รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน

โดย

เสนอ ชัยรัมย์ และคณะ

ธันวาคม 2552

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน

The experimental design and development of general chemistry laboratory corresponding to the teaching and learning in lecture class

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร.เสนอ ชัยรัมย์	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. นางสาวฐานิต ตันวรรณรักษ์	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. นางสาวสมจินตนา คำเพราะ	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประจำปีงบประมาณ 2552

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน (The experimental design and development of general chemistry laboratory corresponding to the teaching and learning in lecture class) เป็นงานการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เพื่อการวิจัย ประจำปี 2552 ผู้วิจัยและคณะหวังอย่างยิ่งว่าความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำปฏิบัติการเคมีที่ได้ออกแบบไปใช้ในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป และ/หรือ ปฏิบัติการเคมีอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดสอดคล้องระหว่างวิชาปฏิบัติการกับการเรียนการสอนในห้องเรียนต่อไป

ผู้วิจัยและคณะขอขอบคุณคณาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ช่วยชี้แนะ ตลอดจนให้คำปรึกษา ขอขอบคุณบุคคลากรฝ่ายสนับสนุนภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้อำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายสารเคมี เครื่องแก้วและอุปกรณ์พื้นฐานบางส่วนที่จำเป็นต่อการทำงานวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการ สถานที่ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทำงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยและคณะขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในการวิเคราะห์โครงสร้างระดับอะตอมของตัวอย่างด้วยเครื่อง Powder X-ray Diffraction และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอน (EMRSs) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายจุลทรรศน์ของตัวอย่างด้วยเครื่อง SEM และ EDS ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

คุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยและคณะขอบมอบแด่ บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน สุดท้ายนี้ผู้วิจัยและคณะรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณายิ่งจากทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ปฏิบัติการทดลองทางเคมี 2 การทดลอง ที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ ประกอบด้วย การทดลองด้านการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาเคมีในเรื่องจลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่ และในเรื่องนาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง

จลนศาสตร์เคมีเป็นหัวข้อหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับเคมีพื้นฐาน การเรียนการสอนจลนศาสตร์ทุกระดับการศึกษาส่วนใหญ่มักเป็นแบบครูเป็นศูนย์กลาง งานวิจัยนี้ต้องการให้เป็นการเรียนการสอนจลนศาสตร์เคมีเป็นแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ งานวิจัยนี้ต้องการให้ผู้เรียนออกแบบการทดลองด้วยตัวเองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาของกรดและเบส งานวิจัยนี้ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถทำการทดลองเพื่ออธิบายผลการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และผู้เรียนมีความเข้าใจจลนศาสตร์เคมีดีขึ้น

วุ้นเส้นแป้งได้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นตัวช่วยในการดึงดูดไอออนของโลหะเงินเข้าไปในโครงสร้างที่เป็นเกลียวของแป้งโดยวิธีการไมโครเวฟ หลังจากที่ให้ความร้อนจากเตาไมโครเวฟ วุ้นเส้นที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างชัดเจนจากไม่มีสีเป็นสีเหลือง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีอนุภาคนาโนเงินบนวุ้นเส้น โดยยืนยันด้วยภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด หลังจากนั้น คอมโพสิตของอนุภาคนานโนเงินและคาร์บอนสามารถเตรียมได้จากการเผาอนุภาคนาโนเงินบนวุ้นเส้นด้วยตะเกียงบุนเสน พบว่า ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดแสดงให้เห็นอนุภาคนานโนเงินบนคาร์บอน ซึ่งยืนยันด้วยข้อมูลจากการศึกษาด้วยรังสีเอกซ์ การทดลองจึงเป็นอีกหนึ่งการทดลองที่สามารถนำไปใช้การสอนวิชาปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีได้

Abstract

Two novel chemical experiments have been developed consisting of the experiments for enhancing student education in chemical kinetics from egg shells in nanotechnology from starch vermicelli.

Chemical kinetics is an extremely important concept for introductory chemistry courses. The instruction in chemical kinetics is often teacher-dominated at all levels. The work reported to shift instruction in chemical kinetics and students from passive learning to more active, student-centred learning. Based on inquiry-based learning, this work was that the students were expected to design an experiment themselves for investigating the reaction of acids and bases. The research findings found that most students were able to carry out the experiments for explaining the changes of the rate of a chemical reaction, and they developed good conceptual understanding of chemical kinetics.

Starch vermicelli was used to stabilize silver ions inside the helical structure of starch by the microwave heating method. After microwave heating, the resulting starch vermicelli obviously changed from colourless to yellow, indicating the formation of starch vermicelli capping AgNPs. The SEM micrograph showed that AgNPs were stabilized by starch vermicelli. Then, the nano-Ag/C composite was successfully prepared by carbonization of the starch vermicelli-stabilized AgNPs using a Bunsen burner. For further analysis, the SEM micrograph showed clearly that AgNPs were stabilized by carbon black confirmed by the EDS spectrum and XRD diffractogram. The experiment was useful for teaching nanotechnology laboratory in school and undergraduate levels.

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	1
1.1.1 Constructivism	1
1.1.2 Social Constructivism	3
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1.3 ความเป็นมาการศึกษาของประเทศไทย	6
บทที่ 2 วัตถุประสงค์	7
2.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่	7
2.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง	7
บทที่ 3 วิธีการและการออกแบบการทดลอง	8
3.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่	8
3.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง	9
3.3 วิธีการทดลอง	10
3.3.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่	10
3.3.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	12
4.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่	12
4.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง	16
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	23
5.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่	23
5.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	26
ประวัติผู้วิจัย	33

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่อพื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 13

รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่ออุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 14

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่อชนิดของกรดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 15

รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่อความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 16

รูปที่ 5 ขวดบรรจุวุ้นเส้นสีเหลืองที่เกิดจากวุ้นเส้นแป้งและอนุภาคนาโนเงิน 18

รูปที่ 6 การกระเจิงแสงเลเซอร์ของอนุภาคนาโนเงินบางส่วนที่อยู่ในสารละลาย 18

รูปที 7 ไดอะแกรมแสดงการสังเคราะห์สังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินด้วยโครงสร้างของวุ้นเส้น 19

รูปที่ 8 UV-Vis absorption spectrum ของสารละลายที่มีอนุภาคนาโนเงิน 19

รูปที่ 9 A) ภาพถ่ายจุลทรรรศน์แบบส่องกราดอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างของวุ้นเส้นก่อนเผา B) EDS spectrum ของอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างของวุ้นเส้น 20

รูปที่ 10 A) ภาพถ่ายจุลทรรรศน์แบบส่องกราดอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างของคาร์บอนหลังเผา B) EDS spectrum ของอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างผงคาร์บอน 21

รูปที่ 11 XRD diffractogram ของอนุภาคนาโนเงินหลังจากที่เผา 22

รูปที่ 12 ชุดการทดลองที่เกิดจากการออกแบบการทดลองด้วยตัวของนักศึกษา 27

รูปที่ 13 เปลือกไข่ขนาดต่างๆ ที่เกิดจากการออกแบบของนักศึกษา 27

รูปที่ 14 A) การเผาวุ้นเส้นที่มีอนุภาคนาโนเงินด้วยตะเกียงบุนเสน B) ตะกอนดำของผงคาร์บอนที่มีอนุภาคนาโนเงิน 30

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่ได้รับตลอดโครงการ 31

ตารางที่ 2 การใช้จ่ายงบประมาณที่ได้รับ 32

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

MOE	Ministry of Education
NRC	National Research Council
IPST	Institution for Promoting Science and Technology
POE	Prediction-observation-explanation
Ω	Ohm
mL	Milliter, 10^{-3} L
θ	Angle
nm	Nanometer, 10^{-9} m
JCPDS	Joint committee on powder diffraction standards
SEM	Scanning electron microscope
EDS	Energy X-ray dispersive spectroscopy

บทที่ 1
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปรัชญาวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่เกิดจากการสรรสร้างของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน

การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสัมพันธ์กับปรัชญาวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา ปัจจุบันปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Constructivism และ Social constructivism กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1.1.1 Constructivism

แนวคิด Constructivism เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์ มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจาก Jean Piaget ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของคนเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัย การที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดและการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดและมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรเน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสำคัญ (student-centered learning) และครูผู้สอนควรจะเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้ผู้เรียนจดจำ (teacher-centered learning) ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนได้รับมาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน (prior knowledge) การพัฒนาแนวคิดและองค์ความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของผู้เรียน ซึ่งอาจสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความเข้าใจและข้อเท็จจริงได้ ในการพัฒนานั้น ผู้เรียนจะสร้างแนวคิดของตัวเองอยู่ตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องมีการสอนในห้องเรียน ดังนั้น การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Constructivism จะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- การเรียนรู้เป็น Active Process จะเกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีบอกเล่าเป็นแบบ Passive Process จะไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวคิดและองค์ความรู้
- ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่กับข้อมูลเก่า และ/หรือ ความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ มาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจ

- ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่ผู้เรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่
- ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้
- การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จะส่วนช่วยในการพัฒนาแนวคิดของผู้เรียนในด้านต่างๆ

เนื่องจาก Constructivism ไม่มีแนวปฏิบัติ หรือ วิธีการสอนที่เหมาะสม ดังนั้น นักการศึกษาโดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มแรกที่นำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ พบว่า มีวิธีการสอน 2 วิธีที่ใช้ประกอบกันแล้วช่วยให้แนวคิดของ Constructivism ประสบผลสำเร็จในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ซึ่งการเรียนรู้ทั้ง 2 ลักษณะ มีดังนี้

1. การเรียนการสอนแบบค้นพบ เป็นการเรียนการสอนลักษณะเดียวกับแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งมีขั้นตอนในการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

- การนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรม ประกอบด้วย การซักถามปัญหา ทบทวนความรู้เดิม กำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ
- การสำรวจ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้น
- การอธิบาย กิจกรรมประกอบด้วย การนำข้อมูล ผลการทดลองมาร่วมกันอภิปราย
- การลงข้อสรุป เป็นการสรุปเนื้อหาหรือข้อมูลการทดลองเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจทักษะ กระบวนการ และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องกับความคิดของตนเอง
- การประเมินผล เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ทั้งนี้ จะรวมถึงการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

2. การเรียนการสอนแบบเรียนรู้จากกลุ่ม เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างทักษะของการอยู่ร่วมกัน และทักษะในด้านเนื้อหาวิชาการต่างๆ เป็นการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันเรียนและทำงานด้วยกันเป็นกลุ่มๆ ละ 2-4 คน โดยมีจุดหมายเดียวกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ผู้เรียนเก่งจะช่วยผู้เรียนอ่อนกว่า และต้องยอมรับซึ่งกันและกันเสมอ ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกภายในกลุ่ม โดยบทบาทของครูผู้สอน

จะเป็นผู้จัดเตรียมแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนค้นคว้า หาวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ร่วมกัน และจัดเตรียมแบบฝึก (Work Sheet) หรือมอบหมายงานที่ต้องทำร่วมกันในกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องสถานการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

- ปฏิบัติการทดลองควรมีการให้แก้ปัญหาที่หลากหลาย
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำนาย สังเกต และบันทึกผล ในการสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
- ให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
- มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ หรือถามให้คิด
- เคารพความคิดและเหตุผลของผู้อื่น
- ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน

1.1.2 Social Constructivism

Jean Piaget เสนอว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัย ซึ่งก็ยังไม่ใช่กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ได้กับทุกสถานการณ์ จึงได้มีนักการศึกษาต่อมา คือ Vyecotsky ได้เสนอว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนนอกจากจะเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัยแล้ว ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นได้ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมในสภาวะสังคม (Social Context) ซึ่งเกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น และเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปรความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น

ผู้เรียนเองมีวิธีการสืบเสาะ (inquiry method) หาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ซึ่งมีการใช้ประสบการณ์เดิม (prior knowledge) เชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ในสภาพแวดล้อมที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียนในกลุ่ม ดังนั้น การส่งเสริมให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ (communication) ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสื่ออุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากสำหรับผู้เรียนในการสร้างองค์ความรู้

เมื่อใดควรใช้ Social constructivism ภายใต้เงื่อนไขที่ Social constructivism มีส่วนสนับสนุนทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีดังนี้

- การเรียนการสอนจะเกิดขึ้นในกระบวนการที่ได้มีการปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนต่อผู้เรียน และผู้เรียนกับสื่ออุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน
- ผู้เรียนจะรวบรวมและจัดองค์ความรู้ปัจจุบันที่มีอยู่แล้วจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ได้รับมา

- แหล่งการเรียนรู้หรือทรัพยากรที่หลากหลายมีลักษณะที่แตกต่างกัน ยิ่งมีจำนวนมากเท่าที่สามารถจัดหามาได้ ยิ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการสืบค้นและประมวลผลองค์ความรู้ได้มากเท่านั้น
- มีเวลาเพียงพอที่จะสามารถทำผลงาน ชิ้นงาน และการปฏิบัติการได้

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสอนการทดลองในปฏิบัติการมีส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มทักษะและกระบวนการทางความคิดในการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างมาก และนักการศึกษาโดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนก็เห็นพ้องต้องกันว่า การเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการมีประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างมากเมื่อนำปฏิบัติการมาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ เพราะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนวิธีการหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยอาศัยการสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ (Lazarowitz & Tamir, 1994)

ปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับว่า การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติในหลายๆ ประเทศทั่วโลกเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญมาก การสอนปฏิบัติการเริ่มมีการใช้ตั้งแต่ช่วงต้นศตวรรษที่ 19 ประเทศแรกที่มีการนำปฏิบัติการมาใช้ คือ อังกฤษ โดยนำมาเริ่มใช้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตามลำดับ (Hegarty-Hazel, 1990; Wellington, 1998) ผลที่เกิดขึ้นหลังจากมีการนำปฏิบัติการทดลองไปใช้ควบคู่กับการสอนแบบบรรยาย ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์อันเป็นเครื่องมือในการสร้างองค์ความรู้ต่อมานั่นเอง ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา การเรียนสอนปฏิบัติการทดลองจึงได้มีการนำไปใช้ในการสอนในระดับมหาวิทยาลัยในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 (Wellington, 1998) เป็นต้นมา

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนด้วยปฏิบัติการไว้ว่า เป็นวิธีการที่ช่วยยกระดับจากการสอนแบบผู้สอนเป็นศูนย์กลาง (teacher-centered learning) มาเป็นการสอนแบบการเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (student-centred learning) (National research council, 2000) โดยทั่วไปแล้วต้นแบบของการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจะเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างองค์ความรู้ หลักการการสร้างองค์ความรู้ กล่าวไว้ว่า ความรู้ไม่สามารถถ่ายเทจากผู้รู้ไปยังผู้เรียนได้ แต่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองโดยอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994) นอกจากที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว การได้มาซึ่งความรู้นั้น ผู้เรียนก็สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ตลอดเวลาเช่นเดียวกัน โดยอาศัยประสบการณ์ตรงที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้มีการนำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ภายใต้การเรียนรู้แบบการสร้างองค์ความรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน นอกจากนั้นแล้ว การสร้างองค์ความรู้ต้องอาศัยกระบวนการทางสังคม กล่าวคือ นอกจากความรู้จะสามารถสร้างขึ้นในกระบวนการความคิดของตัวผู้เรียนแล้ว การสนทนาซึ่งกันและกัน

กับผู้รู้ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับมาซึ่งความรู้ที่ต้องการอีกด้วย (Tobin & Tippins, 1993) แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ในโลกของเรานี้เป็นสิ่งที่มีการค้นพบได้ทุกๆ เวลา เป็นสิ่งที่ไม่หยุดนิ่งกับ ดังนั้น จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นเหตุผลที่นำมาซึ่งการปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงปฏิบัติการทดลองเคมีให้มีความทันสมัย

เคมีเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารตัวใหม่จากสารตั้งต้น และจลนศาสตร์เคมี (chemical kinetics) ก็เป็นสาขาหนึ่งของเคมีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา เมื่อเวลาผ่านไป ในหลายปฏิกิริยา เราพบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเป็นดังนี้ ในขั้นต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว และจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป จนในที่สุด อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นศูนย์ เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง แต่อย่างไรก็ตาม จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่า การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรื่องจลนศาสตร์เคมีทุกระดับชั้นการศึกษา (ระดับประถม มัธยม และอุดมศึกษา) ยังมีน้อย (Justi & Gilbert, 1999) ในเคมีศึกษา โดยนิยามแล้ว จลนศาสตร์เคมีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยทั่วไปแล้ว การเรียนการสอนจลนศาสตร์เคมีจะเน้นผู้สอนเป็นศูนย์กลางโดยวิธีการสาธิตผู้เรียนด้วยการทดลองจากครูผู้สอน

ถ้าสังเกตกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน กระบวนเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ตัวอย่างเช่น ฝนกรด (acid rain) เป็นปรากฏการณ์หนึ่งที่สร้างความเสียหายให้กับตัวอาคารในเมืองใหญ่ๆ ในโลก รวมทั้งกรุงเทพฯ เกิดจากการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากรถยนต์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝนกรด เกิดการกัดกร่อน และทำลายโครงสร้างของตัวอาคาร ปัจจุบันฝนกรดได้กลายเป็นปัญหาหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจมาก นี่เป็นตัวอย่างหนึ่ง ที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้ และทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ได้มีผู้สอนเป็นจำนวนมากใช้การทดลองเพื่อสาธิตให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับจลนศาสตร์เคมี ตัวอย่างเช่น การใช้การทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างกรดเอทานิก (ethanoic acid) กับ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (sodium hydrogen carbonate) แล้วบันทึกอัตราการเกิดของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) ที่เวลาใดๆ (Parkash & Kumar, 1999) การทดลองนี้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจการหาอันดับการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นแต่ละตัว ตลอดจนค่าคงที่ของปฏิกิริยา เนื่องจากการทดลองเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะต้องมีการวัดผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป จึงมีการนำเครื่องมือที่ทันสมัยมาช่วยในการวัดและติดตามผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นด้วยเซนเซอร์ (sensor) ที่ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ ข้อดีของการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยมาช่วยในการสาธิตการทดลอง คือ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทันทีที่ปฏิกิริยาเกิดขึ้น

จากตัวแปรต่าง แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ไม่เหมาะสมกับบริบทการศึกษาที่มีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมือ (Choi & Wong, 2004)

นักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้สอนเป็นศูนย์กลางเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการสอนที่เป็นการจำกัดความคิดของผู้เรียน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูงการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน อีกทั้งการดำเนินชีวิตของมนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักวิทยาศาสตร์ศึกษามีความเห็นพ้องต้องกันว่า การสอนวิทยาศาสตร์ควรใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนของ การสังเกต เน้นการใช้คำถามเพื่อให้เกิดการสังเกต การวัด การทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบแนวความคิดและการเผยแพร่ผลการศึกษาทดลองสู่สาธารณชน (NRC, 1996)

1.3 ความเป็นมาการศึกษาของประเทศไทย

เป็นที่ยอมรับว่า การศึกษาเป็นเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศชาติ กระทรวงที่ทำหน้าที่ดูและการศึกษาของประเทศ คือ กระทรวงศึกษาธิการ (MOE, 1996) การให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับชาติ ดังนั้น หลักสูตรการศึกษาโดยเฉพาะสาขาวิทยาศาสตร์จึงมีการปรับปรุงหลักสูตรตั้งแต่ระดับประถม มัธยม และอุดมศึกษาให้มีความทันสมัย และทัดเทียมกับระบบการศึกษาของต่างประเทศอยู่เป็นระยะๆ (Rivera, 2003)

ในอดีต การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รวมถึงการสอนเคมีมีรูปแบบการสอนเป็นแบบผู้สอนเป็นศูนย์กลางซึ่งเป็นวิธีการสอนที่มีบทบาทระบบการศึกษาของประเทศไทยอย่างมาก ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่สอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนรู้ทฤษฎีมากกว่าการสอนให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะ และปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบ “cook book” ซึ่งทำให้ผู้เรียนขาดทักษะทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงมีความพยายามที่จะเปลี่ยนรูปแบบการสอนจากรูปแบบผู้สอนเป็นศูนย์กลางเป็นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยต้องการให้กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียน “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” (Pravalpruk, 1999)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (IPST, 2003) ในฐานะหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริม ด้านกระบวนการคิดมาตลอด โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) ที่เน้นการบูรณาการเพื่อเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนวิทยาศาสตร์กับการพัฒนากระบวนการคิด การสำรวจตรวจสอบเพื่อการค้นพบ และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่เป็นการปลูกฝังคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน (MOE, 1996)

บทที่ 2
วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาปฏิบัติการทดลองใหม่ทางเคมี 2 การทดลอง ประกอบด้วย การทดลองด้านการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาเคมีในเรื่องจลนศาสตร์เคมี ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

2.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่

- เพื่อต้องการพัฒนาปฏิบัติการใหม่ทางเคมีที่เน้นการเรียนการสอนในรูปแบบแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
- เพื่อต้องการพัฒนาปฏิบัติการใหม่ทางเคมีที่เน้นการใช้ประโยชน์จากสารเคมีที่มีอยู่ในห้องครัว
- เพื่อต้องการพัฒนาปฏิบัติการใหม่ทางเคมีที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ เรื่อง จลนศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ (inquiry process)

2.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง

- เพื่อต้องการพัฒนาปฏิบัติการใหม่ทางนาโนเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี
- เพื่อต้องการพัฒนาปฏิบัติการใหม่ทางนาโนเทคโนโลยีที่เน้นการใช้ประโยชน์จากวุ้นเส้นแป้งที่ขายอยู่ในท้องถิ่นของประเทศไทย
- เพื่อต้องการพัฒนาปฏิบัติการใหม่ทางนาโนเทคโนโลยีที่เป็นทางเลือกหนึ่งในการสังเคราะห์คอมโพสิตของอนุภาคนาโนเงินและคาร์บอน

บทที่ 3
วิธีการและการออกแบบการทดลอง

3.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่

3.1.1 สารเคมี มีดังต่อไปนี้

สารเคมี	บริษัทจำหน่าย
เปลือกไข่ ($CaCO_3$)	-
กรดน้ำส้มสายชู 5 % (CH_3COOH)	-
กรดไฮโดรคลอริก (HCl, 0.1 M)	MERCK
เกลือแกง (NaCl)	-
สีผสมอาหาร (สีแดง และสีเขียว)	-
น้ำกลั่น	-

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ มีดังต่อไปนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์	บริษัทจำหน่าย/รายละเอียด
Heating magnetic stirrer	VELP scientifica
Electric balance	Sartorius
Burette 50 mL	Pyrex
Beaker 600 mL	Pyrex
Erlenmeyer flask 125 mL	Pyrex
Gas outlet set (U tube & rubber stopper)	-
Vials 5 mL	-
Separatory funnel 100 mL	-
Stand & burette clamp	-
Rubber tube	-

เครื่องมือและอุปกรณ์	รายละเอียด
Stopwatch	-
Parafilm	-
Spatula	-

3.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง

3.2.1 สารเคมี มีดังต่อไปนี้

สารเคมี	บริษัทจำหน่าย
Silver nitrate ($AgNO_3$ 99.8 %)	Sigma-Aldrich
วุ้นเส้นแป้งถั่วเขียว (100 %) ตราเกษตร	-
น้ำกลั่นที่ปราศจากไอออน (R $\geq$18.2 MΩ-cm)	Nanopore ultrapure water system

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ มีดังต่อไปนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์	บริษัทจำหน่าย/รายละเอียด
Microwave oven	Sumsung household microwave oven (model M181GN, output power 100/850 W, & operating frequency 2,450 MHz)
Electric balance	Sartorius
Erlenmeyer flask 125 mL	-
Laser pointer (red beam)	-

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่

นักศึกษาจะต้องออกแบบการทดลองด้วยตัวเองจากปฏิกิริยาของระหว่างเปลือกไข่ (แคลเซียมคาร์บอเนต) กับกรดที่ใช้ (กรดไฮโดรคลอริกและกรดน้ำส้มสายชู) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยปัจจัยที่ให้ศึกษามีดังต่อไปนี้

- พื้นที่ผิวของของแข็ง (เปลือกไข่)
- อุณหภูมิของปฏิกิริยา
- ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ และ
- ชนิดของกรดที่ใช้

NOTE : นักศึกษาต้องระวังไม่ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์รั่วออกจากระบบ

นักศึกษากลุ่มตัวอย่างในกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นนักศึกษาภาคสังกัดวิชาเคมี ชั้นปีที่ 3 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 32 คน

เพื่อให้งานวิจัยนี้เป็นรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น บนพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การใช้ Prediction-Observation-Explanation: POE หรือ การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (White & Gunstone, 1992) เครื่องมือนี้ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และมีความประโยชน์ต่อการส่งเสริมความเข้าใจ โดยนักศึกษาจำเป็นต้อง

- ทำนาย ผลการทดลองล่วงหน้า พร้อมให้เหตุผลที่สนับสนุนต่อการทำนายของนักศึกษา
- สังเกต จากปฏิกิริยาที่กำลังทำการทดลอง แล้วบันทึกสิ่งที่นักศึกษาเห็น
- อธิบาย การใช้เหตุผลที่นำไปสู่การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ทำนาย กับสิ่งที่สังเกต

เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning) การใช้ POE ผสมผสานกับวิธีการเรียนรู้แบบอื่นๆ เช่น การโต้แย้ง (argumentation) และการอภิปราย (discussion) ในกลุ่มย่อย (small group) เพราะฉะนั้น ในระหว่าง และ/หรือ หลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง นักศึกษาในกลุ่มควรที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

สิ่งที่คาดหวังหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองนี้

- นักศึกษามีความเข้าใจความคิดรวบยอดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถใช้ความเข้าใจนี้อธิบายการดำเนินไปของแต่ละปฏิกิริยา
- นักศึกษาสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับตัวแปรที่มีผลต่อปฏิกิริยา
- นักศึกษาสามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลการวิจัย ในงานวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตในห้องเรียน รายงานผลการทดลอง และ Prediction-Observation-Explanation: POE หรือ การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

3.3.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง

การสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินบนวุ้นเส้นแป้ง: ชั่งวุ้นเส้นแป้งถั่วเขียว 0.1 g ใส่ลงในขวดลูกชมพู่ที่บรรจุน้ำกลั่น 30 mL หลังจากนั้นนำขวดลูกชมพู่นี้ไปผ่านการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ ใช้กำลังต่ำสุดเป็นเวลา 1 นาที พบว่า วุ้นเส้นมีลักษณะใส ไม่มีสี จากนั้นนำไปเติมสาระลาย 0.01 M $AgNO_3$ จำนวน 3 mL หลังจากนั้นไปผ่านการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ ใช้กำลังสุดสุดประมาณเป็นเวลา 4-5 นาที พบว่า วุ้นเส้นเปลี่ยนจากใส ไม่มีสี เป็นสีเหลืองอ่อน

การสังเคราะห์คอมโพสิตของอนุภาคนาโนเงินและคาร์บอน: นำวุ้นเส้นสีเหลืองอ่อนที่มีอนุภาคนาโนเงินที่แห้งไปเผาในถ้วยอลูมิน่าด้วยตะเกียงบุนเสน หลังจากที่เผาไปเวลา 10 นาที เก็บรวบรวมตะกอนดำในถ้วยอลูมิน่าเพื่อไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ผล: UV-Vis spectrum ของสารละลายคอลลอยด์อนุภาคนาโนเงินบันทึกด้วยเครื่อง UV-Vis scanning spectrophotometer (HP-8453 Hewlett-Packard) SEM micrograph ของตัวอย่างบันทึกด้วยเครื่อง scanning electron microscope (JEOL JSM-5910, 15 kV) และ XRD diffractogram ของตัวอย่างบันทึกด้วยเครื่อง (D8 Advance Bruker, 40 kV, 40 mA, CuKα)

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่

จากการสังเกตในห้องปฏิบัติการทดลอง พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการทำทดลองเป็นอย่างดี เนื่องจากการทดลองไม่มีวิธีการทดลองให้ปฏิบัติตาม จึงทำให้นักศึกษามีการทำงานเป็นกลุ่มมากขึ้น มีการปรึกษาหารือเพื่อคิดวางแผนการทดลองจากโจทย์ปัญหาที่ได้รับ นอกจากจะมีการปรึกษาหารือกันภายในกลุ่มแล้วง ยังมีการปรึกษาหรือระหว่างกลุ่มที่อยู่ใกล้เคียง

จากการวิเคราะห์รายงานผลการทดลองของนักศึกษา พบว่า นักศึกษามีการวางแผนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน และมีการกำหนดการทดลองเป็นขั้นตอนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลบนพื้นฐานการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษาและติดตามผลของตัวแปรตามที่เกิดขึ้นเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ได้กำหนดไว้ เช่น

ตอนที่ 1 พื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักศึกษาได้ให้รายละเอียดการทดลอง ดังนี้

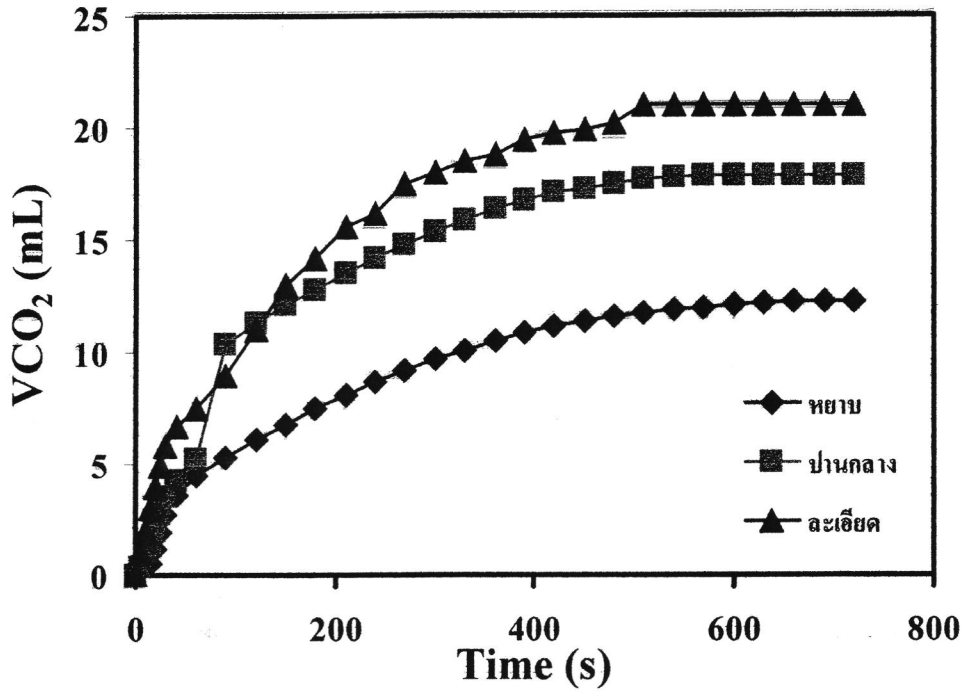
"นำเปลือกไข่มาบดให้เป็นสามระดับคือ ละเอียด ละเอียดปานกลาง และหยาบ จากนั้นนำเปลือกไข่ที่ละเอียดมาใส่ใน vial นำไปวางในขวดรูปชมพู่แล้วเติมไฮโดรคลอริกลงไปในขวดรูปชมพู่โดยไม่ให้โดนเปลือกไข่ที่อยู่ใน vial จากนั้นนำไปต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ด้านล่างจากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่อยู่ในบิวเรตเทียบกับเวลาและบันทึกเวลาที่ใช้ไปเป็นวินาที เปลือกไข่ละเอียดปานกลางและหยาบก็ทำเช่นเดียวกัน" ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 1

จากการทำการทดลองศึกษาอัตราการเกิดของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ชนิดของเปลือกไข่โดยทำการแบ่งเปลือกไข่เป็น 3 ประเภท คือ เปลือกไข่ที่ละเอียดมาก ละเอียดปานกลาง และหยาบ พบว่า เมื่อนำเปลือกไข่ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ในปริมาณที่มากเกินพอและสังเกตการณ์แทนที่น้ำด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาพบว่า เปลือกไข่ที่มีความละเอียดมากมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เร็วที่สุด ที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่าเปลือกไข่ที่มีขนาดเล็ก หรืออนุภาคเล็กๆจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ดีกับกรดไฮโดรคลอริก และรองลงมาคือเปลือกไข่ที่ละเอียดปานกลางและหยาบ ตามลำดับ ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

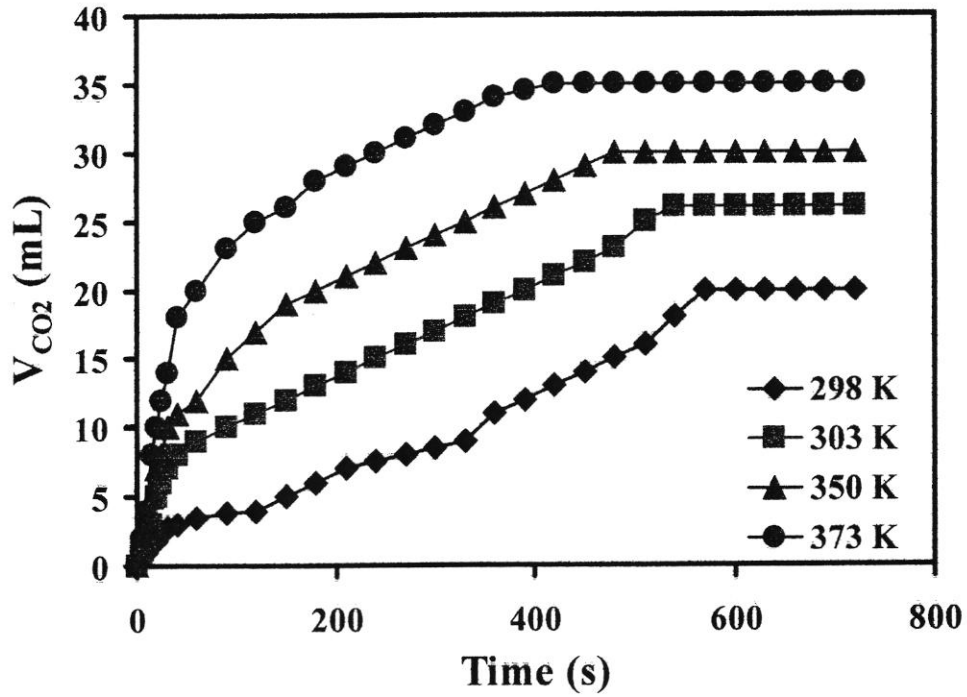
"ปริมาณก๊าซ CO_2 ↑ เมื่อความละเอียดของเปลือกไข่ ↑"

ตอนที่ 2 อุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักศึกษาได้ให้รายละเอียดการทดลอง ดังนี้

"นำโซเดียมไบคาร์บอเนตมาใส่ใน vial ใส่ในขวดรูปชมพู่ แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกลงไปโดยไม่ให้โดนสารข้างใน จากนั้นนำไปต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ด้านล่าง เขย่าให้สารทั้งสองทำปฏิกิริยากัน สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่อยู่ในบิวเรตเทียบกับเวลา และบันทึกเวลาที่ใช้ไปเป็นวินาที แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนอุณหภูมิริเริ่มจาก 25, 60, 80 และ 100 องศา" ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่อพื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



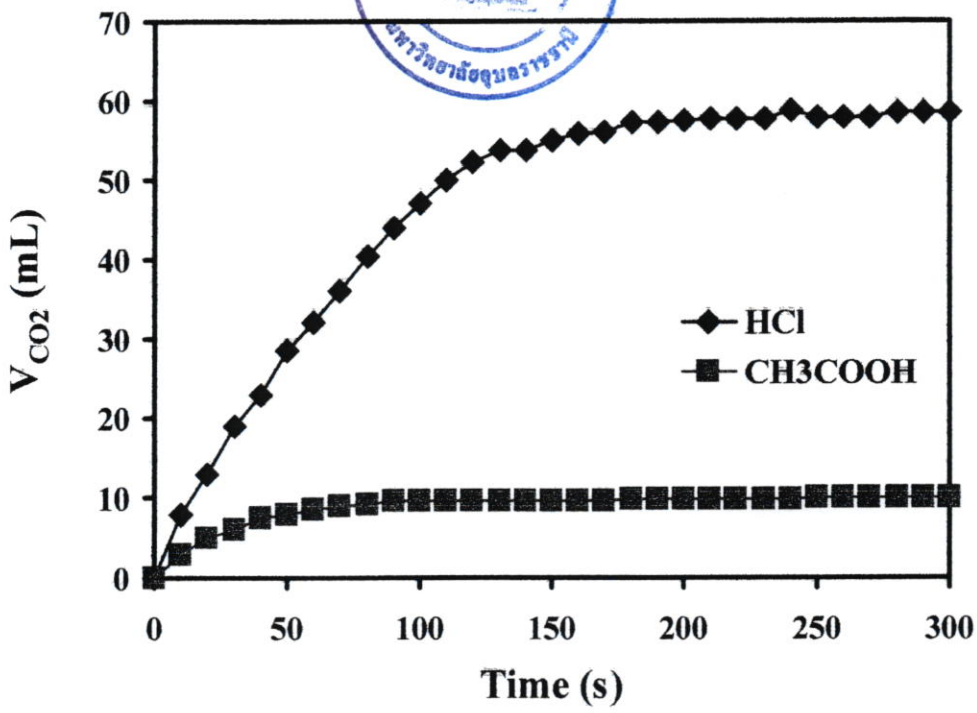
รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่ออุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากผลการศึกษาของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา พบว่า เมื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้น การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงๆ จะทำให้อนุภาคของสารนั้นเกิดการชนกันระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มโอกาสในการชนการของโมเลกุลมากขึ้น จึงทำให้อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยามีค่าเพิ่มขึ้นกล่าวคือ อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

ตอนที่ 3 ชนิดของกรดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

"นำโซเดียมไบคาร์บอเนตมาใส่ใน vial มาใส่ในขวดรูปชมพู่แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกลงไปโดยไม่ให้โดนสารข้างในจากนั้นนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์ด้านล่างจากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่อยู่ในบิวเรตเทียบกับเวลาและบันทึกเวลาที่ใช้ไปเป็นวินาที แล้วทำการทดลองเหมือนเดิมแต่เปลี่ยนจากกรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดอะซิติก" ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบความแรงของกรดระหว่าง hydrochloric acid กับ acetic acid แล้ว HCl จะเป็นกรดที่แก่กว่าทำให้มีความสามารถในการแตกตัวได้ดีกว่า จึงทำให้อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับกรดอ่อนแล้ว กรดอ่อนจะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยามากกว่า

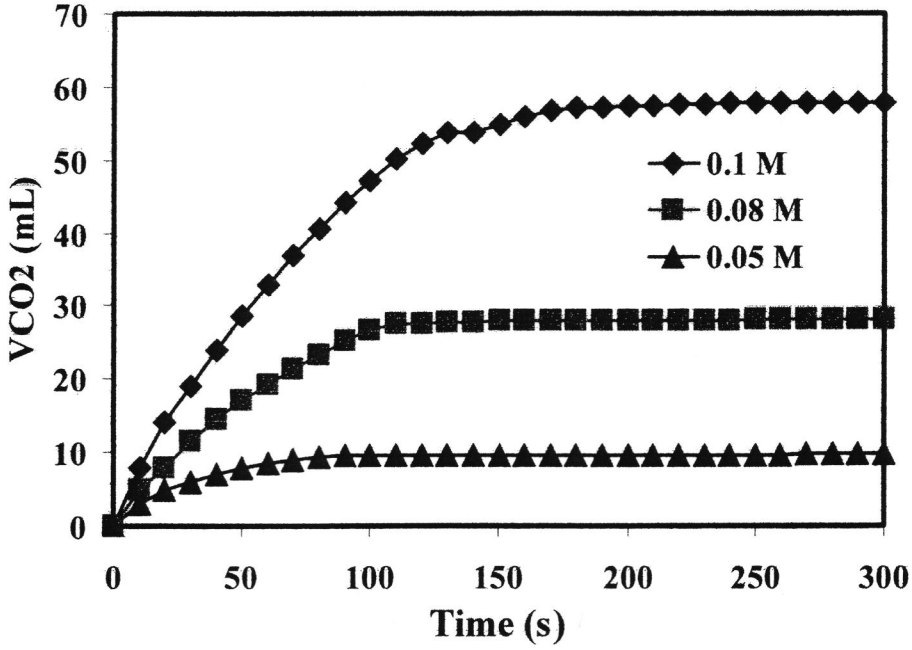


รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่อชนิดของกรดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตอนที่ 4 ความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

"นำโซเดียมไบคาร์บอเนตมาใส่ใน vial มาใส่ในขวดรูปชมพู่แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกลงไป โดยไม่ให้โดนสารข้างในจากนั้นนำไปต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ด้านล่างจากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่อยู่ในบิวเรตเทียบกับเวลาและบันทึกเวลาที่ใช้ไปเป็นวินาที แล้วทำการทดลองเหมือนเดิมแต่เปลี่ยนความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเป็น 0.1 , 0.08 และ 0.05M" ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 4

เมื่อความเข้มข้นของ HCl มีความเข้มข้นมากขึ้น จำนวนโมเลกุลที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับ $CaCO_3(s)$ ก็จะมีมากด้วย อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาจึงเพิ่มขึ้นกล่าวคือ อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาแปรผันตรงกับความเข้มข้นของกรด เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกราด ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นด้วย ซึ่งสังเกตได้จากปริมาตรน้ำที่ลดลงมากกว่าความเข้มข้นของกรดที่น้อยกว่า



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา เมื่อความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการทดลอง จะเห็นว่าตัวแปรทั้งสี่นั้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้

- โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น
- พื้นที่ผิวที่มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น
- เมื่อใช้กรดที่แรงกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาก็จะเร็วกว่ากรดอ่อน และ
- ความเข้มข้นสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้น

นอกจากนั้น สีมีส่วนช่วยในการเรียนรู้ของมนุษย์มาก ในงานวิจัยนี้ พบว่า การใช้สีผสมอาหารในน้ำที่ใช้ในการทดลอง มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นปริมาตรของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างชัดเจนกว่าน้ำที่ไม่ได้เติมสีผสมอาหาร ทำให้การสังเกต หรือ อ่านปริมาตรของน้ำในง่ายขึ้น เนื่องจากหากใช้น้ำเปล่าที่ใส โดยไม่มีสีเติมสี จะทำให้การสังเกตระดับน้ำใน burette มีความยากในการอ่านปริมาตรซึ่งอาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนได้

4.2 นาโนเทคโนโลยีจากรุ้นเส้นแป้ง

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้ความร้อนแบบธรรมดา การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟถือได้ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากและถูกนำมาใช้ในการเร่งปฏิกิริยาเคมี ด้วยเทคนิคไมโครเวฟที่สามารถปรับเลือกกำลังและความถี่ของเครื่องได้ จึงมีการนำมาใช้ในการศึกษาและวิจัยใน

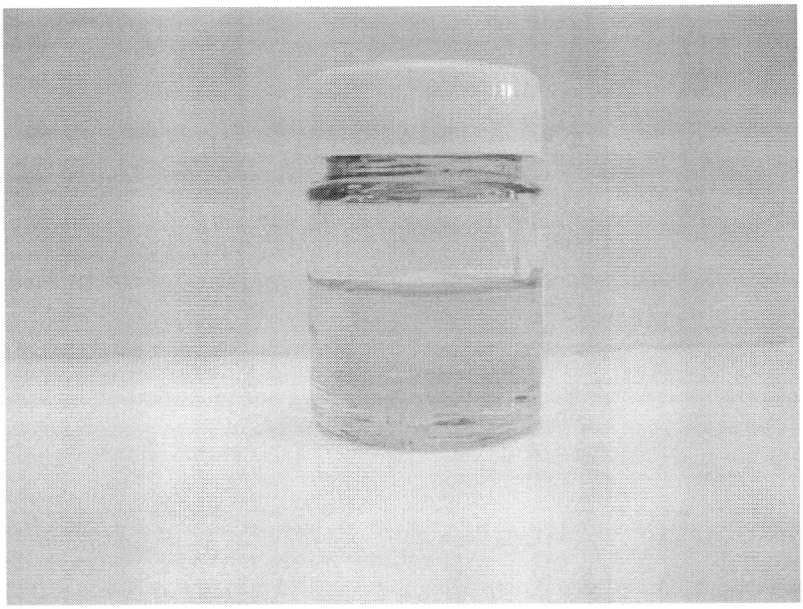
สาขานาโนเทคโนโลยีในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนต่างๆ ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาวัสดุชั้นสูงจำพวกวัสดุนาโนคอมโพสิตอย่างกว้างขวาง ในงานวิจัยนี้ได้สนใจเลือกใช้การการเร่งปฏิกิริยาด้วยคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งมีความเป็นไปที่จะทำให้การทดลองเสร็จสิ้นภายในเวลา 3 ชั่วโมง ของปฏิบัติการทดลอง

โดยทั่วไปแล้ว ในกระบวนการสังเคราะห์อนุภาคนาโนมักจะมีการเลือกใช้สารที่มีโครงสร้างโมเลกุลสายยาวที่ช่วยป้องกันไม่ให้อนุภาคนาโนที่สังเคราะห์ได้นั้นเกิดการรวมตัวกัน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วสารพวกนี้เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่งเมื่อถูกปล่อยสู่ธรรมชาติ ในงานวิจัยนี้จึงสนใจเลือกใช้สารที่ช่วยป้องกันไม่ให้อนุภาคนาโนที่สังเคราะห์ได้นั้นเกิดการรวมตัวกันด้วยโครงสร้างของวุ้นเส้นแป้ง เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตแป้งอยู่ในอันดับต้นๆ ของโลกเพื่อการส่งออกเป็นส่วนใหญ่ ในงานวิจัยนี้จึงเป็นตัวอย่างหนึ่งการนำผลิตภัณฑ์ของแป้งจำพวกวุ้นเส้นมาประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการที่สามารถนำไปสู่การสอนเรื่องนาโนเทคโนโลยีได้

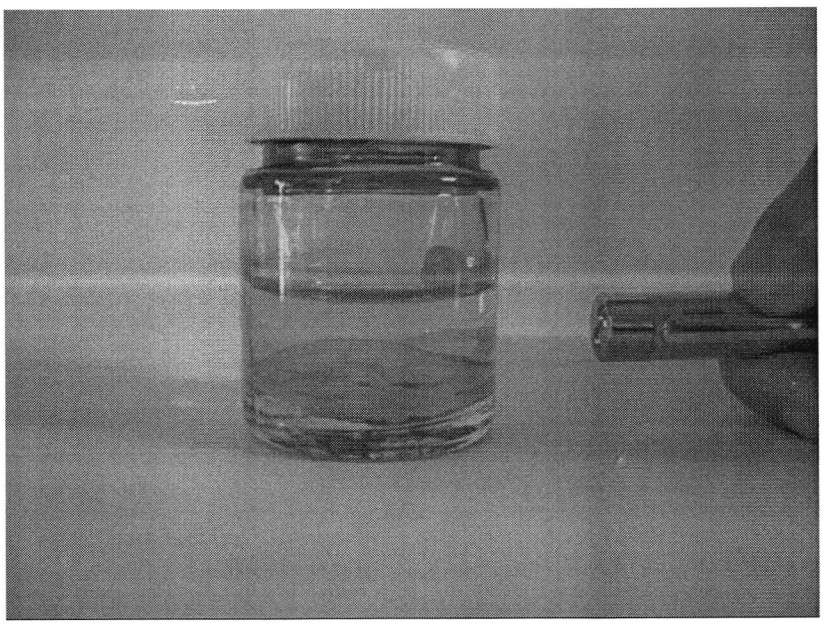
เป็นที่ทราบกันดีว่า โครงสร้างของแป้งเป็นโพลิเมอร์ที่อุดมไปด้วยหมู่ hydroxyl group และมีลักษณะเป็นเกลียวคล้ายกับโครงสร้างของดีเอ็นเอ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี การนำแป้งมาใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนยังมีน้อย เนื่องจากโครงสร้างของแป้งที่อุดมไปด้วยหมู่ hydroxyl group และมีลักษณะเป็นเกลียว จึงมีความเป็นไปอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการช่วยดึงดูดไอออนโลหะเงินเมื่อมีการให้คลื่นไมโครเวฟเข้าไป

แป้งเป็นโพลิเมอร์ที่เกิดขึ้นจากโมโนเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีความสามารถในการรีดิวซ์ เมื่อถูกให้ความร้อนในสภาวะที่มีน้ำ โครงสร้างของแป้งบางส่วนจะถูกย่อยและให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำตาลกลูโคสออกมา ดังนั้น หลังจากที่ไอออนโลหะเงินถูกตรึงด้วยหมู่ hydroxyl group ไว้ในโครงสร้างที่เป็นเกลียวของแป้งแล้ว หมู่แอลดีไฮด์ของน้ำตาลกลูโคสจะทำหน้าในการรีดิวซ์ไอออนโลหะเงิน จึงทำให้มองเห็นสีของวุ้นเส้นเปลี่ยนจากใส ไม่มีสี เป็นสีเหลืองอ่อน ดังรูปที่ 5

เนื่องจากอนุภาคนาโนเงินบางส่วนที่ไม่ได้เข้าไปอยู่ในโครงสร้างของแป้ง หลังจากที่ถูกรีดิวซ์อนุภาคนาโนเงินเหล่านี้จะแขวนตัวอยู่ในสารละลาย สามารถตรวจสอบได้โดยการกระเจิงแสงของอนุภาคนาโนเงิน ซึ่งจะปรากฏเห็นเป็นลำแสง ดังรูปที่ 6

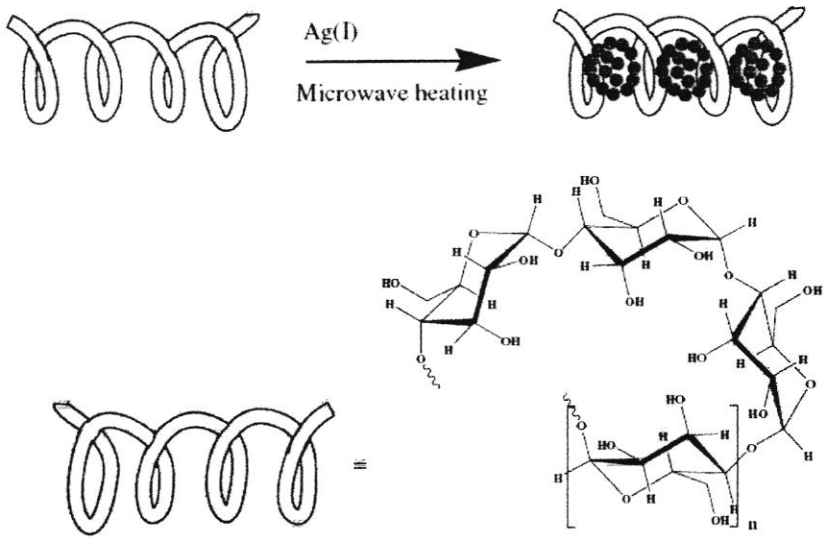


รูปที่ 5 ขวดบรรจุวุ้นเส้นสีเหลืองที่เกิดจากวุ้นเส้นแป้งและอนุภาคนาโนเงิน



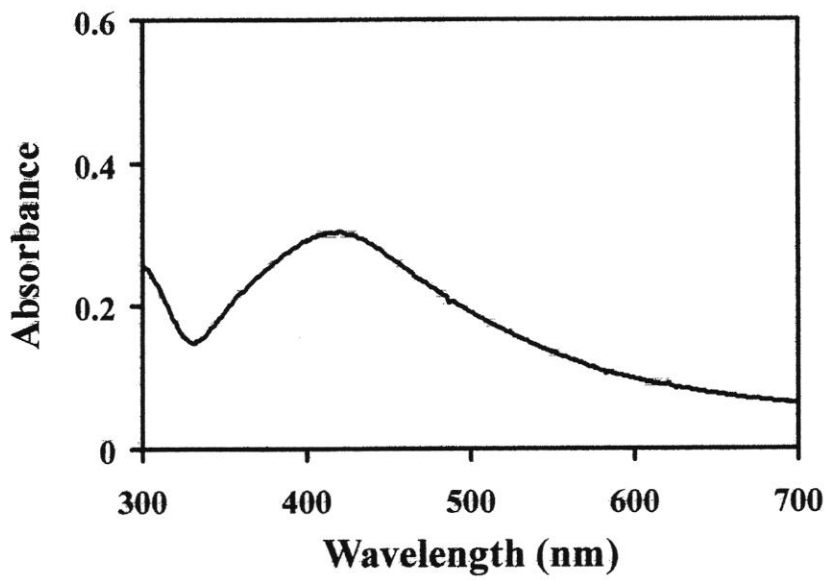
รูปที่ 6 การกระเจิงแสงเลเซอร์ของอนุภาคนาโนเงินบางส่วนที่อยู่ในสารละลาย

กระบวนการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินด้วยโครงสร้างของวุ้นเส้น สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ไดอะแกรมแสดงการสังเคราะห์สังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินด้วยโครงสร้างของวุ้นเส้น

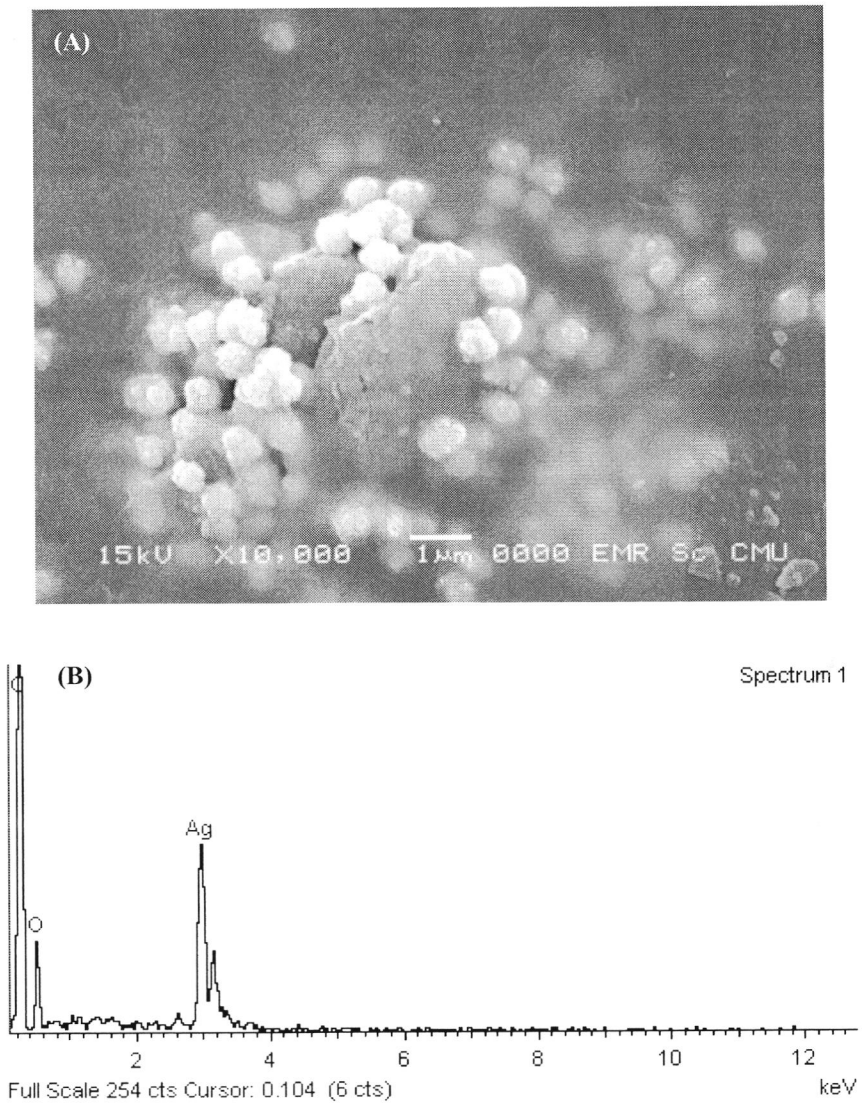
เนื่องจากคุณสมบัติ surface plasmon absorbance เมื่อนำสารละลายที่มีอนุภาคนาโนเงินนี้ไปศึกษาการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer พบว่า สเปคตรัมของการดูดกลืนแสงของสารละลายที่มีอนุภาคนาโนเงินมีการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 421 nm ดังรูปที่ 8 ค่าการดูดกลืนแสงดังกล่าวนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้สืบค้นมา (Chairam, Poolperm & Somsook, 2009)



รูปที่ 8 UV-Vis absorption spectrum ของสารละลายที่มีอนุภาคนาโนเงิน

เพื่อพิสูจน์ว่าอนุภาคนาโนเงินบนโครงสร้างของวุ้นเส้นได้ถูกสังเคราะห์เกิดขึ้นจริง จึงนำวุ้นเส้นสีเหลืองที่ได้ไปศึกษาภาพถ่ายจุลทรรรศน์แบบส่องกราด พบว่า มีกลุ่มอนุภาคนาโนเงินที่อยู่บน

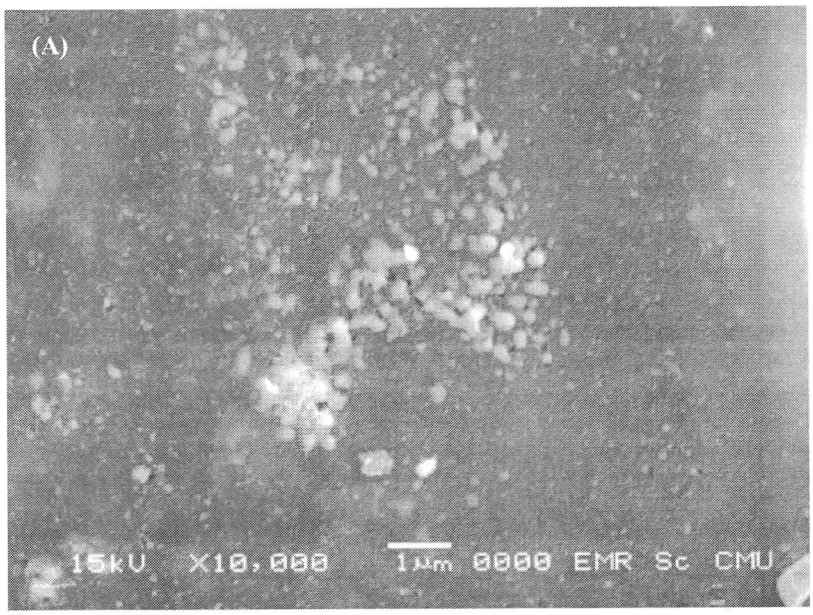
โครงสร้างของวุ้นเส้นและบางส่วนถูกตรึงอยู่ในโครงสร้างของวุ้นเส้น ดังรูปที่ 9A ซึ่งยืนยันด้วย EDS spectrum พบธาตุสำคัญ ได้แก่ C O และ Ag ดังรูที่ 9B ธาตุ Ag เป็นของอนุภาคนาโนเงิน ส่วนธาตุ C และ O ที่พบ เป็นสเปคตรัมที่เกิดจากธาตุหลักที่เป็นโครงสร้างของแป้ง

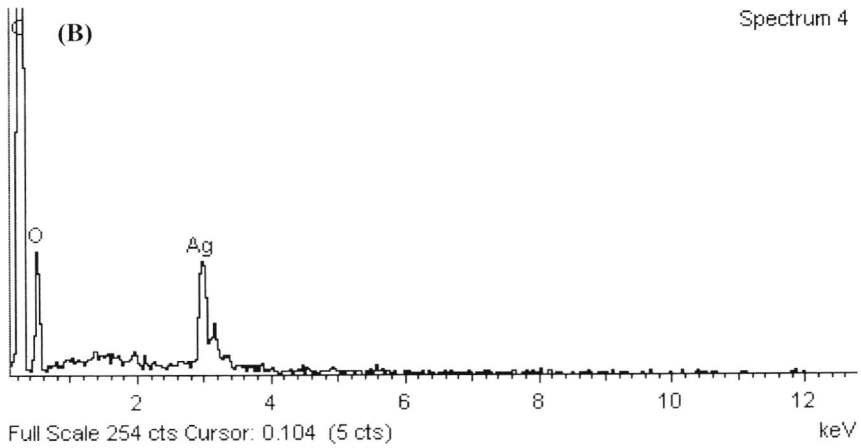


รูปที่ 9 A) ภาพถ่ายจุลทรรรศน์แบบส่องกราดอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างของวุ้นเส้นก่อนเผา
B) EDS spectrum ของอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างของวุ้นเส้น

หลังจากที่นำวุ้นเส้นสีเหลืองที่มีอนุภาคนาโนเงินไปเผาด้วยตะเกียงบุนเสน ตะกอนคาร์บอนสีดำที่เกิดขึ้นนำไปศึกษาภาพถ่ายจุลทรรรศน์แบบส่องกราด พบว่า อนุภาคนาโนเงินที่อยู่บนโครงสร้างของคาร์บอน นอกจากนี้แล้ว ยังพบว่า ความร้อนที่เกิดจากการเผาวุ้นเส้นมีส่วนสำคัญที่ทำให้อนุภาคนาโน

ของเงินมีขนาดเล็กลง (Chairam & Somsook, 2008) ดังแสดงในรูปที่ 10A และยืนยันด้วย EDS spectrum พบธาตุสำคัญ ได้แก่ C O และ Ag ดังแสดงในรูที่ 10B ธาตุ Ag และ C เป็นของอนุภาคนาโนเงินที่อยู่บนคาร์บอนทีเกิดจากการเผา ส่วนธาตุ O ที่พบ คาดว่า เป็นสเปคตรัมเกิดจากน้ำซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการเผาที่อยู่ในตะกอนดำผงคาร์บอน

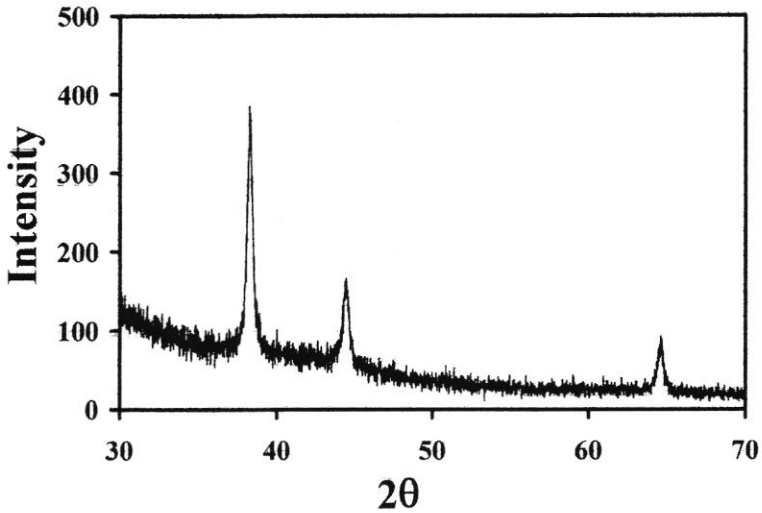




รูปที่ 10 A) ภาพถ่ายจุลทรรรศน์แบบส่องกราดอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างของคาร์บอนหลังเผา
B) EDS spectrum ของอนุภาคนาโนเงินที่พบบนโครงสร้างผงคาร์บอน

เพื่อศึกษาโครงสร้างผลึกของอนุภาคนาโนบนโครงสร้างของคาร์บอนหลังเผา จึงนำผงตะกอนดำที่ได้ไปศึกษาด้วยเครื่อง powder XRD diffractometer ในช่วง 2θ ตั้งแต่ 30 – 70° ดังแสดงในรูปที 11 จาก XRD diffractogram พบตำแหน่งของดัชนี 2θ ที่ 38.4, 44.5 และ 64.7 ซึ่งเป็นโครงสร้างของเงินที่มี

ระนาบของผลึก (111), (200) และ (220) จาก JCPDS file no.04-0783 จึงทำให้ทราบว่า โครงสร้างผลึกของอนุภาคนาโนเงินมีโครงสร้างแบบ face-centered cubic (fcc) ซึ่งได้สอดคล้องกับเอกสารอ้างอิง (Chairam, Poolperm & Somsook, 2009)



รูปที่ 11 XRD diffractogram ของอนุภาคนาโนเงินหลังจากที่เผา

การทดลองเป็นการทดลองที่มีขั้นตอนในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินที่ไม่ซับซ้อน และสามารถทำการทดลองเสร็จสิ้นภายในเวลา 3 ชั่วโมง ของเวลาปฏิบัติการ ที่สำคัญใช้วุ้นเส้นแป้งซึ่งเป็นสารที่ไม่เป็นพิษและที่มีอยู่ในท้องถิ่น ดังนั้น สามารถนำการทดลองนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อแนะนำนักศึกษาเกี่ยวโลกของนาโนเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 จลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่

การทดลองการศึกษาจลนพลศาสตร์ทางเคมี จากดำเนินไปของปฏิกิริยาจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ผิว ความเข้มข้นของกรด ชนิดของกรด อุณหภูมิ สรุปได้ดังนี้

เมื่ออุณหภูมิให้สูงขึ้น จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อโมเลกุล ส่งผลให้เกิดการชนกันระหว่างโมเลกุลได้มาก ทำให้สารมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น

เมื่อชนิดของกรดเปลี่ยนไป พบว่า HCl มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า CH_3COOH เนื่องจาก HCl เป็นกรดแก่ และเกิดการแตกตัวได้ดี ทำให้มีจำนวนโปรตอนทำปฏิกิริยามาก

เมื่อความเข้มข้นของกรดเปลี่ยนไป พบว่า เมื่อเราเพิ่มความเข้มข้นกรดเพิ่มมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น จำนวนโมเลกุลที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยาก็จะมีมากด้วย

5.2 นาโนเทคโนโลยีจากวุ้นเส้นแป้ง

โดยวิธีการไมโครเวฟ วุ้นเส้นแป้งได้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นตัวช่วยในการดึงดูดไอออนของโลหะเงินเข้าไปในโครงสร้างที่เป็นเกลียว หลังจากที่ให้ความร้อนจากเตาไมโครเวฟ น้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นโมโนเมอร์ของแป้งจะรีดิวซ์ไอออนโลหะเงินให้กลายเป็นอนุภาคนาโน และวุ้นเส้นที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างชัดเจนจากไม่มีสีเป็นสีเหลืองซึ่งยืนยันด้วยภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด หลังจากนั้นคอมโพสิตของอนุภาคนานโนเงินและคาร์บอนสามารถเตรียมได้จากการเผาอนุภาคนาโนเงินบนวุ้นเส้นด้วยตะเกียงบุนเสน ตะกอนดำคาร์บอนที่ได้ถูกนำไปศึกษาด้วยภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด พบว่า อนุภาคนานโนเงินบนคาร์บอนมีขนาดเล็กลงซึ่งเป็นผลมาจากความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการเผา โครงสร้างผลึกของอนุภาคนาโนเงินยืนยันด้วยข้อมูลจากการศึกษาด้วยรังสีเอกซ์ ดั้งนั้น การทดลองจึงเป็นอีกหนึ่งการทดลองที่สามารถนำไปใช้สอนปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Anastas, P., Wood-Black, F., Masciangioli, T., McGowan E. & Ruth, L. *Exploring opportunities in green chemistry and engineering education*, National Academies Press, Washington, DC, USA, 2007.

Choi, M.M.F. & P.S. Wong. Using a datalogger to determine first first-order kinetics and calcium carbonate in eggshells. *Journal of Chemical Education* (2004) 81: 859–61.

Chairam, S. & Somsook, E. Starch Vermicelli Template for Synthesis of Magnetic Iron Oxide Nanoclusters *Journal of Magnetism & Magnetic Materials* (2008) 320, 2039-2043.

Chairam, S.; Poolperm, C. & Somsook, E. Starch Vermicelli Template-Assisted Synthesis of Size/Shape-Controlled Nanoparticles *Carbohydrate Polymer* (2009) 75, 694-704.

Carin, A.A., J.E. Bass & T.L. Contant. *Teaching science as inquiry.* Columbus, OH: Pearson Education, 2005.

Denzin, N.K. & Y.S. Lincoln. *Collecting and interpreting qualitative materials*. London, 2003.

Driver, R., H. Asoko, J. Leach, E. Mortimer & P. Scott. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher* (1994) 23: 5–12.

Duit, R. & D.F. Tregust. Students' conceptions and constructivist teaching approaches. In *Improving science education,* ed. B.J. Fraser and H.J. Walberg. Chicago, IL: International Academy of Education, 1995.

Hegarty-Hazel, E. The student laboratory and the science curriculum. London: Routledge, 1990.

Hodson, D. & J. Hodson. From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School Science Review* (1998) 79: 33–41.

Hofstein, A. & V.N. Lunetta.. The role of the laboratory in science teaching neglected aspects of research. *Review of Educational Research* (1982) 52: 201–17.

Hofstein, A. & V.N. Lunetta. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education (2004) 88: 28–54.

Hofstein, A., R. Shore, and M. Kipnis. Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education* (2004) 23: 47–62.

Institution for Promoting Science and Technology. *Chemistry Textbook 2* (2nd ed.). Bangkok: Curusaphaladphoa, 2003.

Justi, R. Teaching and learning chemical kinetics. In *Chemical education: Towards research-based practice,* ed. J.K. Gilbert, O.D. Jong, R. Justi, D.F. Tregust and J.H. Van Driel, The Netherlands: Kluwer, 2003.

Lazrowitz, R. & R. Tamir. Research on using laboratory instruction in science. In *Handbook of research on science teaching and learning: A project of the National Science Teachers Association,* ed. D. L. Gabel. New York: Macmillan, 1994.

Merrian, S.B. *Case study research in education: A qualitative approach.* San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1988.

Ministry of Education (MOE). *Education reform at the Ministry of Education Thailand.* Bangkok: Ministry of Education, 1996.

Nakhleh, M.B., J. Polles & E. Malina. Learning chemistry in a laboratory environment. In *Chemical education: Towards research-based practice,* ed. J.K. Gilbert, O.D. Jong, R. Justi, D.F. Tregust and J.H. Van Driel, The Netherlands: Kluwer, 2002.

National Research council (NRC) Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning, Washington DC: National Academy Press, 2000.

Pravalpruk, S. Learning and assessment in the science classroom in Thailand, *Assessment in Education*, 1999: 6, 75-82.

Tobin, K.G. & D. Tippins. Constructivism as a referent for teaching and learning. In *The practice of constructivism in science education,* K.G. Tobin. Washington, DC: AAAS Press, 1993.

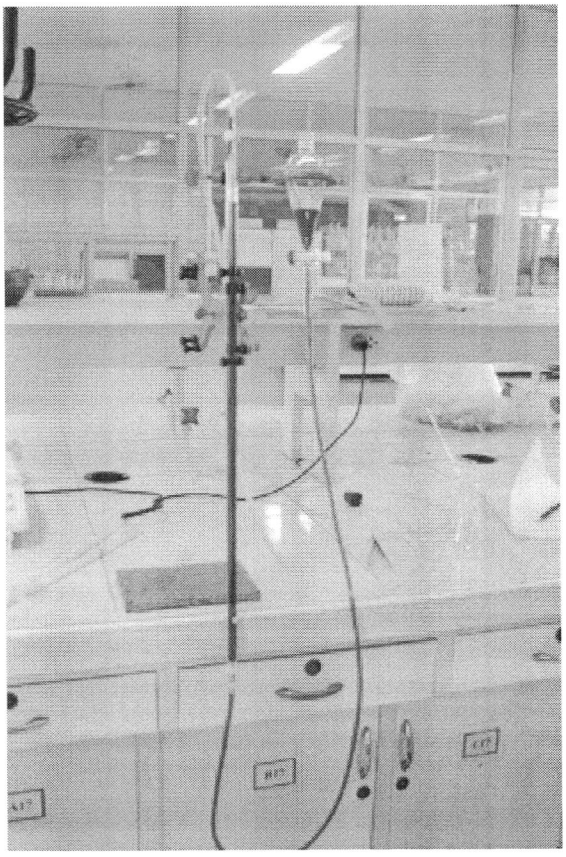
Tobin, K.G., D. Tippins & A. Gallard. Research on instructional strategies for teaching science. In *Handbook of research on science teaching and learning,* ed. D. Gabel. New York: Macmillan, 1994.

Wellington, J. Practical work in school science. In *Practical work in school science: Which way now?* J. Wellington. London: Routledge, 1998.

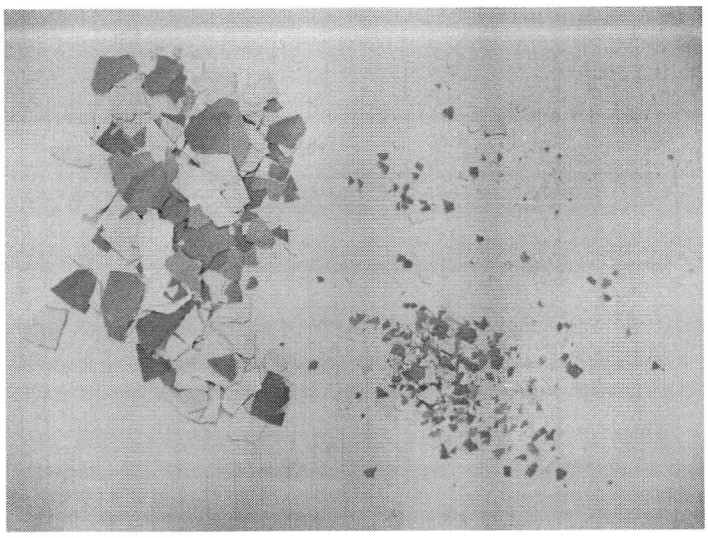
White, R. & R. Gunstone. *Probing understanding.* London: Falmer Press, 1992.

Woolnough, B.E. *Practical science: The role and reality of practical work in school science.* Buckingham, UK: Open University Press, 1991.

ภาคผนวก



รูปที่ 12 ชุดการทดลองที่เกิดจากการออกแบบการทดลองด้วยตัวของนักศึกษา



รูปที่ 13 เปลือกไข่ขนาดต่างๆ ที่เกิดจากการออกแบบของนักศึกษา

การใช้ Prediction-Observation-Explanation: POE หรือ การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย

Predict how the surface of solid reactant, calcium carbonate, might affect the rate of a reaction, when we change the particle size from either

☐ small particle sizes to larger particle sizes, or

☐ large particle sizes to smaller particle sizes.

When reacting with the same concentration of acid at the same temperature:

☐ the rate of a reaction increases

☐ the rate of a reaction decreases

☐ the rate of a reaction does not change

Reasons for Prediction:

Observation:

Reconciliation of Prediction and Observation:

Predict how the influence of the concentration of acid affects the rate of a reaction, when you change the concentration of acid from either;

☐ high concentration to lower concentration, or

☐ low concentration to higher concentration

When reacting with the same particle sizes at the room temperature;

☐ the rate of a reaction increases

☐ the rate of a reaction decreases

☐ the rate of a reaction does not change

Reasons for Prediction:

Observation:

Reconciliation of Prediction and Observation:

Predict how the temperature of a reaction might affect the rate of a reaction, when you change the temperature from either:

☐ high temperature to lower temperature, or

☐ low temperature to higher temperature

During a reaction at the same particle size and the same concentration of acid:

☐ the rate of a reaction increases

☐ the rate of a reaction decreases

☐ the rate of a reaction does not change

Reasons for Prediction:

Observation:

Reconciliation of Prediction and Observation:

Predict how the type of acid used in the reaction might affect the rate of a reaction, when you change the type of acid from either:

☐ hydrochloric acid to vinegar, or

☐ vinegar to hydrochloric acid

When you maintain the temperature of a reaction and the same particle size at the same concentration of acid:

☐ the rate of a reaction increases

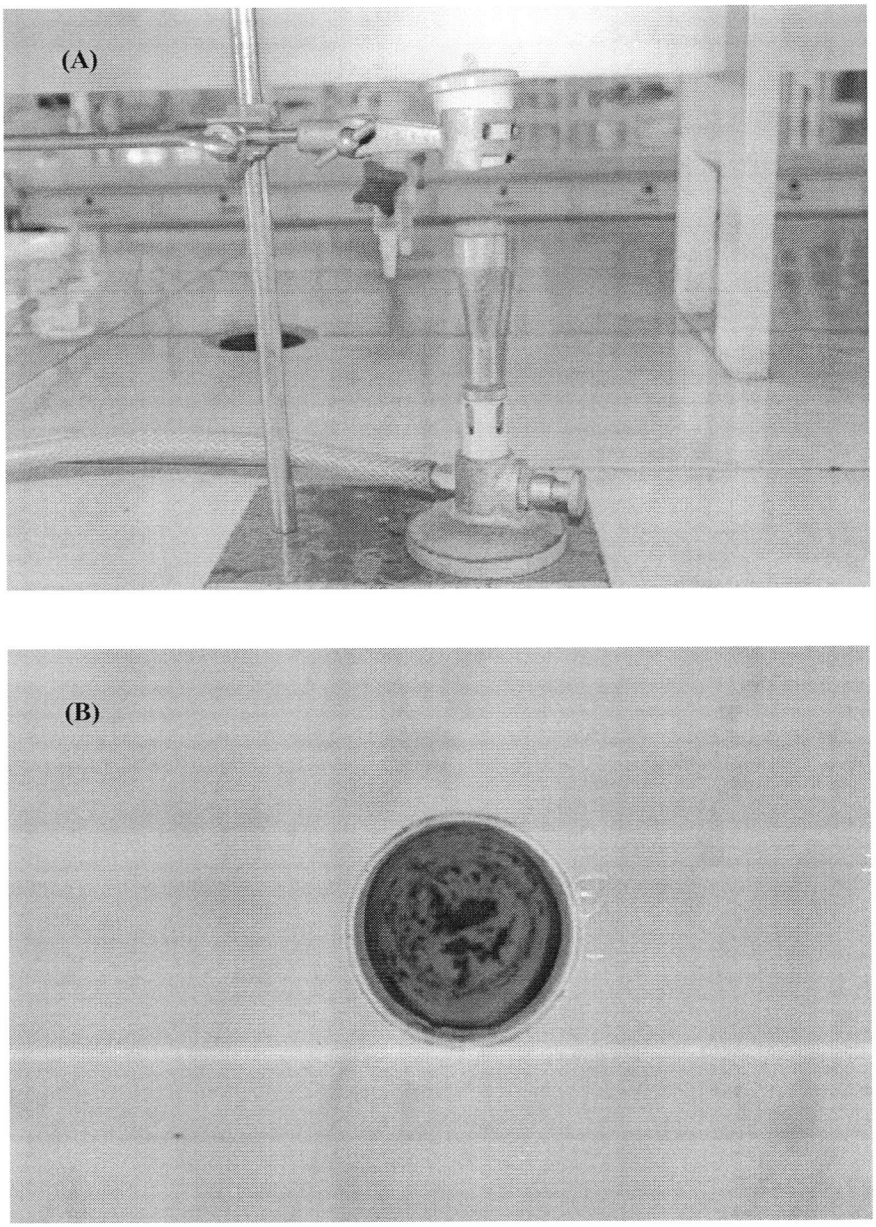
☐ the rate of a reaction decreases

☐ the rate of a reaction always equals

Reasons for Prediction:

Observation:

Reconciliation of Prediction and Observation:



รูปที่ 14 A) การเผาวุ้นเส้นที่มีอนุภาคนาโนเงินด้วยตะเกียงบุนเสน
B) ตะกอนดำของผงคาร์บอนที่มีอนุภาคนาโนเงิน

การเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับ
ศึกษาทฤษฎี ทบทวน สืบค้นเอกสาร	หาข้อมูลและศึกษาทฤษฎี ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สืบค้นข้อมูลและศึกษาทฤษฎี ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากฐานข้อมูล	สามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎี ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ออกแบบการทดลองต้นแบบ	ออกแบบการทดลองและทำการทดลองเบื้องต้น	ทดลองเบื้องต้น เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม	ได้การทดลองต้นแบบที่สามารถนำไปใช้สอนจริง
นำการทดลองใช้สอนจริงในห้องปฏิบัติเคมี	ทดลองการทดลองต้นแบบไปใช้สอนจริงในห้องปฏิบัติเคมี	ใช้สอนในชั่วโมงปฏิบัติเคมีอินทรีย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551	การทดลองต้นแบบสามารถนำไปสอนได้จริงในห้องปฏิบัติเคมีนักศึกษาให้การตอบสนองต่อการวิจัยเป็นอย่างดี
วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการวิจัยจากข้อมูล	วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการวิจัยจากข้อมูลที่ได้รับ	วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการวิจัยจากข้อมูลที่รวบรวมได้	ได้ผลการวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อนำไปเขียนรายงานการวิจัย

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ มีดังนี้

- ได้การทดลองใหม่เกี่ยวกับจลนศาสตร์เคมีจากเปลือกไข่เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในรูปแบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรื่อง จลนศาสตร์เคมี
- ได้การทดลองใหม่เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้สอน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี

รายงานการเงิน

ชื่อโครงการ การออกแบบและพัฒนาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน

ตารางที่ 2 การใช้จ่ายงบประมาณที่ได้รับ

รายการค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)
1.หมวดค่าตอบแทนผู้วิจัย (ไม่เกิน 20% โครงการ	
1.1 ค่าตอบแทนผู้วิจัย 9,000 บาท/โครงการ	9,000
2.หมวดค่าวัสดุ (แสดงรายละเอียด สารเคมี วัตถุดิบ เครื่องแก้ว อุปกรณ์เครื่องแก้ว ตำรา วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น)	
2.1 สารเคมี	7,110.9
2.2 อุปกรณ์เครื่องแก้ว	1,000
3.หมวดค่าเดินทางระหว่างปฏิบัติการในโครงการ	
3.1 จ้างเหมารถเพื่อการเดินทางระหว่างปฏิบัติการในโครงการ	5,000
4.หมวดค่าใช้สอย (แสดงรายละเอียด ค่าถ่ายเอกสาร-เข้ารูปเล่ม ค่าวัสดุในห้องปฏิบัติการ-สำนักงาน ค่าวัสดุโฆษณา-เผยแพร่ ค่าซ่อมแซม/บำรุงรักษาครุภัณฑ์ เป็นต้น)	
4.1 ค่าถ่ายเอกสาร-เข้ารูปเล่ม	1,979.6
4.2 ค่าวัสดุในห้องปฏิบัติการ-สำนักงาน	8,529.5
4.3 ค่าวัสดุโฆษณา-เผยแพร่	700
5.หมวดค่าจ้างวิเคราะห์/ทดสอบตัวอย่าง	
5.1 ค่าจ้างวิเคราะห์ภาพจุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอน	3,740
5.2 ค่าจ้างวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ	7,940
รวม	**45,000**

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล เสนอ ชัยรัมย์

(ภาษาอังกฤษ) Sanoe Chairam, Ph.D.

สถานที่ทำงาน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

85 ถ.สถลมาร์ค ต.เมืองศรีไค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

โทร 045-288379 โทรสาร 045-288379 Email: chairam019@yahoo.com

ตำแหน่งปัจจุบัน

พนักงานของรัฐ ตำแหน่ง อาจารย์

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี สาขาเคมี: BSc (Chemistry) มหาวิทยาอุบลราชธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู (ป. บัณฑิต สาขาเคมี) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต: Ph.D. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล

สาขาที่มีความชำนาญ

เคมีอนินทรีย์

วิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี)

ผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ และการเผยแพร่

Chairam, S.; Somsook, E.. Starch Vermicelli Template for Synthesis of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2008: 320, 2039–2043.

Chaicharoenwimolkul, L.; Munmai, A.; Chairam, S.; Tewasekson, U.; Sapudom, S.; Lakliang, Y.; Somsook, E. Effect of Stabilizing Ligands Bearing Ferrocene Moieities on the Gold Nanoparticle-Catalyzed Reactions of Arylboronic Acids. *Tetrahedron Letters*, 2008: 49, 7299-7302.

Chairam, S.; Poolperm, C.; Somsook, E. Starch vermicelli template-assisted synthesis of size- and shape-controlled nanoparticles. *Carbohydrate Polymer*, 2009: 75, 694-704.

Chairam, S.; Somsook, E.; Coll, R. K. Enhancing Thai Student Learning of Chemical Kinetics. *Research in Science and Technological Education*, 2009: 27, 95-115.

Mophan, N.; Chaicharoenwimolkul, L.; Jindabot, S.; Pongchan-O, C.; Pracha, S.; Chairam, S.; Tevasekson, U.; Somsook, E. Simple Activities to Understanding Enantioface Coordination and Stereochemical Controls of Metallocene-Catalyzed Propene Polymerization. *Chemical Educator*, 2010: 15, 32-35.