บทที่ 1
บทนำ

จากงานวิจัยภายใต้หัวข้อเรื่อง “ การสังเคราะห์และการหาลักษณะเฉพาะของสารประกอบที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหลัก(Synthesis and Characterization on zinc phosphate based compounds” คณะผู้ทำวิจัยได้แบ่งรายละเอียดของเนื้อเพื่อนำเสนอจัดทำเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ประกอบด้วย เนื้อหา 5 บท ได้แก่ บทที่ 1 บทนำ บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/การทบทวนวรรณกรรม บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย บทที่ 4 ผลการวิจัย และสุดท้าย บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ รายละเอียดในแต่ละบทจะประกอบด้วยหัวข้อย่อยที่เกี่ยวข้อง และในส่วนของบทที่ 1 ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ คือ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย สมมุติฐานงานวิจัย กรอบแนวความคิดในการวิจัย คำสำคัญของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ นิยามศัพท์เฉพาะ โดยเนื้อเหล่านี้จะถูกกล่าวถึงดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน สารประกอบในกลุ่มของซิงค์ฟอสเฟตและที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสารประกอบกลุ่มนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมในประเภทต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย อาทิ เช่น เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารเคลือบผิวโลหะเพื่อป้องกันการกัดกร่อน เม็ดสีในอุตสาหกรรมเซรามิก ปุ๋ยชนิดพิเศษที่มีทั้งธาตุอาหารหลักคือ ธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและไนโตรเจน (ในกรณีที่มีองค์ประกอบเป็นโพแทสเซียมและแอมโมเนียมไอออน ตามลำดับ) และธาตุอาหารรอง คือ โลหะชนิดต่างๆ เช่น แมกนีเซียม Mg, แคลเซียม Ca, เหล็ก Fe, สังกะสี Zn, แมงกานีส Mg, ทองแดง Cu, โคบอล Co เป็นต้น (ในกรณีที่มีองค์ประกอบของโลหะนั้น ๆ) เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืช โดยสารเหล่านี้ จะมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้า ๆ โดยค่อย ๆ ละลายน้ำ ตามระยะเวลาที่เปลี่ยนไปเรื่อย ๆ โดยไม่ถูกชะล้างไปกับสถานการณ์ที่น้ำหลาก ทำให้พืชค่อย ๆ ดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้ที่ปลดปล่อยออกมาได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อาทิ เช่น ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดที่สามารถนำกลับมาบรรจุไฟฟ้าใหม่ได้ (rechargeable batteries) เช่น แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน เป็นต้น ซึ่งนำมาทดแทนเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดที่มีแคดเมียมหรือตะกั่วเป็นองค์ประกอบซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและยากต่อการกำจัด ซึ่งตรงกันข้ามกับสารในกลุ่มโลหะฟอสเฟตที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า เริ่มตั้งแต่ของเสียจากกระบวนการการ

สังเคราะห์สารและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้ว สามารถที่จะกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อมด้วยกลไกทางธรรมชาติ สลายตัวเป็นปุ๋ยฟอสเฟตและจุลธาตุอาหารของพืชได้โดยไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนี้ยังมีสมบัติคงทนต่อการสึกกร่อน ให้พลังงานสม่ำเสมอและมีราคาค่อนข้างถูกอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้น แบตเตอรี่เหล่านี้ยังสามารถควบคุมความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ เพียงแต่เปลี่ยนชนิดหรือปริมาณของโลหะที่อยู่ในสารประกอบนั่นเอง อาทิ เช่น ซิงค์คอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต ($ZnCuP_2O_7$) ลิเทียมซิงค์ฟอสเฟต ($LiZnPO_4$) ลิเทียมไอรอนฟอสเฟต ($LiFePO_4$) ลิเทียมแมงกานีสฟอสเฟต ($LiMnPO_4$) ลิเทียมโคบอลฟอสเฟต ($LiCoPO_4$) และลิเทียมนิเกิลฟอสเฟต ($LiNiPO_4$) เป็นต้น ดังนั้น จึงสามารถเลือกแบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ตามความเหมาะสมในอุปกรณ์แต่ละชนิดได้ และเมื่อไม่นานมานี้ สารกลุ่มนี้ยังได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นแบตเตอรี่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ระบบไฮบริดจ์ เนื่องจากมีความคงสภาพได้ในสภาวะอุณหภูมิสูงในรถยนต์ได้ดี นอกจากนี้สารในกลุ่มของ $Zn(H_2PO_4)_2$ $ZnHPO_4$ และ $Zn_3(PO_4)_2$ ยังได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผิวเพื่อเป็นฉนวนไฟฟ้า เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น แผงวงจรไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทรานฟอร์มเมอร์ เป็นต้น เนื่องจากสารเหล่านี้มีความต้านทานไฟฟ้าสูง เป็นฉนวนที่ดี คงทนต่อการสึกกร่อนและคงสภาพต่อการใช้งานที่ภาวะอุณหภูมิสูงและกระบวนการเคลือบมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากและใช้อุณหภูมิต่ำทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า สารกลุ่มของซิงค์ฟอสเฟตมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมในประเทศไทยหลากหลายประเภท ซึ่งล้วนแต่เป็นอุตสาหกรมหลักของประเทศทั้งสิ้น อาทิ เช่น อุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมการเกษตรและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ดังนั้น ถ้าเรามีการวิจัย ศึกษาและพัฒนาในการผลิตสารเคมีเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นหรือใช้ต้นทุนในการผลิตที่ถูกลงได้ ก็ย่อมสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนการผลิตลงได้ ยิ่งไปกว่านั้น การวิจัยยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ สามารถผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพสูงขึ้นหรือมีความแตกต่างจากสินค้าในท้องตลาดและมีความหลากหลายเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม อีกทั้งยังเป็นการยกระดับเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถพึ่งพาเทคโนโลยีที่เป็นของตนเองได้ และนำไปสู่การพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนในอนาคตต่อไป
ข้อความ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ผงผลึกของสารประกอบที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็น องค์ประกอบหลัก

1.2.2 เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของสารประกอบที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหลักได้แก่ TG-

DTA DSC XRD FTIR Raman SEM TEM และ VSM

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของวิธีการสังเคราะห์ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของผงผลึกที่ได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

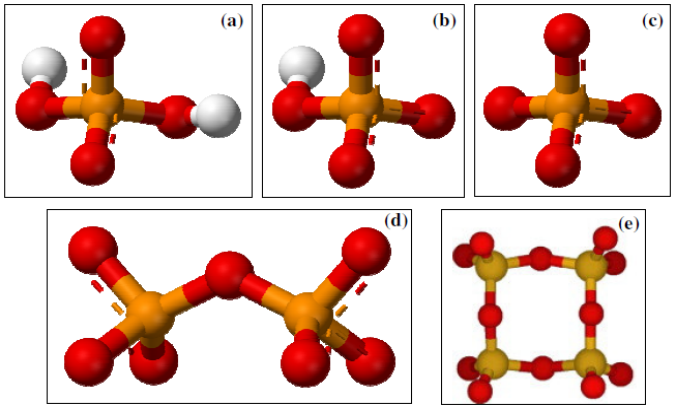
1.3.1 ทำการสังเคราะห์ผงผลึกของสารประกอบที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหลัก

1.3.2 ทำการตรวจสอบ วิเคราะห์ผล เพื่อหาลักษณะเฉพาะของสารประกอบที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหลักที่เตรียมได้ ด้วยเทคนิค TG-DTA DSC XRD FTIR Raman SEM TEM และ VSM

1.3.3 ทำการศึกษาผลของวิธีการสังเคราะห์ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของผงผลึกที่ได้

1.4 สมมุติฐานงานวิจัย และกรอบแนวความคิดในการวิจัย

สารประกอบโลหะฟอสเฟตโดยทั่วไป สามารถเกิดขึ้นเองได้ตามธรรมชาติและเกิดจากการสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ สามารถเกิดสารประกอบอยู่ในหลายรูป โดยสามารถแบ่งออกตามโครงสร้างของหน่วยย่อยของฟอสเฟต ได้แก่ สารประกอบฟอสเฟต (PO_4^{3-})ไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-})ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$) ไพโรฟอสเฟต ($P_2O_7^{4-}$) และไซโคลเตตระฟอสเฟต ($P_4O_{12}^{4-}$) [2] ดัง**ภาพที่ 1.1**



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของ (a) ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$) (b)ไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-}) (c) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) (d) ไพโรฟอสเฟต ($P_2O_7^{4-}$) และ(e)ไซโคลเตตระฟอสเฟต ($P_4O_{12}^{4-}$)

นอกจากนี้ยังพบว่า ที่สภาวะอุณหภูมิสูงค่าหนึ่ง ๆ โครงสร้างหน่วยย่อยของฟอสเฟตดังกล่าว สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นหน่วยย่อยอื่น ๆ ได้ เช่น ไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-}) เปลี่ยนไปเป็น ไพโรฟอสเฟต ($P_2O_7^{4-}$) หรือ ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$) เปลี่ยนไปเป็นไซโคลเตตระฟอสเฟต ($P_4O_{12}^{4-}$) เป็นต้น ดังนั้น สารประกอบโลหะฟอสเฟต จึงสามารถเกิดสารประกอบได้หลายชนิดและหลากหลายกลุ่ม โดยความ

แตกต่างของปริมาณและชนิดของโลหะที่เกิดสารประกอบ จะยิ่งทำให้ความหลากหลายของสารประกอบเพิ่มมากขึ้น โดยสารแต่ละชนิดก็มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป ส่งผลให้สามารถนำสารประกอบเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้มากมายและมีความเหมาะสม จากความสำคัญของสารกลุ่มโลหะฟอสเฟตที่ได้กล่าวข้างต้น ทำให้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเป็นจำนวนมาก โดยงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มุ่งความสนใจไปที่การสังเคราะห์สารกลุ่มนี้ด้วยเทคนิคต่างๆ อาทิ เช่น การเตรียมด้วยวิธีการตกตะกอน (precipitation) การตกตะกอนร่วม (co-precipitation) ไฮโดรเทอร์มอล (hydrothermal) โซล-เจล (sol-gel) ปฏิกิริยาสถานะของแข็ง (solid state reaction) และอื่น ๆ โดยได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมี อาทิ เช่น สมบัติความเสถียรทางความร้อน ลักษณะทางโครงสร้าง สัณฐานวิทยา สมบัติการดูดกลืนแสง และสมบัติความเป็นแม่เหล็ก เป็นต้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้สารที่มีสมบัติต่างๆ ที่เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานตามความต้องการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ในกระบวนการสังเคราะห์ผงผลึกของสารประกอบ ที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบให้ได้ความบริสุทธิ์สูง

1.5.2 เพื่อศึกษาผลของวิธีการสังเคราะห์ที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของผงผลึกที่ได้

1.5.3 เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องเทคนิค ในการสังเคราะห์ผงผลึกของสารประกอบที่มีซิงค์ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจะเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยนำไปสู่การเตรียมสารประกอบที่มีโลหะฟอสเฟตกลุ่มอื่นๆต่อไป

1.5.4 ได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปเสนอในที่ประชุมวิชาการ และตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานลงในวารสารทางวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ตลอดถึงการนำไปเป็นกรณีศึกษาสำหรับประกอบการเรียนการสอนในกระบวนวิชาต่างๆ เช่น การประดิษฐ์วัสดุสำหรับนักศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ วัสดุศาสตร์และเคมีอุตสาหกรรม ทุกระดับชั้นต่อไป

1.55 บุคลากรรุ่นใหม่ได้รับการฝึกฝนทักษะการวิจัย และได้รับการถ่ายทอดความรู้รวมทั้งเทคนิคต่างๆ ทำให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องที่เกี่ยวข้องในระดับสูงเพิ่มมากขึ้น สามารถเป็นกำลังสำคัญของการพัฒนาวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ และวงการอุตสาหกรรมระดับชาติอย่างยั่งยืนต่อไป