

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางแสง และสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของบิสเมททังสเตท (Bi_2WO_6) โดยกระบวนการตกตะกอนร่วมด้วยอุณหภูมิการเผาที่แตกต่างกัน

Studied of Physical, Optical and Photocatalytic Properties of Bi_2WO_6 Particles Prepared via Co-precipitation Method with Different Calcination Temperatures

เพ็ญพิชชา นรสิงห์^{1*} วิวรรณฤดี บัวทอง¹ พลากร ทองแก้ว¹ นรินทร์ สุขกรี¹ วัชรกร ศรีคำ¹ และธนพนธ์ กาญจนสาธิต²

Penpitcha Norrasing^{1*}, Wiwanrudee Buathong¹, Phalakon Thongkaew¹, Narin Sukkree¹, Watcharakorn Srikom¹ and Thanaphon Kansa-ard²

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

¹Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Suratthani

²สาขาวัสดุนาโน วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

²Program in Nanomaterial, College of Nanotechnology KMITL, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

*Corresponding author e-mail: penpitcha501@gmail.com

(Received: October 24, 2020, Revised: November 16, 2020, Accepted: December 31, 2020)

บทคัดย่อ

ได้ทำการสังเคราะห์บิสเมททังสเตท (Bi_2WO_6) ด้วยกระบวนการตกตะกอนร่วมที่ค่าพีเอชเท่ากับ 7 แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ได้แก่ 200, 400, 600 และ 800 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง โดยโครงสร้างทางกายภาพของบิสเมททังสเตทสามารถตรวจสอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ กล่าวคือ XRD, DTA, TGA และ FTIR นอกจากนี้ มีการศึกษาสมบัติทางแสงและสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งผลการศึกษา พบว่า สารตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการเผาภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยแสดงโครงสร้างผลึกหลักแบบออร์โธโรมบิกในส่วนหลักและผลึกในส่วนรอง นอกจากนี้บิสเมททังสเตทสังเคราะห์ที่เตรียมด้วยกระบวนการตกตะกอนร่วมและเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสนั้น ได้แสดงประสิทธิภาพในการสลายสารอินทรีย์สีย้อมโรดามีน บี (RhB) ได้ดีที่สุดในแง่ของการฉายแสงชนิดที่ตามองเห็นเป็นเวลา 180 นาที ซึ่งสามารถทำการย่อยสลายสีย้อมทดสอบได้ 89.22 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: บิสเมททังสเตท ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง กระบวนการตกตะกอนร่วม

Abstracts

Bismuth tungstate (Bi_2WO_6) samples were prepared via co-precipitation method at pH 7 medium solution and calcination temperatures of 200, 400, 600 and 800°C for 5 hours. The structure of bismuth tungstate could analyze by XRD, DTA, TGA, and FTIR techniques. In addition, we were studies photocatalytic properties. In this research, we found that the calcined of bismuth tungstate was showed the orthorhombic phase for the majority phase and the tetragonal crystal structure for the minor phase. In addition, the synthesis of bismuth tungstate that was prepared via the co-precipitation method and sintering of samples at 200°C was showed the highest efficiency for 89.22% degradation of Rhodamine B solution within 180 min visible-light irradiation.

Keywords: Bismuth tungstate, photocatalytic, co-precipitation

บทนำ

ในยุคปัจจุบันปัญหาทางสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เช่น ปัญหามลภาวะทางน้ำ มลภาวะทางอากาศ เป็นต้น โดยนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยกำลังศึกษาวิธีการที่จะลดมลภาวะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งจากภาคอุตสาหกรรมหรือภาคครัวเรือน การกำจัดสารอินทรีย์ที่เป็นพิษจากอุตสาหกรรมและการเลือกใช้วัสดุตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงจำพวกโลหะออกไซด์นั้น เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และสารที่ใช้ส่งผลกระทบน้อยต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมา นักวิจัยได้มุ่งเน้นการพัฒนาหรือการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของโลหะออกไซด์ [1] นั่นคือ บิสมัททังสเตท ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ชนิด N-type ซึ่งมีช่องว่างระหว่างแถบพลังงาน 2.8 อิเล็กตรอนโวลต์ และมีการใช้งานที่มีศักยภาพในวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ การแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ และการเร่งปฏิกิริยา นอกจากนี้ ยังพบว่า Bi_2WO_6 สามารถทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่เสถียรสำหรับการย่อยสลายตัวทางเคมีของสารปนเปื้อนอินทรีย์ภายใต้การฉายแสงที่มองเห็นได้ [2] โดยในการสังเคราะห์บิสมัททังสเตทได้มีผู้วิจัย ดังนี้ ภัทรานิษฐ์ ดำรงโรจน์ธน [3] ได้ทำการสังเคราะห์บิสมัททังสเตทและบิสมัทโมลิบเดตโครงสร้างนาโนด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล และซอลโวเทอร์มอลได้สำเร็จในสภาวะที่แตกต่างกัน โดยได้ศึกษาผลของความเป็นกรดต่อการสังเคราะห์บิสมัททังสเตทรูปร่างคล้ายดอกไม้ อุณหภูมิ และเวลาต่อโครงสร้างผลึก และสัมมนาวิทยาของบิสมัทโมลิบเดตโครงสร้างนาโน นอกจากนี้ ยังได้มีการศึกษาและสังเคราะห์บิสมัททังสเตทด้วยกระบวนการโฟโตแคตาไลติก โดยใช้วิธีไฮโดรเทอร์มอลอีกด้วย [4,7]

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจจะทำการสังเคราะห์วัสดุอนุภาคนาโน Bi_2WO_6 โดยกระบวนการตกตะกอนร่วม เนื่องจาก Pooja และ Dipali [5] ได้ทำการศึกษาอนุภาคนาโนนิกเกิลออกไซด์ที่ถูกสังเคราะห์โดยกระบวนการตกตะกอนร่วม ซึ่งวิธีการสังเคราะห์นี้ง่ายและคุ้มค่าและเป็นประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงจุดเด่นของกระบวนการตกตะกอนร่วมดังกล่าว โดยจะทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในการเผาของผงบิสมัททังสเตทที่อุณหภูมิต่างกัน โดยทำการศึกษาการเผาที่อุณหภูมิ 200, 400, 600 และ 800 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ตลอดจนศึกษาสมบัติทางแสง และสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง เนื่องจากมีงานวิจัยของ Xiang [2] พบว่า บิสมัททังสเตทสามารถทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่เสถียรสำหรับการย่อยสลายตัวทางเคมีของสารปนเปื้อนอินทรีย์ภายใต้การฉายแสงที่มองเห็นได้ ซึ่งเป็นประเด็นที่ผู้วิจัยสนใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการเตรียมอนุภาคนาโนบิสมัททังสเตทที่เตรียมโดยกระบวนการตกตะกอนร่วม และผลกระทบบของอุณหภูมิในการเผาที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางแสง และสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของโลหะออกไซด์บิสมัททังสเตท ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่เสถียรสำหรับการย่อยสลายตัวทางเคมีของสารปนเปื้อนอินทรีย์ภายใต้การฉายแสงที่มองเห็น ที่เตรียมโดยกระบวนการตกตะกอนร่วม

การดำเนินงานวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย

เตรียมสารละลายในการทำบิสมัททังสเตท โดยการตวงน้ำป้อนต่อปริมาตร 90 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ ด้วยกระบอกตวงแล้วเทลงในบีกเกอร์ ซึ่งเตรียมไว้ 2 บีกเกอร์ จากนั้น ชั่งสารบิสมัทไนเตรท ปริมาณ 4.85 กรัม และโซเดียมทังสเตทปริมาณ 1.65 กรัม ซึ่งสารทั้งคู่มีลักษณะเป็นผง จากนั้น เทสารลงในบีกเกอร์โดยแยกผสมในแต่ละบีกเกอร์ที่เตรียมไว้แล้วใส่แท่งแม่เหล็กกวนสาร จากนั้น ปั่นกวนสารทั้งสองบีกเกอร์เพื่อให้สารละลายเข้าด้วยกัน ประมาณ 10 นาทีจนเกิดสารละลายสีใส จากนั้น เทสารละลายทั้งสองชนิดผสมกัน แล้วทำการปั่นกวนให้สารละลายทั้งสองชนิดให้เป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน วัดค่า pH ของสารละลายโดยกระดาษลิตมัส จากนั้น นำสารละลายที่ได้มาปรับค่าพีเอช

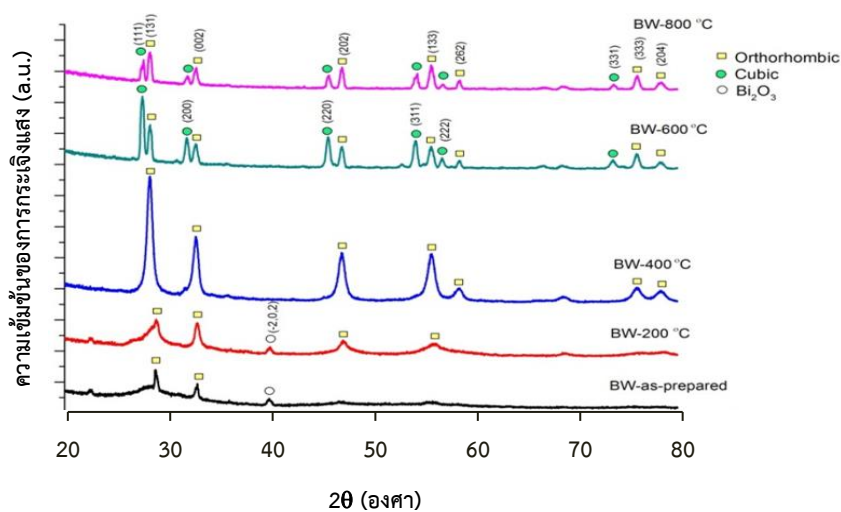
ด้วยสารละลายแอมโมเนีย จนปรากฏค่า pH เท่ากับ 7 แล้วทำการปั่นกวนสารละลายไว้โดยควบคุม pH [6] ให้อยู่ที่ระดับ 7 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้น นำสารละลายที่ได้มาวัดค่า pH และปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟรอยด์ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จากนั้น เทน้ำด้านบนออกนำตะกอนมาล้างด้วยน้ำปลอดประจุ โดยเติมน้ำปลอดประจุลงในบีกเกอร์เดิม นำไปปั่นกวนเป็นเวลา 10 นาที จากนั้น นำสารที่ได้ปิดด้วยฟรอยด์และตั้งให้ตกตะกอนอีกครั้ง เมื่อได้ตะกอนแล้วให้เทน้ำด้านบนออก ปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟรอยด์และเจาะรู แล้วนำตะกอนที่ได้ไปอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อตะกอนแห้งแล้วนำตะกอนมาบดให้เป็นผงละเอียดด้วยโกร่งบดสาร และเมื่อได้เป็นผงแล้วนำมาใส่ในขวดสีชา เพื่อนำไปวิเคราะห์หา ลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของอนุภาคที่เตรียมได้ นำผงบดทั้งหมดที่ได้แบ่งใส่ในถ้วยครุชชีเบลแล้วเผาที่อุณหภูมิ 200, 400, 600 และ 800 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อเผาเสร็จ นำผงที่ได้มาใส่ในขวดสีชาแล้วนำไปศึกษาหา ลักษณะเฉพาะด้วยเทคนิค XRD, TGA, Particle Size Analysis และ FTIR

2. การศึกษาสมบัติการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (photocatalytic activity)

นำสีย้อมตัวอย่างโรดามีน บี (Rhodamine B) ค่าความเข้มข้นของสีย้อม 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำปลอดประจุ ปริมาณ 100 มิลลิลิตร จากนั้น ปั่นกวนสารละลายจนกว่าสารละลายจะผสมเข้ากัน แล้วเก็บสารตัวอย่าง RhB ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองและปิดฝา ชั่งสารบดทั้งหมดที่สังเคราะห์ได้ ปริมาณ 0.1 กรัม เติมน้ำในสารละลาย RhB ปั่นกวนเป็นเวลา 20 นาที ในที่มืด จากนั้น นำสารผสมโดยมีปริมาณแต่ละชุด ชุดละ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้น ทำการฉายแสงในช่วงที่ตามองเห็นภายใต้การปั่นกวน ณ อุณหภูมิห้องจากนั้นเก็บสารตัวอย่างทุก ๆ 15 นาที แล้วเก็บสารตัวอย่างจนครบ 3 ชั่วโมง โดยเก็บสารตัวอย่างครั้งละ 5 มิลลิลิตร จากนั้น ทำการแยกตะกอนจากสารละลายด้วยวิธีหมุนเหวี่ยง (centrifuge) เป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที และนำไปวัดความเข้มข้นของสารเพื่อทดสอบอินทรีย์โรดามีน บีด้วยวัดค่าการดูดซับคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร โดยใช้ UV-Vis spectrometer จากนั้น ทำการทดลองซ้ำ โดยการเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่เตรียมที่อุณหภูมิการเผา 200, 400, 600 และ 800 องศาเซลเซียส

ผลการวิจัย

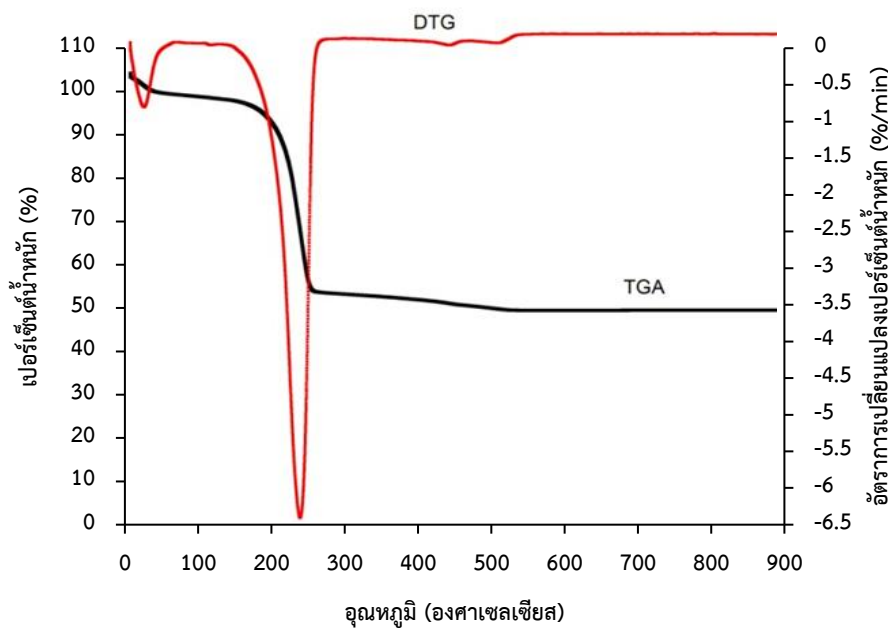
1. ผลการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction หรือ XRD)



ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกจากการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของผงบดทั้งหมดที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

จากภาพที่ 1 เป็นผลการทดลองจากเครื่องมือ X-ray diffractometer พบว่าพีคการเลี้ยวเบนของบิสมัททังสเตท Bi_2WO_6 มีโครงสร้างหลักแบบออร์โธโรมบิก ถูกอ้างอิงด้วยข้อมูลมาตรฐาน JCPDS 39-0256 เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีพีคแปลกปลอมปรากฏขึ้น คือ บิสมัทออกไซด์ (Bi_2O_3) แต่เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ก็ไม่พบพีคที่บ่งบอกถึงสารเจือปน และพบว่ามีพีคใหม่ปรากฏขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาเป็น 600 และ 800 องศาเซลเซียส พีคใหม่ที่พบมีโครงสร้างแบบคิวบิก ถูกอ้างอิงด้วยข้อมูลมาตรฐาน JCPDS 27-0052 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการเผามีผลต่อการเกิดผลึกของ (Bi_2WO_6)

2. ผลการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน (Thermal Gravity Analysis: TGA)

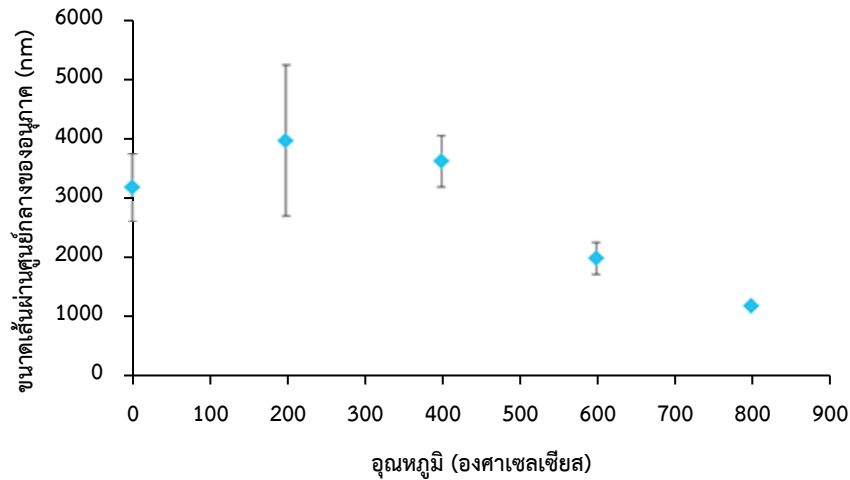


ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน TGA ของผงบิสมัททังสเตท

จากภาพที่ 2 เป็นผลที่ได้จากอุปกรณ์ Thermogravimetric Analyzer ซึ่งแสดงการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน TGA และแสดงการเปลี่ยนแปลงมวล โดยพล็อตระหว่างน้ำหนัก (%) และอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ส่วน DTG เป็นการพล็อตอัตราการสูญเสียมวลเทียบกับเวลา ($\%/min$) และอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ของสารตัวอย่างบิสมัททังสเตท (Bi_2WO_6) เห็นได้ว่า มีการสูญเสียน้ำหนัก 2 ช่วง คือ ช่วงอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของน้ำ และความชื้นที่อยู่ในเนื้อสาร อีกช่วงคือที่อุณหภูมิ 243 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของบิสมัทไฮดรอกไซด์ ($\text{Bi}_2\text{O}_2(\text{OH})_2$) และเห็นได้ว่า ตั้งแต่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ได้เกิดการก่อตัวของบิสมัททังสเตทที่สมบูรณ์

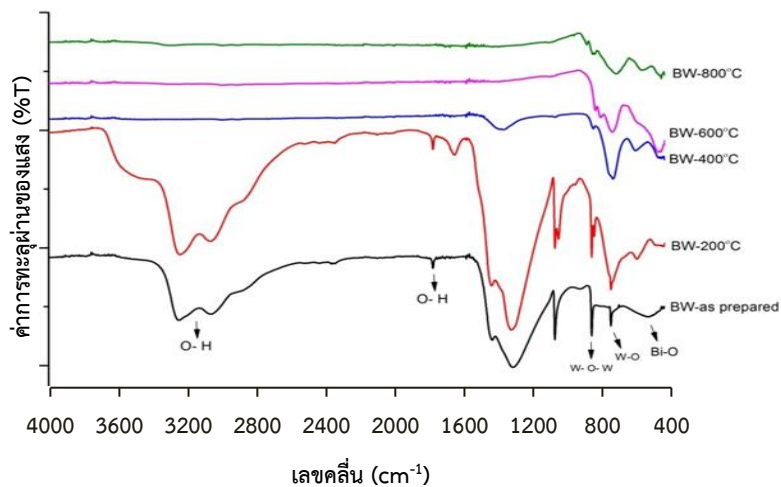
3. ผลการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาค ด้วย เครื่องวัดขนาดอนุภาค (Particle size analyzer)

จากภาพที่ 3 เป็นผลที่ได้จากอุปกรณ์ Particle size analyzer จากการทดลองพบว่าในการเผา อนุภาคเกิดการสลายตัวและเกิดการแตกตัวเป็นผงบิสมัททังสเตท (Bi_2WO_6) เมื่อดูจากกราฟ XRD ที่อุณหภูมิ 250-500 องศาเซลเซียส มีโครงสร้างผลึกแบบออร์โธโรมบิก ซึ่งมีขนาดประมาณ 3800 นาโนเมตร ซึ่งเห็นได้ว่ามีขนาดใหญ่ที่สุด เมื่อเผาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 600-800 องศาเซลเซียส เกิดเป็นโครงสร้างออร์โธโรมบิก และคิวบิกหรืออาจจะมึบิสมัทออกไซด์ปนเปื้อนอยู่ ซึ่ง



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคของผงบิสมีททั้งหมดที่ผ่านการเผาอุณหภูมิแตกต่างกัน เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

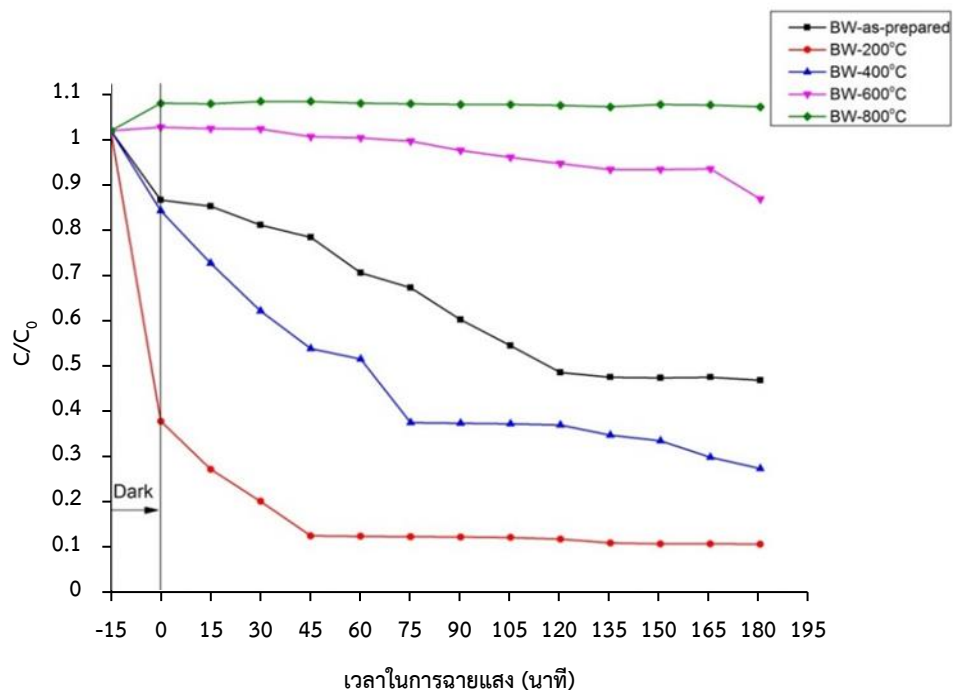
4. ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมเพื่อตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันหรือพันธะด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy; FTIR)



ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์จำแนกพันธะเคมีหรือหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของผงบิสมีททั้งหมดที่ผ่านการเผาอุณหภูมิแตกต่างกันเป็นเวลา 5 ชั่วโมงด้วยเทคนิค FTIR

เห็นได้ว่า เมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น ขนาดของอนุภาคก็จะเล็กลง ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของบิสมีทไฮดรอกไซด์ จากภาพที่ 4 พบพีคที่ปรากฏที่เลขคลื่นเท่ากับ 488, 713 และ 823 ต่อเซนติเมตร ซึ่งสัมพันธ์กับการสั่นของหมู่ Bi-O, W-O และ W-O-W ตามลำดับ และยังพบพีคที่ปรากฏที่เลขคลื่นเท่ากับ 1759, 3042 และ 3212 ต่อเซนติเมตร ซึ่งสัมพันธ์กับการสั่นของหมู่ O-H ซึ่งเป็นน้ำที่ผิวหรือเป็นน้ำในโมเลกุลที่อยู่ในบิสมีทไฮดรอกไซด์

5. ผลการวิเคราะห์สมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงของบิสมีททั้งหมดในการสลายสารละลายโรดามีน บี ภายใต้แสงที่ตามองเห็น



ภาพที่ 5 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารโรดามีน บี ภายใต้การฉายแสงที่มองเห็นได้ของผงบิสมัททั้งสเตรทที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิที่ต่างกัน

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารโรดามีน บี ภายใต้การฉายแสงเป็นเวลา 180 นาที

สารตัวอย่าง (°C)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (C ₀)	ความเข้มข้นที่เวลา 180 นาที (C)	C / C ₀	การย่อยสลาย (%)
200	1.169	0.126	0.108	89.22
400	1.137	0.308	0.271	72.91
600	1.246	1.062	0.852	14.77
800	1.151	1.21	1.051	5.613

ในการทดลองการย่อยสลายสารโรดามีน บี โดยทดลอง ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงผลการทดลองดังภาพที่ 5 และตารางที่ 1 พบว่า ตัวอย่างบิสมัททั้งสเตรทที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 200 และ 400 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถย่อยสลายสารโรดามีน บี ได้สูงที่สุดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เกิดจากการดูดซับของบิสมัทไฮดรอกไซด์ เมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 600 และ 800 องศาเซลเซียส ได้แสดงถึงประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารโรดามีน บี ที่ต่ำลง ภายในระยะเวลา 180 นาที เนื่องจาก 2 ตัวอย่างนี้ มีเฟสแปลกปลอมขึ้นมาในขณะที่เผาอุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยอ้างอิงจากกราฟ XRD จึงทำให้พื้นที่ผิวลดต่ำลง ส่งผลให้พื้นที่ในการเกิดปฏิกิริยาเชิงแสงลดลงด้วยเช่นเดียวกัน พบว่าที่อุณหภูมิการเผาที่ 200 องศาเซลเซียส

ได้แสดงประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารโรดามีน บี ได้ดีที่สุด เนื่องจากมีความเป็นผลึกที่สมบูรณ์ มีขนาดที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยในการเกิดปฏิกิริยาด้วยแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางแสง และสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของบิสมาททังสเตท (Bi_2WO_6) ด้วยกระบวนการตกตะกอนร่วม ภายใต้การเผาที่อุณหภูมิ 200, 400, 600 และ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง สรุปได้ว่า จากรูปแบบ XRD มีโครงสร้างผลึกแบบออร์โธโรมบิก และหลังจากการเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น มีโครงสร้างแปลกปลอมคือ แบบคิวบิก เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อนด้วย TGA พบการสูญเสียน้ำหนัก 2 ช่วง มีการสูญเสียน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของน้ำ และอีกช่วงมีการสูญเสียน้ำหนักถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของบิสมาทไฮดรอกไซด์ ($\text{Bi}_2\text{O}_2(\text{OH})_2$) เมื่อนำมาวิเคราะห์หาขนาดของอนุภาค พบว่า อนุภาคเกิดการสลายตัวและเกิดการแตกตัวเป็นบิสมาททังสเตท ซึ่งมีขนาดประมาณ 3500 นาโนเมตร ซึ่งเห็นได้ว่ามีขนาดใหญ่ที่สุด โดยเห็นได้ว่า เมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น ขนาดของอนุภาคก็จะเล็กลง ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของบิสมาทไฮดรอกไซด์ และการวิเคราะห์สเปกตรัมเพื่อตรวจสอบหาหมู่ฟังก์ชันหรือพันธะเคมีด้วย FTIR พบพีกที่เป็นการสั่นของหมู่ Bi-O, W-O และ W-O-W ตามลำดับ และยังพบพีกที่เป็นการสั่นของหมู่ O-H ซึ่งเป็นน้ำที่ผิวหรือเป็นน้ำโมเลกุลที่อยู่ใน $\text{Bi}_2\text{O}_2(\text{OH})_2$ และจากการศึกษาสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของบิสมาททังสเตท โดยในการทดลองการย่อยสลายสารโรดามีน บี โดยทดลอง ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ที่อุณหภูมิการเผา 200 องศาเซลเซียส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคที่ 3800 nm ซึ่งเป็นขนาดอนุภาคที่ใหญ่ที่สุด และได้แสดงประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารโรดามีน บี ได้ดีที่สุด ภายใต้การฉายแสงเป็นเวลา 180 นาที จากงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาสารที่กำจัดสารอินทรีย์ที่เป็นพิษจากอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ในอนาคต ควรจะวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Diffused Reflectance Spectroscopy หรือ DRS เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าแถบช่องว่างพลังงาน (E_g) ด้วย
2. ควรจะวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Field Emission Scanning Electron Microscope หรือ FE-SEM เพื่อดูขนาดและรูปร่างของอนุภาคเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- [1] สิทธิกร จรจนะ, “การสังเคราะห์และการหาลักษณะเฉพาะของตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสงของวัสดุผสมสารประกอบเงิน บิสมาทโมลิบเดตและสมบัติตัวเร่งปฏิกิริยาทางแสง,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2559.
- [2] J. Y. Xiang, J. P. Tu, L. Zhang, Y. Zhou, X. L. Wang, S. J. Shi, “Self-assembled synthesis of hierarchical nanostructured CuO with various morphologies and their application as anodes for lithium ion batteries,” *Journal of Power Sources*, vol. 195, no. 1, pp. 313-319, 2010.
- [3] ภัทธานิชฐ์ ดำรงโรจน์ธนต์, “การสังเคราะห์และการหาลักษณะเฉพาะของโครงสร้างนาโนบิสมาททังสเตทและโมลิบเดตเพื่อการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง,” ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเคมี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2558.
- [4] Y. Yang, J. Cui, H. Jin, F. Cao, “A three-dimensional (3D) structured Bi_2WO_6 -palygorskite composite and their enhanced visible light photocatalytic property,” *Separation and Purification Technology*, vol. 205, pp. 130-139, 2018.

- [5] P. Khandagale and D. Shinde, "Synthesis & characterization of nickel oxide nanoparticles by using co-precipitation method," *Int. J. Adv. Res.*, vol. 5, no. 5, pp. 1333-1338, 2017.
- [6] A. Phuruangrat, A. Maneechote, P. Dumrongrojthanath, N. Ekthammathat, S. Thongtem and T. Thongtem, "Effect of pH on visible-light-driven Bi_2WO_6 nanostructured catalyst synthesized by hydrothermal method," *Superlattices and Microstructures*, vol. 78, pp. 106-115, 2015.
- [7] Y. Tian, G. Hua, W. Xu, N. Li, M. Fang and L. Zhang, "Bismuth tungstate nano/microstructures: Controllable morphologies, growth mechanism and photocatalytic properties," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 509, pp. 724–730, 2011.