

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

ปัจจุบันสารกลุ่มโลหะฟอสเฟตได้รับความสนใจและมีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง เพราะสารกลุ่มนี้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผงสี ตัวแลกเปลี่ยนไอออน เซลล์เชื้อเพลิง สารชักล้าง สารเติมแต่งในอาหาร สีเคลือบผิววัสดุเซรามิกหรือโลหะเพื่อป้องกันการกัดกร่อน ใช้เป็นปุ๋ย รวมถึงการประยุกต์ใช้งานด้านอื่นๆ[1] ซึ่งสารกลุ่มโลหะฟอสเฟตถือเป็นสารในกลุ่มที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และมีประโยชน์ทางอ้อมเมื่อสารกลุ่มนี้ถูกทิ้งหรือปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมก็สามารถให้ธาตุอาหารกับพืชต่างๆ การใช้โลหะฟอสเฟตเป็นสารให้สีนั้นมีข้อได้เปรียบ คือ จะมีเสถียรภาพทั้งในด้านความร้อนและสภาพทางเคมี เช่น ทนต่อความเป็นกรดหรือเบส สูงกว่าการใช้สารที่ให้สีประเภทอื่นๆ นอกจากนี้โลหะแต่ละชนิดยังให้เฉดสีที่แตกต่างกัน[2] ทำให้สามารถเลือกผสมโลหะแต่ละชนิดเข้าด้วยกันได้เพื่อให้ได้เฉดสีตามที่ต้องการได้ สารประกอบกลุ่มโลหะฟอสเฟตนั้น มีที่มาอยู่ 2 แหล่ง คือ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เรียกว่า แร่ธาตุกลุ่มฟอสเฟต โดยเกิดขึ้นผ่านกระบวนการตามธรรมชาติที่ต้องใช้เวลาและสภาวะที่เหมาะสม โดยการตกตะกอนเกิดจากฟอสฟอรัสที่มาจากปุ๋ยฟอสเฟตกับโลหะที่เป็นจุลธาตุอาหารของพืช สารประกอบโลหะฟอสเฟตที่เกิดขึ้นนี้ค่อนข้างจะมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยหรือแทบจะไม่ละลายน้ำเลย จึงก่อให้เกิดปัญหาทำให้ดินจับกันแน่นแข็ง พืชไม่สามารถดูดซับธาตุ ฟอสฟอรัสและโลหะที่เป็นจุลธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ เมื่อเกิดการตกตะกอนของโลหะฟอสเฟตนี้ ก็จะส่งผลทำให้เกิดปัญหาของการเสื่อมโทรมของดิน ที่มาของโลหะฟอสเฟตแหล่งที่สองนั้น มาจากการเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ วิธีการเตรียมก็มีอยู่หลายวิธี อาทิเช่น การเตรียมด้วยวิธีการตกตะกอน (precipitation) การตกตะกอนร่วม (co-precipitation) แบบไฮโดรเทอร์มอล (hydrothermal synthesis) การสังเคราะห์สารแบบ โซลเจล (sol gel method) และวิธีอื่น ๆ โดยพบว่า สารประกอบฟอสเฟตถูกแบ่งออกตามโครงสร้างหน่วยย่อยของฟอสเฟต คือ PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ และ $\text{P}_4\text{O}_{12}^{4-}$ เป็นต้น โดยสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงภาพโครงสร้างของหน่วยย่อยตามความเสถียรที่ขึ้นกับสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของสารตั้งต้นแต่ละตัว ทำให้ความหลากหลายของการใช้งานของสารในกลุ่มฟอสเฟตเพิ่มสูงมากขึ้น ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้เกิดความสนใจในการสังเคราะห์สารโลหะฟอสเฟตที่อยู่ในภาพแบบหนึ่งก่อน จากนั้นใช้ความร้อนในการทำให้สารกลุ่มที่สังเคราะห์ได้เกิดการสลายตัวกลายเป็นสารโลหะฟอสเฟตอีกภาพแบบหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ในการสังเคราะห์สารในกลุ่มโลหะฟอสเฟตก็มียานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารในกลุ่มนี้ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเป็นอย่างมากแต่ส่วนใหญ่เป็น

วิธีการที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน โครงการนี้จึงพยายามศึกษาหาวิธีสังเคราะห์สารโลหะฟอสเฟตดังกล่าวด้วยวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว และประหยัดพร้อมกันนั้นกระบวนการเตรียมต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารโลหะฟอสเฟตที่สังเคราะห์ได้ในสภาวะที่แตกต่างกันก็ได้ถูกรายงานในโครงการนี้ด้วย

โดยในโครงการนี้จะสังเคราะห์โคบอลต์ (II) คอปเปอร์ (II) ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ เมื่อ $x = 0.0, 0.5$ และ 1.0) และโคบอลต์ (II) คอปเปอร์ (II) ไพโรฟอสเฟต ($\text{Co}_{2-y}\text{Cu}_y\text{P}_2\text{O}_7$ เมื่อ $y = 0.0, 1.0$ และ 2.0) โดยในขั้นตอนแรกจะสังเคราะห์โลหะฟอสเฟตกลุ่มแรกก่อน ($\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) จากนั้นนำสารที่สังเคราะห์ได้ไปเผาที่อุณหภูมิในช่วงที่เกิดการสลายตัว ก็จะได้สารโลหะฟอสเฟตกลุ่มที่สอง ($\text{Co}_{2-y}\text{Cu}_y\text{P}_2\text{O}_7$) จากนั้นทำการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารที่ได้ทั้งหมด

1.2 วัตถุประสงค์

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการเตรียมสารในกลุ่มโลหะฟอสเฟต คือ โคบอลต์ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), คอปเปอร์ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) และศึกษาพฤติกรรมทางความร้อนจากการสลายตัวจนได้สารกลุ่มใหม่อีกชนิดหนึ่ง คือ สารกลุ่มโลหะไพโรฟอสเฟต ($\text{Co}_{2-y}\text{Cu}_y\text{P}_2\text{O}_7$ เมื่อ $y = 0.0, 1.0$ และ 2.0) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงแบ่งวัตถุประสงค์ออกเป็น 4 ข้อ คือ

1.2.1 สังเคราะห์โคบอลต์ (II) ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต และ คอปเปอร์ (II) ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต โดยวิธีการตกตะกอนที่ง่ายและรวดเร็ว จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 700°C เพื่อให้ได้สารอนุพันธ์ทางความร้อน คือ โคบอลต์ไพโรฟอสเฟต และ คอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต

1.2.2 ศึกษาพฤติกรรมการสลายตัวทางความร้อนของโคบอลต์ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) กลายเป็นโคบอลต์ไพโรฟอสเฟต และการสลายตัวทางความร้อนของคอปเปอร์ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) กลายเป็นคอปเปอร์ไพโรฟอสเฟตด้วยเทคนิควิเคราะห์ทางความร้อนโดยวัดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน (Differential Scanning Calorimetry)

1.2.3 ตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารที่สังเคราะห์ได้ทั้งหมดด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM)

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 สังเคราะห์ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}_x\text{P}_2\text{O}_7$ และ $\text{Cu}_y\text{P}_2\text{O}_7$ ด้วยวิธีการตกตะกอนที่ง่าย และรวดเร็วโดยศึกษาสภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยชนิดของสารตั้งต้น ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ค่าพีเอช ($\text{pH} = 6$) และสารปรับพีเอช (NaOH)

1.3.2 ศึกษาพฤติกรรมทางความร้อน ช่วงอุณหภูมิของการสลายตัวจาก $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ไปเป็น $\text{Co}_x\text{P}_2\text{O}_7$ และ $\text{Cu}_y\text{P}_2\text{O}_7$ ตามลำดับ ด้วย DSC โดยการนำสารกลุ่มนี้ไปเผาเพื่อให้ได้สารกลุ่มไพโรฟอสเฟต

1.3.3 ศึกษาสมบัติของสารที่สังเคราะห์ได้ ทั้งสมบัติทางด้านเคมี เช่น ภาพแบบของการสั่นของสาร รวมถึงองค์ประกอบของธาตุ และสมบัติทางด้านกายภาพ เช่น พฤติกรรมทางความร้อน และลักษณะพื้นฐานวิทยา

1.4 แผนการดำเนินงาน

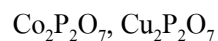
เดือน ขั้นตอน	2553							2554		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาหาข้อมูล ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←→									
2. ออกแบบการทดลองพร้อมจัดซื้ออุปกรณ์ และสารเคมี			←→							
3. ทำการสังเคราะห์สาร			←→							
4. ตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารที่สังเคราะห์ได้ทั้งหมดด้วยเทคนิคต่างๆ							←→			
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปและรายงานผลการทดลอง									←→	

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้

เมื่องานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ คาดว่าจะได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.5.1 ได้สารทั้งหมด 4 ตัว คือ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ พร้อมกับสภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการสังเคราะห์ เช่น สารตั้งต้น ค่าพีเอช ชนิดของตัวปรับพีเอช และอุณหภูมิหรือเวลาที่ใช้ในการเผาเพื่อให้ได้สารไพโรฟอสเฟต

1.5.2 ได้สัดส่วนขององค์ประกอบของสารทั้ง 4 ตัว คือ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$,



1.5.3 ได้ภาพแบบพฤติกรรมทางความร้อนของสารที่สังเคราะห์ได้ทั้งหมด

1.5.4 ได้ภาพแบบการสั่นของสารที่ประกอบด้วย HPO_4^- กับ H_2O และ $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ และสามารถจำแนก

ระบบโครงสร้างของผลึก รวมถึงทราบลักษณะสัณฐานวิทยาของสารที่สังเคราะห์ได้ทั้งหมด

จากข้อมูลต่างๆที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ ในอนาคตน่าจะมีโอกาสถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเลือกใช้สารที่ศึกษานี้ เพื่อใช้ประโยชน์ทั้งระดับภาคการศึกษาและระดับอุตสาหกรรมต่อไป