บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนักวิจัยได้มีความพยายามที่จะพัฒนาวัสดุสำหรับทดแทนกระดูกและฟันที่ใช้ในร่างกาย เพื่อให้มีประสิทธิภาพ และสมบัติสูงสุดในการใช้งานที่ใกล้เคียงกับกระดูกและฟันจริง ซึ่งวัสดุไฮดรอกซีแอปาไทต์ (HAp:$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากที่นำมาใช้เป็นวัสดุแทนที่กระดูกและฟัน เนื่องจากมีโครงสร้างลักษณะทางเคมีที่มีลักษณะคล้ายกับโครงสร้างทางเคมีของกระดูกของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามไฮดรอกซีแอปาไทต์ก็ยังมีข้อจำกัดในด้านสมบัติเชิงกลอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรับแรงทางกลขณะใช้งานเมื่อเปรียบเทียบกับกระดูกจริง ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้งานหากเลือกใช้ไฮดรอกซีแอปาไทต์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นได้มีการคิดวิธีที่จะปรับปรุงและพัฒนาสมบัติของไฮดรอกซีแอปาไทต์ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อสามารถใช้งานเป็นวัสดุสำหรับทดแทนกระดูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการพัฒนาสมบัติเชิงกลของไฮดรอกซีแอปาไทต์นั้นจะมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่

1. การทำ Macrocomposite material หรือ การนำวัสดุโลหะมา Coating ด้วยไฮดรอกซีแอปาไทต์แต่อย่างไรวิธีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนที่แตกต่างของวัสดุโลหะกับไฮดรอกซีแอปาไทต์

2. การทำ Microscale composite material หรือ การเสริมแรงไฮดรอกซีแอปาไทต์ด้วยวัสดุ ceramic หรือ metal ในลักษณะของผง (Powder) เม็ด (Particles) หรือ เส้นใย (Fiber) ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่นักวิจัยให้ความสนใจและกำลังพัฒนาอยู่ในปัจจุบัน

แต่อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของไฮดรอกซีแอปาไทต์เพื่อให้มีประสิทธิภาพและได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ในทางปฏิบัตินั้นมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

1. Strength และ Elastic modulus ของ Reinforcing phase จะต้องสูงกว่า Matrix phase

2. Interfacial Strength ของ Matrix phase และ Reinforcing phase จะต้องไม่แข็งและอ่อนเกินไป และไม่เกิดปฏิกิริยาต่อกัน

3. ในการเติม Second phase เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด Reinforcing phase จะต้องมีค่า Coefficient of thermal expansion(COE) ใกล้เคียงกับ Matrix phase มิฉะนั้น ในระหว่างการ Cooling จะเกิด Microcrack ในบริเวณ Reinforcing phase และจะส่งผลทำให้คุณสมบัติเชิงกลของ Composite material ไม่ดี

ดังนั้นการทำ Microscale composites material โดยการเสริมแรงไฮดรอกซีแอปาไทต์ด้วยวัสดุ ceramic ที่สามารถเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และมีความเป็น biocompatibility ของไฮดรอกซีแอปาไทต์จึงเป็นวิธีที่มีความเป็นไปได้ ซึ่งอะลูมินา (Al_2O_3) ก็เป็นวัสดุที่ถูกจัดว่าเป็น Chemical inertness ที่ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุ Reinforcement ในไฮดรอกซีแอปาไทต์โดยการเติมอะลูมินาลงไปใน ไฮดรอกซีแอปาไทต์นั้นจะสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับไฮดรอกซีแอปาไทต์ได้ แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะทำให้ความแข็งแรงนั้นจะสูงขึ้นแต่สมบัติด้านความเหนียวยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นจึงควรพิจารณาปรับปรุงสมบัติด้านความเหนียวของไฮดรอกซีแอปาไทต์ด้วย ซึ่งวัสดุที่มีศักยภาพในการเพิ่มความเหนียวนั้นก็คือเซอร์โคเนีย (ZrO_2) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวัสดุที่มี biocompatibility อีกชนิดหนึ่งและมีค่าความแข็งแรงและความเหนียวที่สูง เหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัสดุสารเติมแต่งสมบัติทางกลในวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์-อะลูมินา เพื่อให้ได้สมบัติทางกลที่ดีขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำอนุภาคเซอร์โคเนีย (ZrO_2) มาใช้เป็นสารเติมแต่งสมบัติทางกลให้แก่ วัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมบัติด้านความเหนียว เนื่องจากเซอร์โคเนียนั้นมีสมบัติด้านความเหนียวที่เด่นกว่าเซรามิกชนิดอื่น ๆ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกลของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา โดยการใช้อนุภาคเซอร์โคเนียให้ได้ค่าความแข็งแรง ความแข็งและความเหนียวที่มากกว่าไฮดรอกซีแอปาไทต์ 50%

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของปริมาณเซอร์โคเนียและภาวะที่ใช้ในการเผาผนึก ได้แก่ อุณหภูมิที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.2.3 เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบ ได้แก่ วัฏภาค โครงสร้างจุลภาค และความหนาแน่น

1.2.4 เพื่อศึกษากลไกของการเกิดวัฏภาคต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.2.5 เพื่อศึกษากลไกการเกิดความเหนียว ของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ตรวจสอบปริมาณ ZrO_2 ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.3.2 ตรวจสอบตัวแปรที่สำคัญและภาวะที่ใช้ในการเผาผนึกวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.3.3 ตรวจสอบวัฏภาค โครงสร้างจุลภาค (Microstructure) และความหนาแน่นของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ทราบถึงภาวะหรือตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.4.2 ทำให้ทราบถึงสมบัติเชิงกลของวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนีย

1.4.3 ทำให้ทราบเทคโนโลยีในการผลิตวัสดุชีวภาพเชิงประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์–อะลูมินา/เซอร์โคเนียเพื่อนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ และสามารถลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศได้