในกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ดีขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์และ พลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

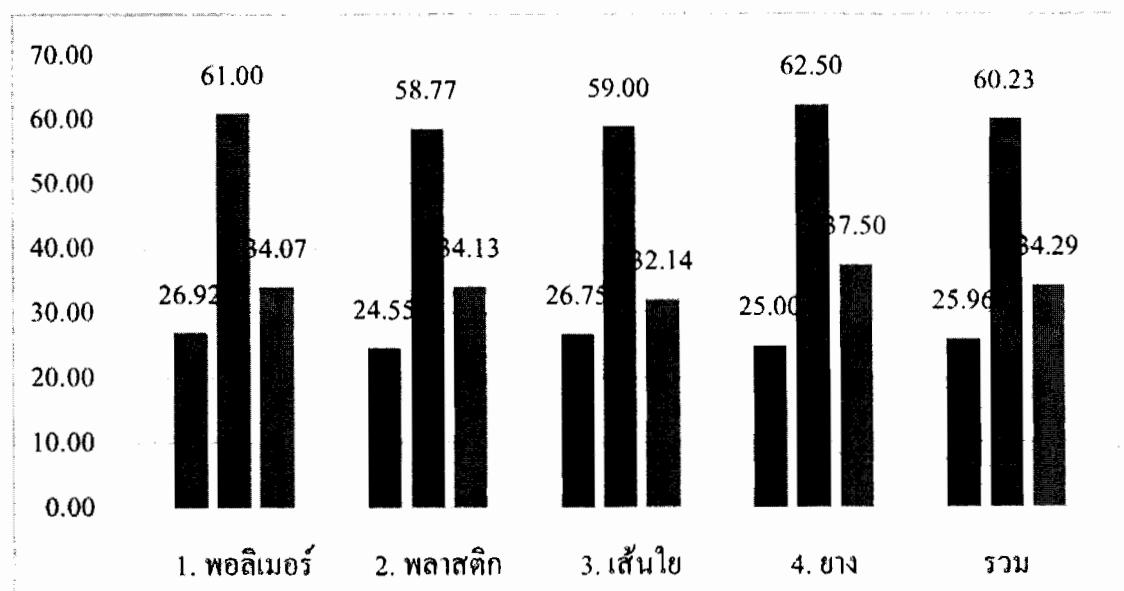
เนื้อหาหลัก	เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า		
		mean	SD	%	mean	SD	%	mean	SD	%
กลุ่มเก่ง (17 คน)	30	15.53	0.72	51.76	23.47	3.02	78.23	7.94	2.99	26.47
1. พอลิเมอร์	13	7.06	1.09	54.30	10.24	0.75	78.76	3.18	1.01	24.43
2. พลาสติก	9	4.00	0.79	44.44	6.65	0.93	73.88	2.65	1.00	29.41
3. เส้นใย	4	1.76	1.15	44.00	2.71	0.69	67.75	0.94	1.03	23.53
4. ยาง	4	2.71	0.77	67.75	3.88	2.42	97	1.18	2.63	29.41
กลุ่มปานกลาง (71 คน)	30	12.31	1.45	41.03	20.61	2.65	68.70	8.30	2.67	27.67
1. พอลิเมอร์	13	5.46	1.33	42.00	9.07	1.36	69.76	3.61	1.19	27.74
2. พลาสติก	9	3.86	1.32	42.88	6.10	1.11	67.77	2.24	1.15	24.88
3. เส้นใย	4	1.38	0.95	34.50	2.48	0.71	62.00	1.10	0.94	27.46
4. ยาง	4	1.61	1.09	40.25	2.96	1.35	74.00	1.35	1.48	33.80
กลุ่มอ่อน (14 คน)	30	7.79	1.53	25.96	18.07	2.30	60.23	10.29	2.64	34.29
1. พอลิเมอร์	13	3.50	1.40	26.92	7.93	1.33	61.00	4.43	1.16	34.07
2. พลาสติก	9	2.21	0.97	24.55	5.29	0.91	58.77	3.07	1.33	34.13
3. เส้นใย	4	1.07	0.83	26.75	2.36	0.63	59.00	1.29	1.27	32.14
4. ยาง	4	1.00	0.88	25.00	2.50	0.52	62.50	1.50	0.94	37.50
เฉลี่ยรวมทั้งสามกลุ่ม	30	12.23	2.53	40.76	20.74	3.04	69.13	8.51	2.79	28.37



ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มเก่ง



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียน กลุ่มปานกลาง



ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลักของการเรียนรู้เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มอ่อน

4.2 การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

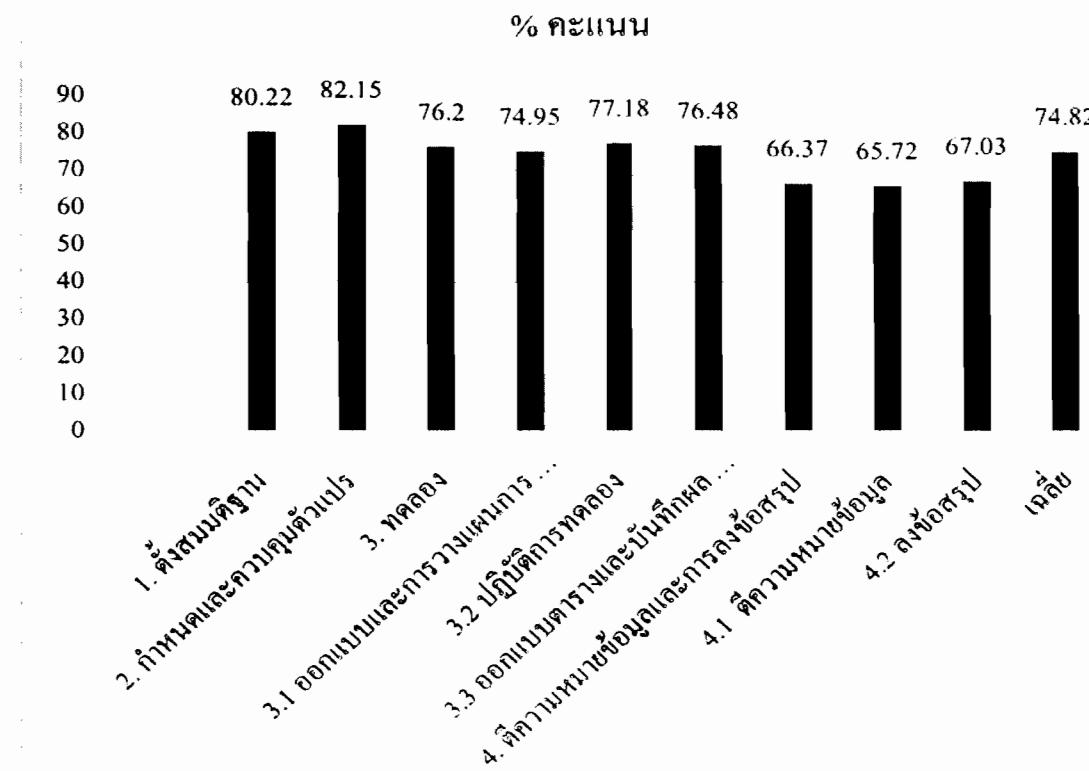
จากการศึกษาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนพิจารณาตามเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ภาคผนวก ค.2) พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมในระดับ “ดี” (ร้อยละ 74.73) ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนน				ระดับ
	เต็ม	Mean	SD	%	
1. ตั้งสมมติฐาน	15	12.06	0.95	80.22	ดีมาก
2. กำหนดและควบคุมตัวแปร	15	12.35	0.89	82.15	ดีมาก
3. ทดลอง	40	10.19	2.18	76.20	ดี
3.1 ออกแบบและการวางแผนการทดลอง	15	11.28	0.90	74.95	ดี
3.2 ปฏิบัติการทดลอง	15	11.61	0.78	77.18	ดี

ตารางที่ 4.6 คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน (ต่อ)

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนน				ระดับ
	เต็ม	Mean	SD	%	
3.3 ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง	10	7.67	0.76	76.48	ดี
4. ตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	30	10.00	0.14	66.37	ปานกลาง
4.1 ตีความหมายข้อมูล	15	9.91	0.72	65.72	ปานกลาง
4.2 ลงข้อสรุป	15	10.10	0.82	67.03	ปานกลาง
เฉลี่ย		10.71	0.83	74.82	ดี



ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบร่วมกันว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นบูรณาการในระดับ “ดีมาก” 2 ทักษะ ได้แก่ ทักษะกำหนดและควบคุมตัวแปร (ร้อยละ 74.73) และแสดงว่า นักเรียนสามารถบ่งชี้ได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็น

ตัวแปรตาม และตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้รับการฝึกฝนจากการจัดกิจกรรม POE ในชั้นสร้างความสนใจ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำอ่าน กำหนดประเด็นที่จะศึกษาจากกระบวนการนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร สามารถระบุตัวแปรจากกิจกรรมสาธิต ได้ ซึ่งนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่ระบุตัวแปรได้ไม่ครอบคลุม พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในการทำการทดลองที่ 3 สมบัติของกาวดังภาพที่ 4.2 และทักษะการตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 80.22) และคงว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบถ่วงหนักก่อนที่จะดำเนินการทดลองอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงถึงความสามารถของตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตามเพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นๆ ได้ในระดับค่อนข้างเนื่องจากนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้แล้ว ซึ่งเป็นผลลัพธ์เนื่องจากการจัดกิจกรรม POE ซึ่งนักเรียนกลุ่มสาธิตสามารถนำเสนอการทดลองแล้วให้นักเรียนภายในห้องได้ทำนาย สังเกต และร่วมกันอธิบายผลของการทดลองที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนสามารถคาดเดาคำตอบ หรือตั้งสมมติฐานของการทดลองได้ ซึ่งนักเรียนบางส่วนที่สามารถตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นว่ามีผลต่อตัวแปรตามอย่างไร พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในการทำการทดลองที่ 3 สมบัติของกาว ดังภาพที่ 4.3 ซึ่งสมมติฐานที่ดีจะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง

- | | |
|---------------|-----------------------------|
| 1. ตัวเอนไซม์ | สารออกฤทธิ์ |
| 2. ตัวเอนไซม์ | คุณสมบัติของกาวที่เกิดขึ้น |
| 3. ตัวเอนไซม์ | ชื่อของช่องทาง แคปซูลของน้ำ |

ระดับความสามารถ = 3 เพราะกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ระบุตัวแปรควบคุมไม่สมบูรณ์

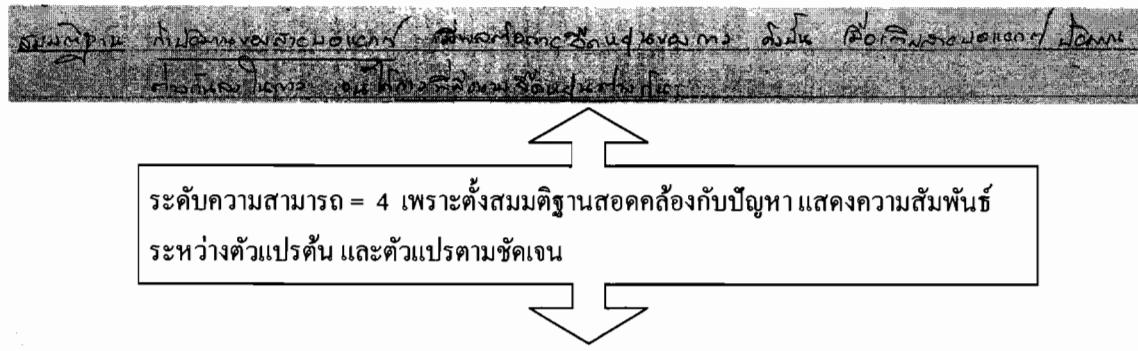
ตัวเอนไซม์ที่ใช้ในการทดลอง

- | |
|---|
| 1. ตัวเอนไซม์ คือ enzymes คือสารเคมี |
| 2. ตัวเอนไซม์ คือ กอนเซนทรัลซีโรฟิลล์ของเซลล์ที่มีผลต่อตัวเอนไซม์ |
| 3. ตัวเอนไซม์ คือ โปรตีนที่มีปฏิกิริยาทางเคมีในกระบวนการผลิต คุณสมบัติของน้ำ เป็นเอนไซม์ที่มีปฏิกิริยาทางเคมี |



ระดับความสามารถ = 4 เพราะกำหนดตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างสมบูรณ์

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการกำหนดและควบคุมตัวแปร ในกิจกรรมการทดลองที่ 3 สมบัติของกาว



ກາພີ້ 4.9 ຕ້ອວຍ່າງຄຳຕອບຂອງນັກເຮັດໃນການຕັ້ງສົນມີສູານ ໃນການທົດລອງທີ 3 ສມບັດຂອງກາວ

ທັກະນະກະບວນກາຣທາງວິທະຍາສາສຕຣີຂັ້ນນູ່ຽາກາຣທີ່ອູ້ຢູ່ໃນຮະດັບ “ດີ” ອື່ນ ທັກະນະກາ

ທົດລອງ (ຮັບຢະ 76.20) ແສດງວ່າ ນັກເຮັດມີການສາມາດໃນກາຣວາງແຜນກາຣທົດລອງເພື່ອ ກຳນົດວິທີກາຣຄຳນົນກາຣທົດລອງຊື່ງເກີບກັບກາຣກຳນົດແລະກວບຄຸມຕົວແປ ແລະວັດຖຸປະກາດທີ່ຕ້ອງການໃຫ້ໃນກາຣທົດລອງ ກາຣລົງມືອບປົງຕິກາຣທົດລອງ ກາຣບັນທຶກກາຣທົດລອງທີ່ໄດ້ຈາກກາຣທົດລອງ ເນື່ອງຈາກນັກເຮັດໄດ້ຝຶກອອກແບບກາຣທົດລອງແລະທຳກາຣທົດລອງຄ້ວຍຕົນເອງ ສ່າງພຳໃຫ້ນັກເຮັດ ມີທັກະນະກະບວນກາຣທາງວິທະຍາສາສຕຣີຂັ້ນນູ່ຽາກາຣທີ່ອູ້ຢູ່ໃນຮະດັບ “ດີ” ແຕ່ມີນັກເຮັດນາງສ່ວນທີ່ໄມ້ໄດ້ອອກແບບຕາງໆບັນທຶກກາຣທົດລອງ ທັ້ງທັກະນະກາຣອອກແບບຕາງໆແລະບັນທຶກກາຣທົດລອງທີ່ດືນ້ນກົດແສດງຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ຈາກກາຣທົດລອງໂດຍເນັ້ນກາຣກະຫັນເຂົ້າໃຈໆກາຍໃນກາຣໃຫ້ຂໍ້ມູນໂດຍໃຫ້ຕາງໆ, ກຣາຟ ຢ່ອງ ຮູປ່ກາພ ເພື່ອແສດງຮາຍລະເອີ້ນຂອງຂໍ້ມູນໄຫ້ຜູ້ອ່ານມີການເຂົ້າໃຈ ຕຽບກັນນາກທີ່ສຸດພິຈາລະນາໄດ້ຈາກຕ້ອຍ່າງຄຳຕອບໃນກາຣທົດລອງທີ 3 ສມບັດຂອງກາວດັ່ງກາພີ້ 4.4

ผลการท่องร่องรอย

ชั้นเรียน	กรณีที่มีความต้องการ
1 ชั้นอนุบาล	ความต้องการด้านภาษา เช่น พูด ฟัง อ่าน เขียน แต่ยังไม่ได้ทั้งหมด
3 ชั้นปฐม	ความต้องการด้านภาษา เช่น พูด ฟัง อ่าน เขียน แต่ยังไม่ได้ทั้งหมด
5 ชั้นประถม	ความต้องการด้านภาษา เช่น พูด ฟัง อ่าน เขียน แต่ยังไม่ได้ทั้งหมด

ระดับความสามารถ = 4 เพราะออกแบบตารางและบันทึกผลการ
ทดลองได้สอดคล้องกับการทดลอง ได้อย่างสมบูรณ์

ผลการทดลอง

1. จัดเกณฑ์ 1 ห้องเรียน ให้มีขนาดของโต๊ะ 1 ชั้นเรียน ผู้สอนและนักเรียนจะสูงตัวซึ่งกางเข้าไป
เพื่อสื่อสารกันอย่างชัดเจน ภาระผู้สอนจะต้องตั้งตัวตรงๆ ด้วยขาที่ไม่เสื่อมไปทางหน้า ไม่ใช้เท้าตอกหากันไว้ตัว
2. จัดเกณฑ์ 2 ห้องเรียน ให้มีขนาดของโต๊ะ 3 ชั้นเรียน แม่ทุ่งใหญ่ในห้องเรียนต้องมีห้องน้ำอยู่ห่างๆ
เป็นระยะห่างจากห้องเรียน 1 เมตร ห้องน้ำต้องสะอาด ไม่มีสิ่งปฏิกูลติดอยู่ภายใน ห้องน้ำต้องมีผ้าเช็ดตัวและกระดาษชำระอยู่ภายใน
3. จัดเกณฑ์ 3 ห้องเรียน ให้มีขนาดของโต๊ะ 5 ชั้นเรียน แม่ทุ่งใหญ่ในห้องเรียน ห้องน้ำต้องมีห้องน้ำอยู่ห่างๆ
เป็นระยะห่างจากห้องเรียน 1 เมตร ห้องน้ำต้องสะอาด ไม่มีสิ่งปฏิกูลติดอยู่ภายใน ห้องน้ำต้องมีผ้าเช็ดตัวและกระดาษชำระอยู่ภายใน

ระดับความสามารถ = 3 เพราะไม่ได้ออกแบบตาราง แต่บันทึกผลการ
ทดลองได้สอดคล้องกับการทดลอง

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง ในการ ทดลองที่ 3 สมบูรณ์ของการ

จากคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณ์การของนักเรียนทั้ง 4 ทักษะ
พบว่า นักเรียนได้คะแนนทักษะน้อยที่สุดอยู่ในระดับ “ปานกลาง” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูล
และการลงข้อสรุป (ร้อยละ 66.37) และคงว่านักเรียนมีความสามารถในการแปลความหมายข้อมูล
หรือบรรยายลักษณะและสมบูรณ์ของข้อมูลที่มีอยู่ อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้
จากการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจาก ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
เป็นทักษะที่ต้องนำความรู้จากทฤษฎีต่างๆ มาสนับสนุนผลการทดลองที่ได้ เพื่อเขื่อมโยงเข้าเป็น
องค์ความรู้ใหม่ แต่ส่วนมากจะเป็นการสรุปข้อมูลที่ได้จากการทดลองเชื่อมโยงเข้ากับสมมติฐาน
การทดลองเท่านั้น พิจารณาได้จากตัวอย่างคำตอบในการทดลองที่ 3 สมบูรณ์ของการ ดังภาพที่ 4.5

ລົງປະກວດກາຕະລິຍາ : ຈາກພົມກາງກອບຮ້ອງກໍ 3 ບົກກອດ ຈະນີ້ນີ້ເລື່ອງ ພວກງານກະລາງວັນສົມຄວາມ
ເຕັກຕ່າງກັນ ຊຶ່ງຮັບອະນຸຍາກຢູ່ໄມ້ພາກສ້າງຂອບຜະນາກ ກໍານົມລວງ ໂນຍົກເກອະໂຕແລ້ວຂັ້ນ
ແລ້ງຄາມຊົ່ວນັ້ນໃຈຈົດ ເປົ້ນລືບນຸ້ມປົກລົງຢູ່ວົງການສ້າງຂອບຜະນາກຕ່າງປະເທດ
ບໍລະຍະການ ມີກວດສູດລົມບັດຕິກຽງຮວມຕັ້ງ ຫຼິ້ນເກີ້ນເຫັນວ່າກຳນົດຢາງການ

ระดับความสามารถ = 2 ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูล ได้ถูกต้องบางส่วน

ଓপରିକାଳୀନ

ระดับความสำนารถ = 4 เพราะตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างคำตอนของนักเรียนในการศึกษาหมาดข้อมูลและการลงข้อสรุป

ใบกราฟดูคงที่ 3 สำเนาตีของกราฟ

จะเห็นว่านักเรียนบอกแต่เพียงว่า สาระลักษณะของแรกซ์สั่งผลต่อความมีคุณภาพของการ แต่ นักเรียนไม่ได้อธิบายว่า เมื่อเติมสาระลักษณะของแรกซ์ลงไปควรจะเกิดพันธะเชื่อมข้างขึ้นระหว่าง สายโซ่ตระวงของพอลิเมอร์ เนื่องจากเกิดพันธะไชโดยเจนระหว่างบอนแรกซ์กับและสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้ไม่เกิดกลุ่มของพอลิเมอร์มีขนาดใหญ่มากขึ้นสาระลักษณะมีความหนาแน่นมากขึ้น อีกทั้ง การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ครูได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมา อกิจกรรมหน้าชั้นเรียน และสรุปผลการทดลองเป็นกลุ่ม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความ กิตติเห็นได้อย่างเต็มที่ พ布ว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจ แต่ไม่กล้าสอบถามครูหรือเพื่อนในกลุ่ม ทำให้ไม่สามารถสรุปความรู้ที่ได้ทำกิจกรรมได้ ทำให้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในห้องนี้ได้รับการ พัฒนาข้ากกว่าทักษะด้านอื่นๆ

จากผลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน พบร่วมนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมในระดับ “ดี” (ร้อยละ 74.73) ซึ่งนักเรียนได้ระดับ “ดีมาก” (ร้อยละ 82.15) ในทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 80.22) ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับ “ดี” คือ

ทักษะการทดลอง (ร้อยละ 76.20) แต่อยู่ในระดับ “ปานกลาง” คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (ร้อยละ 66.37) อาจเนื่องมาจากการเรียนไม่มีโอกาสฝึกทักษะที่ในการกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน และการทดลองมากกว่าทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะที่มีความยุ่งยากมากที่สุด ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปต้องนำความรู้จากทฤษฎีต่างๆ มาสนับสนุนผลการทดลองที่ได้ และมักจะใช้เวลานานเป็นผลให้ความสามารถของผู้เรียนในทักษะนี้ได้รับการพัฒนาช้าอย่างไปด้วย แต่ถึงอย่างไรในภาพรวมแล้ว การจัดกิจกรรมการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนเก็บข้อมูลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับ “ดี” เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีปฏิบัติการทดลองจริง มีการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และการทดลองที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในด้านต่างๆ (ประชาติ คงศรี, ศักดิ์ศรี สุภัยร และประนอม แซ่จึง, 2553) และในแต่ละขั้นตอนทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองได้รู้จักกำหนดปัญหาเอง (ธวัช ยะสุคำ, ศักดิ์ศรี สุภัยร และกิตติยา วงศ์ขันธ์, 2553) ได้วางแผนการทดลอง รู้จักตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ รู้จักการวางแผนทางในการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผลด้วยตนเอง รวมถึงการร่วมกิจกรรมกลุ่มเพื่อค้นหาข้อมูล ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ เก็บข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ฝึกการอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลอง และร่วมกันสร้างข้อสรุป แสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ (Jinca พราหมณ์, 2552) การใช้กิจกรรม POE เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย แล้วเกิดเป็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ และกระตุ้นให้นำไปสู่กระบวนการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ เพราะสามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหาและหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนท่านายและการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับคำท่านาย (ณารภรณ์ บุญกิจ, 2553) ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดของตนเอง หรือหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือโต้แย้งด้วยกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อไป จะส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

4.3 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนน่าสนใจ

เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลลัมกุทธ์ทางการเรียน สามารถแยกพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจ (ดังตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกรณีศึกษา

คนที่	คะแนนสอบ (เต็ม 40 คะแนน)		ร้อยละ ความก้าวหน้า	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ (%)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
11	13	19	20.00	79.37
23	9	15	20.00	74.21
76	6	14	26.67	75.23
2	17	26	30.00	74.35
75	4	14	33.33	72.72
49	15	27	40.00	73.49
1	10	24	46.67	75.62
43	10	24	46.67	76.03

ซึ่งพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือนักเรียนคนที่ 2 (17 คะแนน) และมีคะแนนก่อนเรียนต่ำสุดคือนักเรียนคนที่ 75 (4 คะแนน) และเมื่อพิจารณาคะแนนหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนสูงสุดคือนักเรียนคนที่ 49 (27 คะแนน) และมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดคือนักเรียนคนที่ 75 และ 76 (14 คะแนน) จากการศึกษาข้อมูลของนักเรียนในการณ์ที่ นำเสนอด้วย พบว่า นักเรียนคนที่ 2 ซึ่งได้คะแนนก่อนเรียนสูงที่สุดนั้น และยังมีคะแนนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง (26 คะแนน) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจในการเรียนดี มีความกระตือรือร้นในการเรียน และที่สำคัญผู้ปกครองของนักเรียนคนนี้ให้ความเอาใจใส่ในเรียนของนักเรียนเป็นอย่างดี มีการสอบตามเกี่ยวกับคะแนนของนักเรียนอยู่เสมอ ส่วนนักเรียนคนที่ 75 ซึ่งมีคะแนนก่อนเรียนต่ำที่สุดนั้น และบังพบร่วมกับคะแนนหลังเรียนบังอยู่ในกลุ่มต่ำที่สุดด้วย (14 คะแนน) เนื่องจากนักเรียนดังกล่าวไม่ค่อยตั้งใจในการเรียน ชอบชวันเพื่อนคุยในระหว่างที่ครุสอน และไม่ค่อยส่งการบ้าน สำหรับนักเรียนคนที่ 76 ซึ่งมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด และบังพบร่วมกับนักเรียนคนดังกล่าวบังมีคะแนนก่อนเรียนใกล้เคียงกับนักเรียนที่ได้คะแนนก่อนต่ำที่สุด (6 คะแนน) เนื่องจากนักเรียนดังกล่าวเป็นนักเรียนกลุ่มอ่อนและไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และจากการพิจารณา ร้อยละความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีร้อยละความก้าวหน้าต่ำที่สุด คือร้อยละ 20.00 ได้แก่นักเรียนคนที่ 11 (ก่อนเรียน 13, หลังเรียน 19) และนักเรียนคนที่ 23 (ก่อนเรียน 9, หลังเรียน 15) เนื่องจากนักเรียนทั้งสองคนดังกล่าวเป็นนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนซึ่งมีศักยภาพในการเรียนรู้ใกล้เคียงกัน มักจะขาดเรียนบ่อยครั้ง เป็น

นักเรียนที่ไม่ค่อยพูด และไม่กล้าแสดงออก นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนทั้งสองคนดังกล่าวมักจะ สอนตกในรายวิชาอื่นๆ ด้วย สำหรับนักเรียนที่มีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุดคือนักเรียนคนที่ 1 และ 43 ซึ่งมีความก้าวหน้าร้อยละ 46.67 พ布ว่า นักเรียนทั้งสองคนเป็นนักเรียนกุ่มปานกลาง ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลของนักเรียนทั้งสองคนนี้ พบร่วมกันว่า เป็นนักเรียนที่มีความสนใจในการเรียน กล้า แสดงออก ซึ่งมักจะเป็นผู้นำเสนองานของกุ่ม อุยเป็นประจำ

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนของ ในการณ์ที่น่าสนใจ พบร่วมกันว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีคะแนนโดยรวมอยู่ในระดับดี และพบว่า นักเรียนคนที่ 11 มีร้อยละความก้าวหน้าในการเรียน ต่ำที่สุด คือร้อยละ 20.00 แต่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการค่อนข้างสูง คือ ร้อยละ 79.37 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย นั้นสามารถทำให้นักเรียนมีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อก่อนนักเรียนไม่ได้ค่อยได้ปฏิบัติ กิจกรรมการทดลอง เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนได้เห็น สัมผัส และได้เรียนรู้จากของจริง จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีความสนใจ มีความกระตือรือร้น ตื่นเต้นอย่างรุ้งขากลอง นักเรียนไม่รู้สึกถึงความจำเจ ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในเกณฑ์ดี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์ พอดิเมอร์ สามารถสรุปผลการวิจัย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปผลแยกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

5.1.1 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์

5.1.1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 12.23 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.53 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 20.74 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.04 มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย 8.51 หรือร้อยละ 28.37 จากการทดสอบค่าที่แบบกู้มตัวอย่าง ไม่อิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาหลัก พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 4 เนื้อหา โดยมีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้สูงสุดในเนื้อหาที่ 4 ยาง (ร้อยละ 33.58) และมีร้อยละของพัฒนาการเรียนรู้ต่ำสุดในเนื้อหาที่ 2 พลาสติก (ร้อยละ 26.91)

5.1.1.2 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ภายในการกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน จากการศึกษาผลของความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยแบ่งกลุ่มจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน กลุ่มเก่ง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มปานกลาง ได้แก่ นักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในช่วงของ ค่าเฉลี่ย บวกส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าเฉลี่ยลบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และกลุ่มอ่อน ได้แก่ นักเรียน ที่มีคะแนนก่อนเรียนต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยลบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พ布ว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มี คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 26.47, 27.65 และ 34.29 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระ ต่อกัน พ布ว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มสูงกว่าคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.1.3 การเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมโนเลกุล ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน จากการศึกษาผล ของความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เมื่อทดสอบด้วยสถิติ One-Way ANOVA พ布ว่า นักเรียนกลุ่ม เก่งและกลุ่มปานกลาง มีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ กลุ่มเก่งมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มปานกลาง อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เป็น 7.90 , 8.30 และ 10.29 ตามลำดับ ร้อยละความก้าวหน้าทางการ เรียนของนักเรียนตามเนื้อหา พ布ว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีร้อยละความก้าวหน้ามากที่สุดในเนื้อหา เรื่อง ยาง เท่ากับร้อยละ 29.41, 33.80 และ 37.50 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเรื่อยๆ ความก้าวหน้า ทางการเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ที่สุดของนักเรียนพบว่า กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน มีร้อยละ ความก้าวหน้าอยู่ที่สุดในเนื้อหา เรื่อง เส้นใย เท่ากับร้อยละ 23.53 และ 32.14 ตามลำดับ กลุ่ม ปานกลาง มีร้อยละความก้าวหน้าอยู่ที่สุดในเนื้อหา เรื่อง พลาสติก เท่ากับร้อยละ 24.88

5.1.2 ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์ พอลิเมอร์

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน พิจารณา โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พ布ว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยรวมทั้ง 4 ทักษะ อยู่ในระดับ “ดี” (ร้อยละ 74.73) ซึ่งนักเรียนได้ระดับ “ดีมาก” 2 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ร้อยละ 82.15) และ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 80.22) และอยู่ในระดับ “ดี” กือ ทักษะการทดลอง (ร้อยละ 76.20) แต่อยู่ในระดับ “ปานกลาง” กือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (ร้อยละ 66.37) เนื่องจาก นักเรียน ไม่นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลและการตีความหมายข้อมูล มาอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเข้าเป็นองค์

ความรู้ที่ได้หรือเป็นการสรุปผล แต่ส่วนมากจะเป็นการสรุปข้อมูลที่ได้จากการทดลองเรื่องโบงเข้ากับสมมติฐานการทดลองเท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

5.2.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยจากขึ้นอยู่กับครูผู้สอนบรรยายในห้องเรียนด้วย ดังนั้นครูผู้สอนควรจะมีการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ และช่วยสร้างบรรยายภาษาไทยอีกด้วย การเรียนร่วมด้วย อาจมีการเสริมแรงอยู่ตลอดเวลาขณะที่นักเรียนมีการทำกิจกรรม

5.2.1.2 การศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ส่วนมากจะมีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้เป็นกลุ่ม ครุภาระกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยสังเกตพัฒนาการของนักเรียนรายบุคคล ในแต่ละสถานการณ์ที่ครูกำลังทำการสอน

5.2.1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นทักษะขั้นพสมพานิชที่จะได้ใช้ทักษะทั้ง 13 ทักษะไปพร้อมๆ กัน ให้ครูผู้สอนแนะนำ ทบทวนความรู้เกี่ยวกับทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ หากนักเรียนเกิด ความสงสัย

5.2.1.4 ผู้สอนควรตรวจแบบรายงานกิจกรรมการทดลองทุกกิจกรรมเพื่อถูกการตอบคำถามของนักเรียน และแจ้งให้นักเรียนทราบผลการตรวจในชั่วโมงต่อไป เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความเพียรพยายามในการเรียนรู้จากกิจกรรมถัดไป

5.2.1.5 ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมมือร่วมใจกับปฏิบัติกรรม โดยใช้การระดมสมอง การปรึกษาหารือกันในการปฏิบัติกรรม

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย กับการเรียนรู้แบบอื่นๆ หรือเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติ

5.2.2.2 ควรพัฒนาทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ด้วยเทคนิคการสอนอื่นๆ เพราะเป็นทักษะที่นักเรียนได้รับคะแนนน้อยที่สุดจากการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ พลอญา. การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกุนกวานปัจจังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

คำไพบ พานุสี. “มโนมติทางเลือก : เรื่อง แสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการทำนาย - การสังเกต – การอธิบาย”, ใน การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. น. 1368-1379. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

จินดา พรามณ์ชู. “การพัฒนาความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขตคิดต่อการเรียนวิชา”, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 15(4) : 317-330, 2552.

จันทร์จิรา กมรศิลปธรรม. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องปีโตรเลียมและพอลิเมอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเรศวร. 11(1) : 36-38, 2551.

ณรากรณ์ บุญกิจ. “ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสงจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย”, ใน การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

คุรากรณ์ อัปกาญจน์, กานต์ตระตัน ภูมิสถา และสายสมร จำลอง “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีรู้แล้ว อย่างรู้ เรียนรู้ ที่มีต่อผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3(พิเศษที่ 1) : 210-216, 2553.

คลารีน อับคุลสาณุจ, อัญชลี สำเกา และศักดิ์ศรี สุภายร. “การพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนเรื่อง กรด–เบส และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือร่วมกับโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 23(1) : 123-134, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ชวัช ยะสุคำ, ศักดิ์ศรี สุภायร และกิตติยา วงศ์ขันธ์. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรม (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 3(พิเศษที่ 1) : 320-326, 2553.

น้ำค้าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

ประชาติ คงศรี, ศักดิ์ศรี สุภायร และประนอม แซ่จึง. “การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นนูรณะการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3(ฉบับพิเศษ) : 163-172, 2553.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิค การสอน 1. กรุงเทพมหานคร : เดอะมาสเตอร์รุฟ์แมนเนจเม้นท์, 2544.

เยาวเรศ ใจเย็น. แนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพสม ในเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

ระเบียง อนันตพงศ์. ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพสมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยาจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2550.

รติพร ศรีลาดเลา. “การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัดจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและแบบวัดจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเขตคติเชิงทักษะศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ. 11(1) : 92-105, 2552.

เรืองศักดิ์ ไตรพัน. การตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการขัดแย้งทางปัญญาในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำพุน สิงห์ฯ. “การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและประเมินติดตามวิทยาศาสตร์เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย”, สารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 35(2) : 93 - 102, 2555.

วิทวัฒน์ ขัดดิษามาน และอมควรณ วีระธรรมโน. การสอนเพื่อพัฒนาการคิด. สงขลา : เทมการพิมพ์, 2549.

วนิชา ประยูรพันธ์ และวินล สำราญวนิช. “รูปแบบการทำความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธี Predict-Observe- Explain (POE)”, ใน การประชุมทางวิชาการเสนอผลงาน วิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. น. 1211-1201. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัย ขอนแก่น, 2553.

ศรีบุญตาม โภนศรี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีจัดการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังในมติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ทรงกรانต์ มูลศรีแก้ว. ตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). “รายงานผลการทดสอบระดับชาติ ชั้นพื้นฐาน (O-NET)”, ระบบประกาศและรายงานผลสอบ โอลิเม็ต.

<http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/MainSch/MainSch.aspx?mi=3>.
พฤษภาคม, 2556.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2546.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการเผยแพร่ข่าวและอบรม รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry Cycle). กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2548.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2550.
- สิวพร สุวรรณเจริญ. การใช้ชุดกิจกรรมเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนชาตินราษฎร์วิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.
- สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภायร. “การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน”, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 1(2) : 45-67, 2554.
- สุรีย์ สุชาสโนบล. การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีค้านพลังงานจากดวงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2549.
- สันติ พันธุ์ชัย. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2553.
- อุบลวรรณ ไก่ทอง. “ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง ไฟฟ้าเคมีเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการและเขตคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3(ฉบับพิเศษ) : 272 - 280, 2554.
- อรัญญา สถิติไพบูลย์. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). American Association for the Advancement of Science Project 206: Science for All Americans. Washington, DC: AAAS, 1989.
- Chaowakiratipong, N. Training materials: Learning management with various learner-centered techniques. (in Thai). Bangkok: Office for Educational Reform, 2002.
- National Research Council (NRC). Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Samran, C. Teachers and classrooms in 2000. Bangkok: Office of the National Education Commission, 1999.

ภาคผนวก

ភាគធនវក ៩
រายនាមផ្សេទនកុណវុធិ

**รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือและเนื้อหา ในการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
ร่วมกับกิจกรรมท่านาย-สังเกต-อธิบาย**

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภायร อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี | ครุ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 |
| 2. นางสาวนิศากร แก้วกิ่ง | ครุ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 |
| 3. นางนันทิชา ชาตุระหัน | ครุ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสกolorาชวิทยานุกูล
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

แบบทดสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์
แบบทดสอบ มี 30 ข้อ เวลา 60 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ตัวอย่างของพอลิเมอร์ในข้อใดถูกทั้งหมด

โคพอลิเมอร์	อะโนมอลิเมอร์	พอลิเมอร์ธรรมชาติ
1. เอ็นไซม์	ไนโตรอน	ไนน์
2. เจลตาติน	พีวีซี	บุก
3. สำลี	พอลิไอโซปริโน	นุ่น
4. ยางพารา	พอลิเอทิลีน	ฝ้าย

2. ข้อความใดตอบไปนี้ผิด

- ก. พอลิเอทิลีนเป็นเทอร์มอเซตที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเชื่อมโดยเป็นร่างแท่ๆ ไม่สามารถนำมาหลอมใหม่ได้
- ข. ภาชนะเมลามีนสามารถนำมารีไซเคิลหรือหลอมใช้ใหม่ได้ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ค. พลาสติกที่มีโครงสร้างไม่เกิดเป็นโซ่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนและแข็งตัว เมื่อถูกอุณหภูมิลงเรียกว่า เทอร์มอพลาสติก
- ง. เทฟลอนที่ใช้เคลือบภาชนะหุงต้มนั้นเป็นเทอร์มอเซต เนื่องจากทนความร้อนได้มาก และไม่หลอมเหลว
 - 1. ก. และ ข. เท่านั้น
 - 2. ก. ข. และ ง. เท่านั้น
 - 3. ก. ค. และ ง. เท่านั้น
 - 4. ก. ข. ค. และ ง.

3. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดผิด

- 1. เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติประเภทไนโพรพอลิเมอร์
- 2. โปรตีนเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติประเภทโคพอลิเมอร์

3. พอลิไวนิลเอลกอซอล์ เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ละลายน้ำ
4. พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) มีโครงสร้างโมเลกุลแบบร่างเหงื่อยืดหยุ่น
ได้

4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
 - ก. การให้ความร้อนกับเอทธิลีนโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา
 - ข. การหดสารละลายกรดซัลฟิวริกลง เป็นสารผสมของยูเรียกับฟอร์มัลดีไฮด์
 - ค. การเติมกำมะถันลงในน้ำยา
 - ง. การเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำเพื่อ

ข้อใดเป็นการทำให้เกิดพอลิเมอร์

 1. ก และ ข
 2. ก และ ง
 3. ข ค และ ง
 4. ก ค และ ง

5. ข้อใดที่มีข้อมูลสอดคล้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

เส้นใยธรรมชาติ	เส้นใยสังเคราะห์	ยางพารา	เทอร์โมพลาสติก
1. ขนแกะ	พอลิเอไมค์	ยางพอลิบิวทาไคอิน	พอลิยูริเทน
2. ปอ	พอลิเอสเทอร์	ยางพอลิไอโซพรีน	พอลิเอทธิลีน
3. ใบใบสับปะรด	ไนلون	ยางพอลิคลอโรพรีน	เมลามีน
4. เส้นไยไนน	เรบอน	ยางสไตรีน-บิวทาไคอิน	พอลิสไตรีน

6.

พอลิเมอร์ที่นำมาทำโฟมควรจะเป็นข้อใด

 1. พอลิเอทธิลิน PVC พอลิสไตรีน
 2. พอลิเอทธิลิน PVC พอลิโพรพิลีน
 3. พอลิโพรพิลีน PVC พอลิสไตรีน
 4. พอลิเอทธิลิน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน

7. ข้อใดกล่าวถึงน้ำตาลและเซลลูโลสในพืชได้ถูกต้อง
- เป็นพอลิเมอร์เหมือนกัน
 - ประกอบด้วยอะตอมของสารตั้งต้นเท่ากัน
 - เป็นสารสังเคราะห์ธรรมชาติ
 - เป็นสารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายนอกล
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. ข้อ ก และ ข | 2. ข้อ ข และ ค |
| 3. ข้อ ค และ ง | 4. ข้อ ง และ ก |
8. ข้อใดถูก
- อุปกรณ์ที่ทำจากซิลิโคนมีความคงทนต่อความชื้นและฉีกขาดยาก
 - แพทย์ศัลยกรรมตกแต่งใช้ซิลิโคนเสริมจมูกหรือชิ้นส่วนต่างๆของหู
 - ซิลิโคนมีหลายชนิดและหลายลักษณะขึ้นอยู่กับขนาดของพอลิเมอร์
 - ซิลิโคนเป็นพลาสติกที่พอลิเมอร์ของชาตุкар์บอนจับอยู่กับพอลิเมอร์ของชาตุซิลิโคน
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. ข้อ ก และ ข | 2. ข้อ ข และ ค |
| 3. ข้อ ค และ ง | 4. ข้อ ง และ ก |
9. ข้อใดเป็นกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น
- กรดอะมิโน + กรดอะมิโน + กรดอะมิโน+... -----> โปรตีน + น้ำ
 - กลูโคส + กลูโคส+ กลูโคส+... -----> แป้ง + น้ำ
 - เอทิลีน + เอทิลีน + เอทิลีน +...-----> พอลิเอทิลีน
 - ไวนิลคลอไรด์ + ไวนิลคลอไรด์ + ไวนิลคลอไรด์ +... -----> พอลิไวนิลคลอไรด์
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. ข้อ ก และ ข | 2. ข้อ ข และ ค |
| 3. ข้อ ค และ ง | 4. ข้อ ง และ ก |
10. พอลิเมอร์ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติอ่อนนุ่ม โค้งงอได้ปานกลาง ยืดตัวได้เล็กน้อย บุคคลจะ
- เป็นรอย เราจะนำพอลิเมอร์ชนิดนี้มาทำเครื่องใช้สอยอะไรได้บ้าง

1. ห่อน้ำประปา
2. ถัวบานไส่ของร้อน
3. ขาดไส่น้ำคิ่ม
4. เชือกไนลอน

11. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

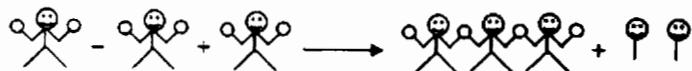
- ก. ไนลอนและอีพอกซี่จัดเป็นเทอร์มอพลาสติก
- ข. เอทิลีนจัดเป็นมอนอเมอร์ที่มีขนาดเล็กที่สุดในการผลิตพอลิเมอร์
- ค. ซิลิโคน ที่ใช้ในงานศัลยกรรมจัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง
- ง. ยางธรรมชาติและยางเทียม IR ต่างมีไอโซบูรินเป็นมอนอเมอร์

ข้อใดถูก

1. ก. ข. และ ค.
2. ข. ค. และ ง.
3. ก. ข. และ ง.
4. ก. ค. และ ง.

12. ให้พิจารณาการเกิดพอลิเมอร์ 2 แบบต่อไปนี้

แบบที่ 1



แบบที่ 2



ข้อใดถูกต้อง

1. พอลิเมอร์ที่ใช้ทำวัสดุล้ำน้ำกันลื่นเกิดจากปฏิกิริยาแบบที่หนึ่ง
2. โครงสร้างของพอลิเมอร์แบบที่หนึ่งคือ โครงสร้างแบบสาขา
3. การเกิดพอลิเมอร์แบบที่สองเป็นการรวมของสารมอนอเมอร์แบบควบแน่น
4. การรวมตัวของเมลามีนและฟอร์มัลดีไฮด์เป็นการเกิดพอลิเมอร์แบบที่สอง

13. พอลิเมอร์ในข้อใดเหมาะสมในการผลิตวัสดุ ซึ่งสมบูรณ์ได้มาก อ่อนตัวเมื่อได้รับ

ความร้อนและแข็งตัวเมื่อ อุณหภูมิลดลง

1. ชนิดโครงสร้างแบบร่างเหห์อแบบแขนง
2. ชนิดโครงสร้างแบบสาขาขาวหรือแบบสาขา

3. ชนิดโครงการสร้างแบบสาขาหรือแบบตามข่าย
4. ชนิดโครงการสร้างแบบตามข่ายหรือแบบสาขาฯ

14. ในปัจจุบันภาชนะที่ทำด้วยพลาสติกมีขายอยู่ทั่วไปในราคาไม่แพง มีการออกแบบเป็นภาชนะรูปต่างๆ น่าใช้สีส่าย แต่พีวีซีไม่เหมาะสม ใช้ทำภาชนะใส่อาหาร เพราะเหตุใด
 1. มองอเมอร์ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งอาจหลุดออกมานปนในอาหาร
 2. พีวีซีเมื่อถูกความร้อนจะลายให้ก้าชคลอรินออกมาน
 3. ในกระบวนการผลิตเมอร์ไโรเซ้นของพีวีซีนั้นมีการใช้สารที่มีตะกั่วเจือปนรวมอยู่ด้วย
 4. สีที่ล้างบนพีวีซีจะไม่ติดแน่นและเมื่อสิ้นหลุดออกมานจากภาชนะจะเข้าสู่ร่างกายและก่อให้เกิดมะเร็ง

15. ข้อความเกี่ยวกับยางต่อไปนี้ ข้อใดผิด
 - ก. โโคพอลิเมอร์เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
 - ข. กัตตาเปอร์ชาเป็นไอโซเมอร์ของยางธรรมชาติ
 - ค. ยางสังเคราะห์มีความยืดหยุ่นดีกวายางธรรมชาติ แต่ราคามากกว่า
 - ง. ยางที่ผ่านกระบวนการวัดค่าในเซ็นจะมีความยืดหยุ่นสูงขึ้น

16. การคัดแยกขยะออกเป็นประเภทต่างๆ จะทำให้สะดวกในการกำจัด ถ้าพบสัญลักษณ์  ที่ถังขยะ ขยะในข้อใดที่ควรทิ้งถังแบบนี้
 1. พรอม เต้าเสียบไฟฟ้า แบตเตอรี่
 2. ใบไม้ กระดาษ เศษผ้า
 3. ถ่านไฟฉาย เศษแก้ว ガ้ว
 4. ขวดพลาสติก กระดาษ แก้ว

17. โครงสร้างของเมลามีน



เมื่อกินเมลามีนเข้าไป จะเกิดตะกอนทำให้อุดตันในท่อของหน่วยไตและมีน้ำคั่งในไตได้ การตอกตะกอนดังกล่าวจะเกิดจากสาเหตุใด

1. เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างเมลามีน
2. เกิดปฏิกิริยากรด-เบสระหว่างเมลามีน
3. เมลามีนเกิดการขับตัวกับโปรตีนในน้ำนม
4. เมลามีนเกิดการรวมตัวกันน้ำ

18. การจำแนกประเภทพลาสติกเป็นเทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซต ใช้สมบัติใดของพลาสติกเป็นเกณฑ์

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| 1. ความหนาแน่น | 2. โครงสร้างไม่เลกฤทธิ์ |
| 3. ความคงทนต่อกรด – เบส | 4. การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน |

19. ในการกำจัดพลาสติก ดังนี้

- ก. เซลลูโลสแอลเชตต, เซลลูโลสชานเทต กำจัดโดยใช้อ่อนไชม์จากแบคทีเรียและเชื้อราก
- ข. พอลิไพรพิลีน พอลิไวนิคล็อกอิร็อก พอลิสไตรีน ย่อยสลายโดยใช้ความร้อน
- ค. พลาสติกชนิดเทอร์มอพลาสติก นำกลับมาใช้ใหม่
- ง. พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ย่อยสลายโดยการละลายน้ำ

มีข้อความถูกกี่ข้อ

- | | |
|-------------|----------|
| 1. 1 ข้อ | 2. 2 ข้อ |
| 2. 3. 3 ข้อ | 4. 4 ข้อ |

20. ข้อใดจัดประเภทของพลาสติกได้ถูกต้อง

	เทอร์มอพลาสติก	พลาสติกเทอร์มอเซต
1	โพนบารุงอาหาร	ตับเกป
2	ถุงพลาสติก	คอกไม้พลาสติก
3	ขวดน้ำพลาสติก	เต้าเสียบไฟฟ้า
4	ด้านขับเตารีด	ฟิล์มถ่ายภาพ

21. โครงสร้างของพลาสติกในข้อใดที่ไม่สอดคล้องกับสมบัติของพลาสติกนั้น

สมบัติ	โครงสร้าง		
	โซ่อร์	โซ่กิ่ง	ร่างแห
1 ยืดหยุ่น โค้งงอได้	✓	✓	-
2 นำกลับมาใช้ใหม่ได้	✓	✓	-
3 นำมาขีนรูปใหม่ไม่ได้	-	-	✓
4 ได้รับความร้อนไม่อ่อนตัว	-	✓	✓

22. วิธีที่ดีที่สุด ที่จะคุ้มแล้วสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับขยะพลาสติก คือข้อใด

ก. เผาขยะพลาสติก

ข. ฝังกลบหรือนำไปเผาที่

ค. ลดปริมาณการใช้

ง. นำกลับมาใช้ใหม่

1. ข้อ ก และ ข

2. ข้อ ข และ ค

3. ข้อ ค และ ง

4. ข้อ ง และ ก

23. เส้นใยในข้อใดต่อไปนี้ เมื่อเปียกน้ำ ความเหนียวและความแข็งแรงจะลดลงทุกชนิด

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. ขนแกะ ขนแพะ ไหหม | 2. ไหหม ฝ้าย ลินิน |
| 3. ฝ้าย ปอ นุ่น | 4. ลินิน ปอ ขนแกะ |

24. ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|--|--|
| ก. เส้นใยที่หุ้มเมล็ดฝ้าย นุ่น ไขมะพร้าว จัดเป็นเส้นใยเซลลูโลส | ก. ผ้าไหมหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและความชื้น |
| ข. ลินิน ปอ จัดเป็นเส้นใยจากเปลือกไม้ | ข. ผ้าไหมหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและความชื้น |
| ค. ผ้าไหมหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและความชื้น | ค. ผ้าไหมหดตัวเมื่อได้รับความร้อนและความชื้น |
| 1. ข้อ ก. และ ข. | 2. ข้อ ข. และ ค. |
| 3. ข้อ ก. และ ค. | 4. ถูกทุกข้อ |

25. เส้นใยสังเคราะห์มีคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างต่างไปจากเส้นใยธรรมชาติดังนี้

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ก. ทนต่อเชื้อราและจุลินทรีย์ | ก. ไม่ยับง่าย ไม่ดูดน้ำ ทนต่อสารเคมี |
| ข. ผลิตได้ครึ่งละมาก ๆ และรวดเร็ว | ค. ผลิตได้ครึ่งละมาก ๆ และรวดเร็ว |

ข้อใดถูกต้อง

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. ข้อ ก. และ ข. | 2. ข้อ ข. และ ค. |
| 3. ข้อ ก. และ ค. | 4. ถูกทุกข้อ |

26. การทดสอบข้อใดไม่สามารถใช้ในการจำแนกประเภทของเส้นใย

1. ความทนทานต่ออุณหภูมิ
2. ความคงทนต่อสารเคมี
3. ความยืดหยุ่นของเส้นใย
4. ความยากง่ายในการ preroteเปื้อนของเส้นใย

27. ข้อความเกี่ยวกับยางต่อไปนี้ ข้อใดผิด

1. โภคอดิเมอร์เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยอนุมอิร์ดังเดิ่งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
2. กัตตาเปอร์ชาเป็นไอโซเมอร์ของยางธรรมชาติ
3. ยางสังเคราะห์มีความยืดหยุ่นดีกวายางธรรมชาติ แต่ราคาแพงกว่า
4. ยางที่ผ่านกระบวนการวัสดุภายใน เช่น จะมีความยืดหยุ่นสูงขึ้น

28. ผลของการบวนการวัสดุในเชื้อเพลิงของยางและยางบิวตะไครอิน กือ

- ก. เกิดการเสื่อมของโมเลกุลของพอลิเมอร์ด้วยสะพานชัลไฟฟ์
- ข. ช่วยทำให้ยางกลับสู่รูปร่างเดิมได้หลังจากได้รับแรงกดหรือแรงดึง
- ค. ทำให้ยางหักก่อนเสื่อมต่อ กันเป็นโมเลกุลเดียว
- ง. ทำให้ยางธรรมชาติและยางบิวตะไครอินมีสมบัติยืดหยุ่น ได้ดีเหมือนกัน

คำตอบที่ ถูกต้อง

1. ก, ข, ค
2. ก, ค, ง
3. ก, ข, ง
4. ข, ค, ง

29. ข้อใดถูก

1. ยางเทียมถูกผลิตขึ้นมาทดแทนยางธรรมชาติ เนื่องจากยางธรรมชาติมีสมบัติไม่เหมาะสมกับการใช้งาน
2. ยางเทียมถูกผลิตขึ้นมาทดแทนยางธรรมชาติซึ่งมีปริมาณไม่เพียงพอ กับ การใช้งาน
3. ยางเทียมสามารถนำมาใช้งานต่างๆแทนยางธรรมชาติได้ในทุกรูปแบบ
4. ยางเทียมมีต้นทุนการผลิตถูกกว่ายางธรรมชาติ เนื่องจากใช้วัสดุดีบากบิโตรเลี่ยม

30. ข้อใดถูกต้อง

- ก. ยางธรรมชาติไม่มีความต้านทานต่อน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ
- ข. ยางเป็นพลาสติกจากสารประกอบพอลิเมอร์ชนิดพิเศษ
- ค. ยางธรรมชาติที่ความแข็งแรงทนทานและความยืดหยุ่นน้อยกว่าสังเคราะห์ จึงนำยางสังเคราะห์มาผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ

๔. ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ทำการเปลี่ยนแปลงโนมเลกุลของยางธรรมชาติให้มีความต้านทาน
ต่อเชื้อมั่นและก้าวธรรมชาติได้ดีกว่า
1. ข้อ ก และ ข 2. ข้อ ข และ ค
3. ข้อ ค และ ง 4. ข้อ ง และ ก
-

ข.2 เนลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพื่อ吟เติน เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

ข้อที่	ข้อที่ถูก	ข้อที่	ข้อที่ถูก	ข้อที่	ข้อที่ถูก
1.	2	11.	1	21.	4
2.	1	12.	1	22.	3
3.	4	13.	2	23.	1
4.	1	14.	4	24.	1
5.	2	15.	1	25.	4
6.	1	16.	1	26.	2
7.	4	17.	1	27.	3
8.	2	18.	4	28.	1
9.	1	19.	4	29.	1
10.	3	20.	3	30.	4

ภาคผนวก ๑
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ค.1 ตัวอย่างกิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมการทดลองที่ 3

สมบัติของกาว

กลุ่มที่..... ชั้น..... วันที่.....

ชื่อสมาชิก

- 1)..... 2).....
- 3)..... 4).....
- 5)..... 6).....

จุดประสงค์

ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์อันเนื่องมาจากการเกิดพันธะแบบเชื่อมขวางได้

กิจกรรม POE เรื่อง ลูกนoduleเด้งดึง

1. ทำนาย (P) : ครุภานนักเรียนก่อนทดลองว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าสารละลายบอร์กซ์ลงในการลาเท็กซ์

.....
.....
.....

2. สังเกต (O) : ครุภานนักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

.....
.....
.....
.....
.....

3. อธิบาย (E) : อธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้

1. สมมติฐานการทดลอง

.....
.....
.....
.....

2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวแปรต้น

.....

2.2 ตัวแปรตาม

.....

2.3 ตัวแปรควบคุม

.....

กิจกรรมการทดลอง

คำชี้แจง

1. นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ดังอุปกรณ์การสาธิตการทดลองที่หน้าห้อง
2. ละลายน้ำอะเ רקซ์ 3 g ศัวยน้ำอุ่น 10 ml ในบีกเกอร์ขนาด 50 ml
3. เทกาวาลาเทิกซ์ 10 g ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ml หยดสีผสมอาหาร 1 หยด คนให้เข้ากัน
4. เติมน้ำ 10 ml ลงในการ คนให้เข้ากัน
5. เทสารละลายน้ำอะเ rekซ์ที่เตรียมไว้ลงในการ คนให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
6. เอาของแข็งที่ได้มานวตประมวล 3 – 5 นาที แล้วปั๊นเป็นก้อนกลม ๆ ทดสอบความกระด้างบนพื้น โดยที่สะอาด ทดลองดึงของแข็งที่ได้ออกเป็นเส้นยาว ๆ อย่างช้า ๆ เปรียบเทียบกับการดึงอย่างรวดเร็ว
7. ทำการทดลองซ้ำดังแต่ข้อ 1 – 6 แต่เปลี่ยนเป็นใช้สารละลายน้ำอะเ rekซ์ที่เตรียมจากการละลายน้ำอะ rekซ์ 1 g และ 5 g ตามลำดับ

3. การออกแบบการทดลอง

3.1 วิธีการทดสอบ

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

.....
.....
.....
.....

3.3 อุปกรณ์การทดลอง

.....
.....
.....
.....

3.4 บันทึกผลการทดสอบ (ออกแบบตารางเอง)

3.5 คำถ้ามหลังทำกิจกรรมการทดลอง

- ## 1. ความมีคุณสมบัติทางกายภาพอย่างไร

.....
.....
.....

2. เพราะเหตุใดเมื่อเติมสารละลายนอกซึ่งไปในการจึงทำให้ยีดหยุ่น และเมื่อปั้นเป็นลูกบolut จึงเด้งกระดอนได้เมื่อกระทบกับพื้น

.....
.....
.....
.....

3. ปริมาณสารบอแรกซ์ มีความสัมพันธ์อย่างไรกับวัสดุที่เตรียมได้

.....
.....
.....

4. ตีความหมายข้อมูลและสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการกิจกรรม

ค.2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนของ น.ส.วารณา ประวัลพฤกษ์ (2539 ; อ้างอิงจาก
ระเบียบ อนันตพงศ์, 2550)

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ตั้งสมมติฐาน
1	ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
2	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ (หรือตัวแปรต้น) และผล (หรือตัวแปรตาม)
3	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลแต่ยังไม่ชัดเจน
4	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลชัดเจน

2. ทักษะการทำหนดและควบคุมตัวแปร (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ระบุตัวแปร
1	กำหนดตัวแปรต้นหรือตัวแปรตามอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน
2	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ยังไม่ได้ระบุตัวแปรควบคุม หรือระบุไม่ถูกต้อง
3	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ระบุตัวแปรควบคุมไม่สมบูรณ์
4	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสมมติฐาน และระบุตัวแปรควบคุมได้อย่างสมบูรณ์

3. ทักษะการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 40)

3.1 ทักษะการออกแบบและการวางแผนการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ออกแบบและไม่วางแผนการทดลอง
1	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ไม่สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน
2	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน แต่ยังไม่สมบูรณ์ และเลือกใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ไม่เหมาะสม
3	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน ได้สมบูรณ์ แต่เลือกใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เหมาะสม
4	ออกแบบและวางแผนการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดสอบ สมมติฐาน ได้สมบูรณ์ และเลือกใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้เหมาะสม

3.2 ทักษะปฏิบัติการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่ปฏิบัติการทดลอง
1	ปฏิบัติการทดลอง ได้ไม่ถูกต้องตามที่วางแผนไว้
2	ปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ แต่ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกวิธี
3	ปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ ใช้อุปกรณ์ได้ถูกวิธี แต่ไม่คิดล่องแคล่ง
4	ปฏิบัติการทดลอง ได้ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ ใช้อุปกรณ์ได้ถูกวิธี และคิดล่องแคล่ง

3.3 ทักษะการออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 10)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่เขียนตารางและไม่บันทึกผลการทดลอง
1	ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการทดลอง
2	ออกแบบตารางหรือบันทึกผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการทดลองอย่างใดอย่างหนึ่ง
3	ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับการทดลองแต่อาจบางไม่สมบูรณ์
4	ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลองได้สอดคล้องกับการทดลองได้อย่างสมบูรณ์

4. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (น้ำหนักคะแนนร้อยละ 30)

4.1 ทักษะการตีความหมายข้อมูล (วิเคราะห์และประมวลผล)(น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่เขียน
1	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลไม่ถูกต้อง
2	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน
3	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก
4	ตีความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลได้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์

4.2 ทักษะการลงข้อสรุป (สรุปความสัมพันธ์)(น้ำหนักคะแนนร้อยละ 15)

ระดับความสามารถ	การปฏิบัติ
0	ไม่เขียน
1	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลไม่ถูกต้อง
2	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน
3	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก
4	ลงข้อสรุป (หรือสรุปความสัมพันธ์) ข้อมูลได้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์

ค.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ ค.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน

เรื่องที่	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE (ครุภานนักเรียน แล้วสาธิการทดลอง)	เวลา (นาที)
1	<p>พอดิเมอร์ธรรมชาติที่อยู่ในน้ำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำนาย (P) : ครุภานนักเรียนเพื่อให้เกิดคำาณทางวิทยาศาสตร์ว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าเทน้ำส้มสายชู ลงในน้ำพร่องมันเนย 2. สังเกต (O) : สาธิการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้น 3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ 	10
2	<p>แพมเพร์สคูดี้น้ำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำนาย (P) : ครุภานนักเรียนเพื่อให้เกิดคำาณทางวิทยาศาสตร์ว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่เกลือลงไปในน้ำก็จะมีเม็ดพอดิเมอร์ที่แกะ ออกมากจากแพมเพร์สที่ขุ่มน้ำอยู่ 2. สังเกต (O) : สาธิการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้น 3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ 	10
3	<p>ถูกบนดินเด่นดึง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำนาย (P) : ครุภานนักเรียนเพื่อให้เกิดคำาณทางวิทยาศาสตร์ว่า จะ เกิดอะไรขึ้นถ้าเทาระลายบอแรกซ์ลงในภาชนะทึ่กซ์ 2. สังเกต (O) : สาธิการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้น 3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ 	10

ตารางที่ ก.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ในแต่ละแผน (ต่อ)

เรื่องที่	กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE (ครุภัณนักเรียน แล้วสาธิตการทดลอง)	เวลา (นาที)
4	<p>ชานโ芬หาย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำนาย (P) : จะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่ชานโ芬ลงในบีกเกอร์ที่มีอะซิโตนบรรจุอยู่ 2. สังเกต (O) : สาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น 3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ 	10
5	<p>จนหรือคลอย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำนาย (P) : ครุภัณนักเรียนเพื่อให้เกิดคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้าใส่ชิ้นพลาสติกจากขวดนมเบรี้ยว ลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายที่มีเข้มข้นและความหนาแน่นแตกต่างกัน 2. สังเกต (O) : สาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น 3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ 	10
6	<p>การทดสอบของโพลีสไตริน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำนาย (P) : ครุภัณนักเรียนเพื่อให้เกิดคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่า 2. สังเกต (O) : สาธิตการทดลอง แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น 3. อธิบาย (E) : นักเรียนอธิบายผลการสังเกตเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ 	10

ตารางที่ ค.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผน

แผนที่	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	<p>ทำการทดลองเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณตะกอนเคลื่นในน้ำพ่อองมันเนยโดยใช้ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมันนา, น้ำมะขามเปียก และน้ำสาวรส และวัสดุ อุปกรณ์ที่จัดให้ โดยโปรตีนเคลื่นจะตกละลายออกมากจากน้ำนมเมื่อมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 4.6 เนื่องจากโปรตีนได้รับหรือเสีย H^+ ซึ่งทำให้โปรตีนเกิดประจุบวก สามารถจับกับไอออนอื่นได้ ไอออนที่มาจากการซึ่งเป็นไอออนลบและมีขนาดใหญ่ทำให้โปรตีนเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนแข็ง การที่ใช้ความร้อนร่วมด้วยก็เพื่อเร่งให้เกิดการจับตัวของอนุภาคโปรตีนและการตกละลายเริ่มน้ำ การที่น้ำมันตะกอนเริ่วเข้าตัวกันก็เนื่องมาจากน้ำมันแต่ละชนิดมีปริมาณโปรตีนเป็นส่วนประกอบแตกต่างกัน</p>	2
2	<p>ทำการทดลองเพื่อศึกษาเทคนิคการทำให้พอลิเมอร์คงน้ำ โดยใช้สารบางชนิด ได้แก่ น้ำตาล ผงชูรส ผงฟู น้ำมันนา และวัสดุ อุปกรณ์ที่จัดให้ โดยการเติมสารบางชนิด เช่น ผงฟู ลงไปในพอลิเมอร์ที่อุ่มน้ำไว้ จะทำให้พอลิเมอร์ปล่อยโนมเลกุลของน้ำออกมานៅองจากผงฟูซึ่งมีประจุทางไฟฟ้าจะดึงดูดน้ำไว้แทน นอกจากนี้ผงฟูบางส่วนยังเข้าไปแทนที่น้ำที่เคยถูกพอลิเมอร์ดูดไว้เนื่องจากแรงดึงดูดทางประจุไฟฟาระหว่างประจุบวกของ Na^+ กับประจุลบของ Carboxylate ion ทำให้พันธะระหว่างน้ำและพอลิเมอร์คล่องปริมาณน้ำที่ถูกพอลิเมอร์อุ้มไว้จะลดลงด้วย</p>	2
3	<p>ทำการทดลองเพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างการกับสารละลายน้ำแร่ซึ่งทำให้ลูกนอลกว่ากระเดงบนพื้น ได้ดีที่สุด โดยใช้ปริมาณน้ำแร่ซึ่งเป็น 1 กรัม 3 กรัม และ 5 กรัม ตามลำดับ โดยการเติมสารละลายน้ำแร่ลงไปกับจะเกิดพันธะเชื่อมข้างขึ้นระหว่างสายโซ่ของพอลิเมอร์ ทำให้โนมเลกุลของพอลิเมอร์มีขนาดใหญ่มากขึ้นสารละลายน้ำซึ่งมีความเหนียวและหนืดมากขึ้น ปริมาณพันธะเชื่อมข้างที่เกิดระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ เส้นตรงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำแร่ซึ่งที่ใช้ หากใช้มากกว่าสักครู่ที่ได้จะแข็งและกระเดิงเมื่อกระแทกกับพื้น แต่หากใช้น้อยกว่าจะไม่แข็ง</p>	2

แผนที่	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ค่อขอยู่ตัวหรือคงรูปร่าง	
4	ทำการทดลองเพื่อศึกษา ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการละลายโฟม ได้แก่ น้ำมันเบนซิน เอทานอล และน้ำ ซึ่ง โฟมเป็นวัสดุที่ทำจากพอลิสไตรีน สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น น้ำมันเบนซิน เป็นของจากน้ำมันเบนซินทำให้ผนังของ โฟมซึ่งเป็นพอลิสไตรีนที่ห่อหุ้มอากาศไว้ ละลายได้	2
5	ทำการทดลองเพื่อศึกษาการจำแนกชนิดของพลาสติกriseคิล โดยใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ ได้แก่ ชิ้นพลาสติกจากขยะบรรจุภัณฑ์ชนิดใส ขวดแชมพูชนิดขุ่น ท่อน้ำประปา ถุงยี้นสำหรับบรรจุอาหาร และถุงร้อนชนิดใส ซึ่งการแยกชนิดของพลาสติกทำได้โดยอาศัยหลักการที่ว่า พลาสติกต่างชนิดกันมีความหนาแน่นต่างกัน โดยการใส่ชิ้นพลาสติกลงในสารละลายที่ทราบความหนาแน่น ถ้าชิ้นพลาสติกนั้นลอยแสดงว่าชิ้นพลาสติกนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าสารละลายที่ใช้ทดสอบ แต่ถ้าพลาสติกชิ้นนั้นจมแสดงว่าชิ้นพลาสติกมีความหนาแน่นมากกว่าสารละลายในกรณีที่พลาสติกนั้นแขวนลอยอยู่ในเนื้อของข่องเหลว แสดงว่าชิ้นพลาสติกนั้นมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับความหนาแน่นของสารละลายที่ใช้ทดสอบ	2
6	ทำการทดลองเพื่อศึกษามนบดิของเส้นใยชนิดต่าง ๆ (เนื้อเทป ปอ เส้นใยสับปะรด ถุงคำ เส้นใยไห茂) แข็งแรง ได้อ่ายาง โดยการดึงเส้นใยอย่างช้าๆ เส้นใยจะยืดออกเป็นเส้นเชือกหรือเส้นใยขนาดเล็กเพราะสาย โซ่ที่เคยพันกันอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบเกิดการเรียงตัวใหม่ตามแนวยาวของเส้นเชือกที่ถูกดึง สายโซ่จะเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบมากขึ้น ทำให้เนื้อเส้นใยมีลักษณะเหมือนเส้นเชือกเนื่องจากผ่านการดึงมีความแข็งแรงและเหนียวกว่าเส้นใยที่ไม่ผ่านการถูกดึง	2
7	ทำการทดลองเพื่อศึกษาการแยกเนื้อยางพาราจากผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ได้แก่ มะนาว มะขามเปียก สับปะรด ส้ม เสาวรส มะกรูด ซึ่งการแยกเนื้อยางจากน้ำยางทำได้โดยเติมกรดบางชนิด เช่น กรดอะซิติก หรือกรดฟอร์มิกเจือจาง เพื่อทำให้เนื้อยางรวมตัวเป็นก้อนตกลงกันแยกออกมา	

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ๔.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับบุคประสงค์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	0	1	0.66
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	0	1	0.66
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1

ตารางที่ ๔.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับมาตรฐาน (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
27	0	1	1	0.66
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1

ตารางที่ ๔.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.38	0.25
2	0.44	0.25
3	0.41	0.31
4	0.50	0.25
5	0.50	0.25
6	0.31	0.25
7	0.38	0.25
8	0.44	0.25
9	0.50	0.25
10	0.47	0.31
11	0.44	0.38
12	0.38	0.25
13	0.50	0.25
14	0.38	0.25
15	0.41	0.31
16	0.38	0.38
17	0.44	0.38

ตารางที่ ง.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
18	0.47	0.44
19	0.47	0.31
20	0.47	0.44
21	0.47	0.31
22	0.41	0.31
23	0.56	0.25
24	0.50	0.38
25	0.53	0.31
26	0.41	0.31
27	0.41	0.31
28	0.41	0.31
29	0.44	0.38
30	0.56	0.25
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ = 0.80		

ตารางที่ ง.3 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เลขที่	กลุ่มแยกตาม (mean \pm SD)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
		(30)	(30)	คะแนน	ร้อยละ
1	ปานกลาง	10	24	14	46.67
2	เก่ง	17	26	9	30.00
3	ปานกลาง	11	22	11	36.67
4	อ่อน	9	20	11	36.67
5	ปานกลาง	12	23	11	36.67
6	ปานกลาง	13	24	11	36.67

**ตารางที่ ง.3 คะแนนคินจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม
เรื่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)**

เลขที่	ค่าเฉลี่ยและ 표쥰 deviation (mean \pm SD)	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		(30)	(30)	คะแนน	ร้อยละ
7	ปานกลาง	14	23	9	30.00
8	ปานกลาง	14	24	10	33.33
9	เก่ง	15	25	10	33.33
10	ปานกลาง	11	23	12	40.00
11	ปานกลาง	13	19	6	20.00
12	ปานกลาง	13	22	9	30.00
13	ปานกลาง	13	24	11	36.67
14	ปานกลาง	10	20	10	33.33
15	ปานกลาง	10	21	11	36.67
16	ปานกลาง	10	21	11	36.67
17	ปานกลาง	10	21	11	36.67
18	อ่อน	8	15	7	23.33
19	ปานกลาง	12	23	11	36.67
20	ปานกลาง	11	18	7	23.33
21	ปานกลาง	12	23	11	36.67
22	ปานกลาง	11	21	10	33.33
23	อ่อน	9	15	6	20.00
24	ปานกลาง	14	23	9	30.00
25	เก่ง	16	24	8	26.67
26	ปานกลาง	13	23	10	33.33
27	ปานกลาง	14	21	7	23.33
28	เก่ง	15	23	8	26.67
29	เก่ง	16	24	8	26.67
30	อ่อน	9	17	8	26.67
31	อ่อน	8	15	7	23.33

ตารางที่ 4.3 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม

เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มแยกตาม (mean \pm SD)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
		(30)	(30)	คะแนน	ร้อยละ
32	อ่อน	8	15	7	23.33
33	อ่อน	9	16	7	23.33
34	เก่ง	17	26	9	30.00
35	ปานกลาง	14	23	9	30.00
36	ปานกลาง	13	24	11	36.67
37	ปานกลาง	12	22	10	33.33
38	ปานกลาง	12	21	9	30.00
39	ปานกลาง	10	22	12	40.00
40	ปานกลาง	10	23	13	43.33
41	เก่ง	16	26	10	33.33
42	ปานกลาง	14	22	8	26.67
43	ปานกลาง	10	24	14	46.67
44	ปานกลาง	13	23	10	33.33
45	ปานกลาง	14	23	9	30.00
46	ปานกลาง	12	24	12	40.00
47	ปานกลาง	12	20	8	26.67
48	ปานกลาง	13	24	11	36.67
49	เก่ง	15	27	12	40.00
50	อ่อน	9	14	5	16.67
51	ปานกลาง	10	19	9	30.00
52	ปานกลาง	14	23	9	30.00
53	ปานกลาง	10	19	9	30.00
54	อ่อน	9	16	7	23.33
55	เก่ง	15	25	10	33.33
56	ปานกลาง	14	22	8	26.67

ตารางที่ ง.3 คะแนนคิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม

เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มแยกตาม (mean \pm SD)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
		(30)	(30)	คะแนน	ร้อยละ
57	เก่ง	15	25	10	33.33
58	เก่ง	16	26	10	33.33
59	เก่ง	15	24	9	30.00
60	ปานกลาง	12	21	9	30.00
61	ปานกลาง	14	22	8	26.67
62	ปานกลาง	11	21	10	33.33
63	เก่ง	15	23	8	26.67
64	เก่ง	15	26	11	36.67
65	ปานกลาง	13	23	10	33.33
66	เก่ง	16	25	9	30.00
67	ปานกลาง	14	23	9	30.00
68	อ่อน	5	15	10	33.33
69	ปานกลาง	11	22	11	36.67
70	ปานกลาง	13	20	7	23.33
71	ปานกลาง	12	23	11	36.67
72	ปานกลาง	10	18	8	26.67
73	ปานกลาง	13	21	8	26.67
74	ปานกลาง	12	22	10	33.33
75	อ่อน	4	14	10	33.33
76	อ่อน	6	14	8	26.67
77	ปานกลาง	10	19	9	30.00
78	อ่อน	8	15	7	23.33
79	ปานกลาง	14	24	10	33.33
80	อ่อน	7	15	8	26.67
81	ปานกลาง	12	23	11	36.67

ตารางที่ ง.3 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม
เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มแยกตาม (mean \pm SD)	ก่อนเรียน		ความก้าวหน้า	
		(40)	(40)	คะแนน	ร้อยละ
82	ปานกลาง	14	22	8	26.67
83	ปานกลาง	14	23	9	30.00
84	เก่ง	15	26	11	36.67
85	ปานกลาง	11	21	10	33.33
86	ปานกลาง	13	23	10	33.33
87	ปานกลาง	11	23	12	40.00
88	ปานกลาง	13	22	9	30.00
89	ปานกลาง	12	21	9	30.00
90	ปานกลาง	14	22	8	26.67
91	ปานกลาง	14	22	8	26.67
92	ปานกลาง	13	24	11	36.67
93	ปานกลาง	11	20	9	30.00
94	ปานกลาง	11	19	8	26.67
95	ปานกลาง	14	23	9	30.00
96	ปานกลาง	14	24	10	33.33
97	ปานกลาง	13	21	8	26.67
98	ปานกลาง	13	22	9	30.00
99	ปานกลาง	14	23	9	30.00
100	เก่ง	15	26	11	36.67
101	ปานกลาง	14	22	8	26.67
102	ปานกลาง	12	19	7	23.33
รวม	-	1246.00	2202.00	956.00	3186.67
เฉลี่ย	-	12.22	21.59	9.37	31.24
SD	-	2.53	3.11	1.63	5.44

**ตารางที่ ง.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง พอดีเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดีเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล**

เลขที่	การตั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และควบคุม ตัวแปร	การทดลอง			การตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป	รวมเฉลี่ย	
			(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(100)
1	11.25	12.19	12.28	10.78	8.50	10.78	9.84	75.62
2	12.19	12.66	11.5	10.31	8.00	10.78	8.91	74.35
3	13.59	13.13	12.28	12.66	8.50	9.84	11.25	81.25
4	13.13	13.13	12.28	11.72	8.50	10.31	10.78	79.85
5	11.25	12.66	11.13	12.66	8.50	9.84	9.84	75.88
6	11.72	13.59	11.13	10.31	8.50	10.78	8.91	74.94
7	11.25	10.78	9.94	11.72	8.50	10.78	10.31	73.28
8	11.25	12.19	11.5	10.78	8.50	8.91	10.31	73.44
9	13.13	13.13	12.28	11.25	8.50	9.38	9.38	77.05
10	13.13	13.13	12.28	11.72	8.50	10.31	11.25	80.32
11	13.59	11.72	12.28	12.66	8.50	10.78	9.84	79.37
12	10.31	12.66	12.28	11.72	8.50	8.91	9.38	73.76
13	11.25	11.72	12.28	10.31	8.50	9.38	9.84	73.28
14	11.72	10.78	12.28	11.72	8.50	8.91	9.84	73.75
15	9.84	12.19	12.28	11.25	8.50	8.91	10.31	73.28
16	13.59	12.66	12.28	12.19	8.50	9.84	10.78	79.84
17	12.66	10.78	10.19	11.25	8.50	10.31	9.84	73.53
18	11.25	13.59	10.19	12.66	8.50	9.84	10.78	76.81
19	11.72	12.66	12.28	10.31	8.50	8.91	10.78	75.16
20	12.19	10.78	12.28	10.78	8.50	8.91	9.84	73.28
21	12.19	11.25	12.28	10.31	8.50	7.97	8.44	70.94
22	12.19	11.25	10.19	11.72	8.50	10.78	9.38	74.01
23	11.72	10.78	12.28	11.25	8.50	9.84	9.84	74.21

**ตารางที่ ๔.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)**

เลขที่	การทั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และควบคุม ตัวแปร	การทดสอบ			การตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป	รวมเฉลี่ย	
			(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(100)
24	11.72	12.19	10.19	11.72	8.50	9.84	9.84	74.00
25	13.13	11.72	12.28	12.19	8.50	9.38	8.44	75.64
26	12.66	13.13	11.50	12.66	8.50	10.78	10.31	79.54
27	13.59	12.19	11.13	10.31	8.50	9.84	9.84	75.40
28	13.59	13.13	12.28	10.31	8.50	10.78	11.72	80.31
29	11.25	12.66	12.28	12.66	8.50	10.78	11.72	79.85
30	11.72	14.06	12.28	11.25	8.50	10.78	8.91	77.50
31	10.78	12.66	11.13	12.66	8.50	10.78	10.31	76.82
32	13.59	13.59	10.19	12.66	8.50	9.84	11.25	79.62
33	13.59	12.66	10.88	10.78	8.50	9.84	10.78	77.03
34	11.25	12.66	11.50	12.66	8.00	9.84	11.25	77.16
35	12.19	13.59	10.19	10.78	8.50	10.31	11.25	76.81
36	13.59	13.13	11.5	12.66	8.50	10.78	9.84	80.00
37	10.78	13.13	12.28	11.25	8.50	9.38	9.38	74.70
38	12.19	12.66	11.5	10.31	7.50	10.78	8.91	73.85
39	13.59	11.72	10.19	12.66	8.50	10.78	9.84	77.28
40	10.31	12.66	12.28	11.72	7.50	10.78	9.38	74.63
41	12.19	11.72	10.19	10.31	7.50	9.38	9.84	71.13
42	12.19	10.78	10.19	11.72	7.50	8.91	9.84	71.13
43	13.59	13.59	12.28	10.78	7.50	9.38	8.91	76.03
44	11.72	11.25	11.13	11.72	7.50	8.91	9.84	72.07
45	12.66	11.72	11.5	11.25	7.50	10.78	10.31	75.72
46	13.13	12.19	9.94	12.66	7.50	9.84	8.91	74.17

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	การตั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และควบคุม ตัวแปร	การทดลอง			การตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป	รวมเฉลี่ย	
			(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(100)
47	11.25	12.19	10.19	10.78	7.00	10.78	10.78	72.97
48	12.19	12.19	10.19	11.72	7.50	9.84	9.84	73.47
49	13.13	11.72	11.13	12.19	7.50	9.38	8.44	73.49
50	12.19	11.72	10.19	11.72	8.00	9.38	9.84	73.04
51	12.19	10.78	11.5	12.19	7.50	9.84	10.31	74.31
52	12.19	12.66	11.5	11.25	7.50	9.84	9.84	74.78
53	12.66	10.78	10.19	10.78	8.00	11.25	8.91	72.57
54	11.25	13.13	12.28	11.25	8.00	8.91	11.25	76.07
55	13.13	11.72	11.13	12.19	7.00	9.38	8.44	72.99
56	13.13	11.72	10.19	11.72	6.00	9.38	9.84	71.98
57	12.19	10.78	11.5	12.19	6.00	10.78	10.31	73.75
58	11.25	12.66	11.5	11.25	7.50	9.84	9.84	73.84
59	11.72	10.78	10.19	10.78	7.50	11.25	8.91	71.13
60	11.25	13.13	12.28	11.25	7.50	8.91	11.25	75.57
61	11.25	11.72	11.59	10.78	7.50	8.91	9.84	71.59
62	12.19	12.66	10.19	10.31	7.50	8.91	9.84	71.60
63	13.13	12.66	12.28	10.78	7.50	9.38	10.31	76.04
64	12.66	11.72	11.13	12.66	7.50	10.78	10.31	76.76
65	12.19	14.06	12.28	12.66	7.50	10.31	9.84	78.84
66	11.25	12.19	12.28	11.25	7.50	8.91	10.31	73.69
67	12.19	12.66	12.28	12.19	7.50	9.84	10.78	77.44
68	12.66	10.78	10.19	11.25	7.50	10.31	9.84	72.53
69	11.25	13.59	10.19	12.66	7.00	9.84	10.78	75.31

**ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
ร่อง พอดิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอดิเมอร์ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)**

เลขที่	การตั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และควบคุม ตัวแปร	การทดลอง			การศึกษาความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป		รวมเฉลี่ย
			(15)	(15)	(15)	(15)	(10)	(15)
70	11.72	12.66	11.5	10.31	7.00	8.91	10.78	72.88
71	10.78	10.78	9.94	10.78	7.00	8.91	9.84	68.03
72	10.78	11.25	11.5	10.31	7.00	10.78	8.44	70.06
73	11.25	13.13	12.28	11.25	7.00	8.91	11.25	75.07
74	11.25	11.72	11.59	10.78	7.50	8.91	9.84	71.59
75	11.25	12.66	9.94	11.72	7.00	9.84	10.31	72.72
76	12.66	12.66	11.5	11.72	7.00	9.38	10.31	75.23
77	11.25	12.19	10.19	10.78	7.00	8.91	10.78	71.10
78	12.66	13.59	11.13	11.72	7.00	8.91	8.91	73.92
79	11.25	11.72	9.94	11.25	7.00	9.84	10.31	71.31
80	11.25	11.72	11.13	11.25	7.00	8.91	9.84	71.10
81	10.78	13.13	10.19	12.66	7.00	10.78	11.25	75.79
82	13.13	13.13	12.28	11.72	7.50	10.31	10.78	78.85
83	11.25	12.66	11.13	12.66	7.00	9.84	9.84	74.38
84	12.19	12.66	12.28	12.19	6.50	9.84	10.78	76.44
85	12.66	10.78	10.19	11.25	7.00	10.31	9.84	72.03
86	10.31	13.59	10.19	12.66	7.00	9.84	10.78	74.37
87	12.19	12.19	10.19	11.72	7.00	9.84	9.84	72.97
88	13.13	11.72	11.13	12.19	7.00	9.38	8.44	72.99
89	12.66	13.13	11.5	12.66	6.50	10.78	10.31	77.54
90	12.19	12.66	9.94	12.66	6.50	9.84	11.25	75.04
91	12.19	13.59	10.19	10.78	7.00	10.31	11.25	75.31

ตารางที่ ง.4 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ของนักเรียนปีนรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	การตั้ง สมมติฐาน	การกำหนด และควบคุม ตัวแปร	การทดลอง			การตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป	รวม เฉลี่ย	
			(15)	(15)	(15)	(15)	(15)	(100)
92	13.59	13.13	11.5	12.66	7.00	9.84	9.84	77.56
93	10.78	13.13	12.28	11.25	7.00	9.38	9.38	73.20
94	11.25	11.72	11.5	11.25	5.50	10.78	10.31	72.31
95	13.13	12.19	9.94	12.66	7.00	9.84	8.91	73.67
96	11.25	12.19	10.19	10.78	7.00	8.91	10.78	71.10
97	10.78	12.19	10.19	11.72	7.00	10.78	9.84	72.50
98	13.13	11.72	11.13	12.19	5.50	9.38	8.44	71.49
99	11.25	11.72	10.19	11.72	7.00	9.38	9.84	71.10
100	11.25	13.13	12.28	11.72	7.00	10.31	11.25	76.94
101	11.25	13.13	10.19	12.66	7.00	9.84	11.25	75.32
102	11.25	13.13	12.28	11.72	8.13	10.31	10.78	77.60
รวม	1227.29	1256.90	1146.67	1180.87	780.13	1005.47	1025.53	7622.86
เฉลี่ย	12.06	12.35	11.28	11.61	7.67	9.91	10.10	74.98
SD	0.95	0.89	0.90	0.78	0.76	0.72	0.82	2.71
ร้อยละ	80.22	82.15	74.95	77.18	76.48	65.72	67.03	74.73
ระดับ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี	ดี	ปาน กลาง	ปาน กลาง	ดี

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างภาพประกอบการทำกิจกรรม

ตัวอย่างการทำกิจกรรมการทดลองที่ 2 ปริมาณโปรตีนในอาหารนางชนิด



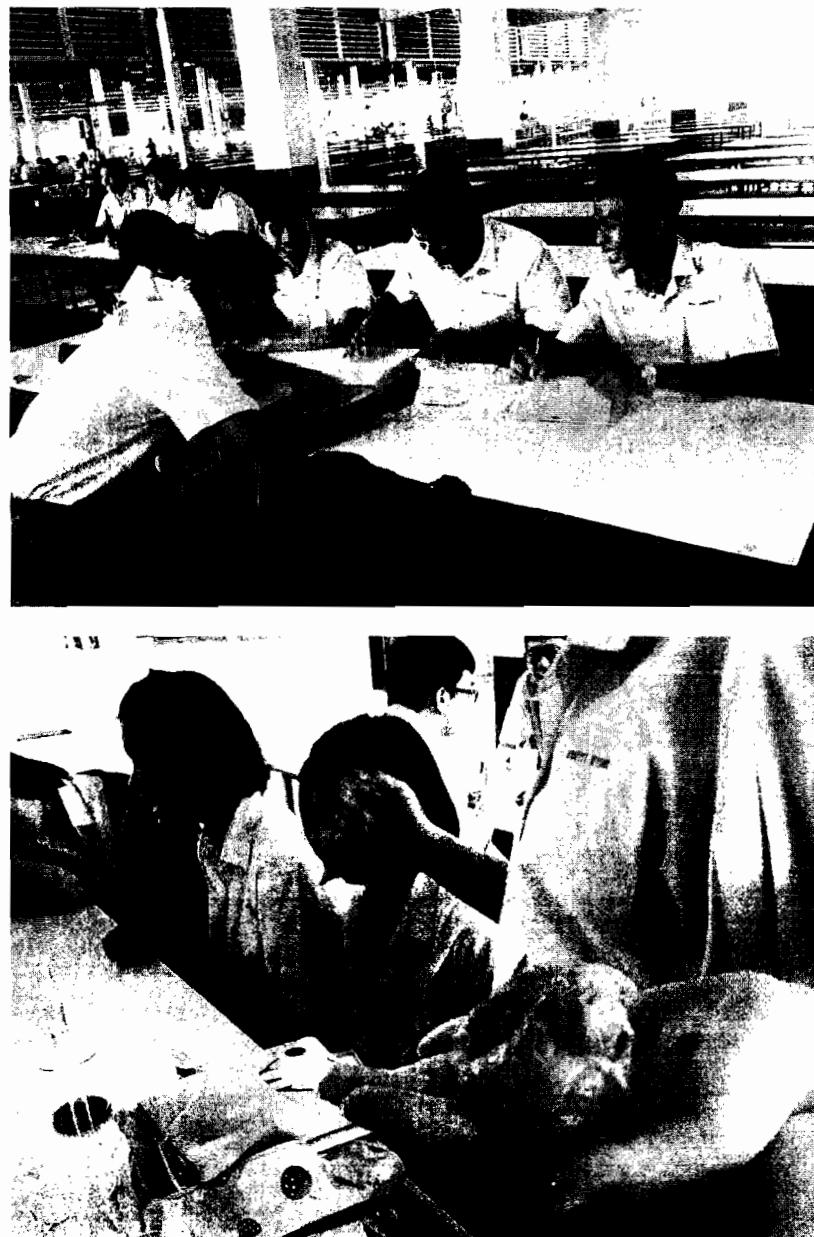
ภาพที่ จ.1 การจัดกิจกรรม POE : เรายังการทดสอบโปรตีนในอาหารได้อย่างไรตัวแทนนักเรียนร่วมกันสาธิตการทดลองการทดสอบโปรตีนในไข่ขาวแล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและร่วมกันอธิบายผลที่สังเกตได้ เทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ในขั้นทำงาน



ภาพที่ จ.2 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานการทดลอง กำหนดตัวแปรในการทดลองวางแผน และออกแบบการทดลอง



ภาพที่ จ.3 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันปฏิบัติการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลอง



ภาพที่ จ.4 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตีความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และสรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างผลงานของนักเรียน

ตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการทดลองที่ 3 สมบัติของกา

สมมติฐาน : บริษัทฯ สร้างเครื่องที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในตัวอย่าง

ตัวแปรตาม : สารบุณฑ์

ตัวแปรตาม : คุณสมบัติของงาน เช่น การซื้อขายกันเป็นครัวเรือน คุณสมบัติของ
ปี ความเสื่อมชั้นที่ 1 ของงานที่เปลี่ยนไปตามเวลาคราวที่ 2 หรือ 3 รวมถึงความต้องการที่เปลี่ยนไป
ปรับตัวให้เหมาะสมกัน

ตัวแปรควบคุม : ปัจจัยของงานที่ใช้ชั้นที่ 2 คือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ

ภาพที่ ฉ.1 การตอบคำถามในการกำหนดตัวแปรของการทดลองในใบกิจกรรมการทดลองที่ 3

ວິຊາມາການ

1. ກາວ



2. ສະບັບອະນຸຍາກ



3. ໜ້າຄຸນ



4. ສັເລືອມອາຫາດ



5. ຂຶກໂທ



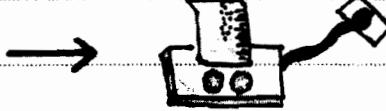
6. ດຳເນີນຕະຫຼາດ

ອີກກາງາດລອງ1. ອົກກາວ 20 cm^3 ແລະ ຫຼື 10 cm^3 ລັດອົກກັນສັເລືອມອາຫາດ

ຕາມໄຕ້ເກົ່າກັບ ຊອກຄາຍເປົ້າເຫັນເຂົ້າເລື້ອງວິກີ

2. ເຫັນອົກກາວອົມແກກ 1 g/cm^3 ສະລາຍເນື້ອກຳອົ່າ 90 cm^3

ຕາມໄຕ້ເກົ່າກັບຄະນະສາວນູອເຣກົງລົດລາຍລົມນູອມຕາ



3. ອົກກາວລະບາຍບຸລແວວິກີ ແລະ ອົກກັນວິກີ ເພື່ອກຳໄຫຼວດກາວຸດສູງສັນສູງອາຫາດ

ໃຫຍ້ແລ້ວອົກກັນ 1



4. ອົກໄຈ້ວິກີວິຄະສາກ ຄົມເຫັນເກົ່າກັບ ຈະ ກລາຍເປົ້າເຫຼື່ອເຕືອນວິກີ ກາເກົ່າເປົ້າເຫຼື່ອວິກີ

ສົ່ງເກົດ ແລະ ພັ້ນກົມມືດ ກາງາດລອງ



5. ທຳກົກາດລອງຫຼື້ວິກີ 1-4 ແຕ່ລັດສັຍສາວນູອແວກົງ ເປົ້າ 3 ປີ່ອົກກັນ 5 ປີ່ອົກກັນ 1 ຕາມລຳດັບ

6. ເປົ້າອົບເຕີຍອົບກວາດລອງ ເປົ້າເກົ່າກັບອົບກວາດສັຍສາວນູອແວກົງ ແລະ ອົກກັນ

ກາພີ້ ມ.2 ກາຮອກແບນວິທີກາຮັດລອງໃນໃບກິຈກຽມກາຮັດລອງທີ 3

ផលរាងទាមតុល

ພະຍົການສາງໝາເຊັດ	ກວມປຸ່ມເຕີຍແພື່ອລາຍອອງຄາວ
1. ຊັ້ນ	ກວມປາກສຳລັບອົງກົມໍາໃຫຍ່ເກີມ ແລະ ເຕີຍປຸ່ມເຕີຍ
3. ຂຶ້ນ	ກວມປາກສຳລັບກົມໍາໃຫຍ່ເຕີຍ ແລະ ເຕີຍປຸ່ມເຕີຍ
5. ຊົ່ວໂມງ	ກວມປາກສຳລັບເປົ້າເປົ້າທີ່ໄດ້ຮັດວຽກ ແລະ ເຕີຍປຸ່ມເຕີຍ

**ภาพที่ ฉ.3 การออกแบบตารางบันทึกผลการทดสอบและการบันทึกผลการทดสอบ
ในใบกิจกรรมการทดสอบที่ 3**

Spurio monasteres

ภาพที่ ฉ.4 คำตอบของนักเรียนในการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปในกิจกรรมการทดลองที่ 3

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายกรีฑา ภูพานแร่
ประวัติการศึกษา	สถาบันราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2539 – 2542 ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2554-2556 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2546 – 2548 ครูโรงเรียนท่าหลวงวิทยาคม พ.ศ. 2548 – 2554 ครูโรงเรียนเด่างอยพัฒนศึกษา พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน ครูโรงเรียนสก德拉ชวิทยานุกูล ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนสก德拉ชวิทยานุกูล ตำบลชาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร อีเมล์ krunui1312@gmail.com
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	

