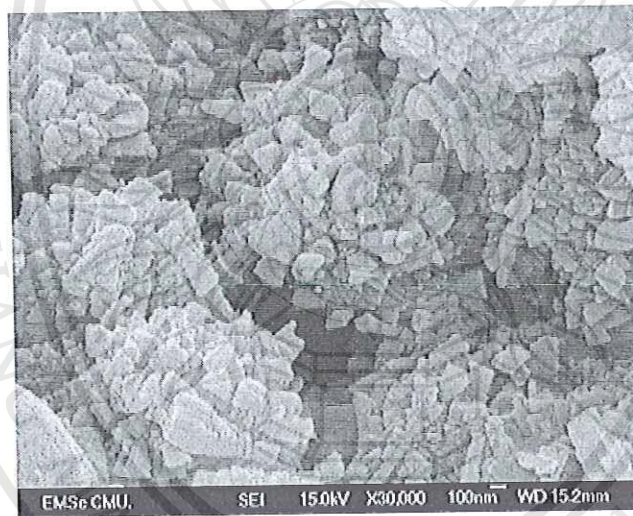


บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการเตรียมผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์จากกระดูกวัว

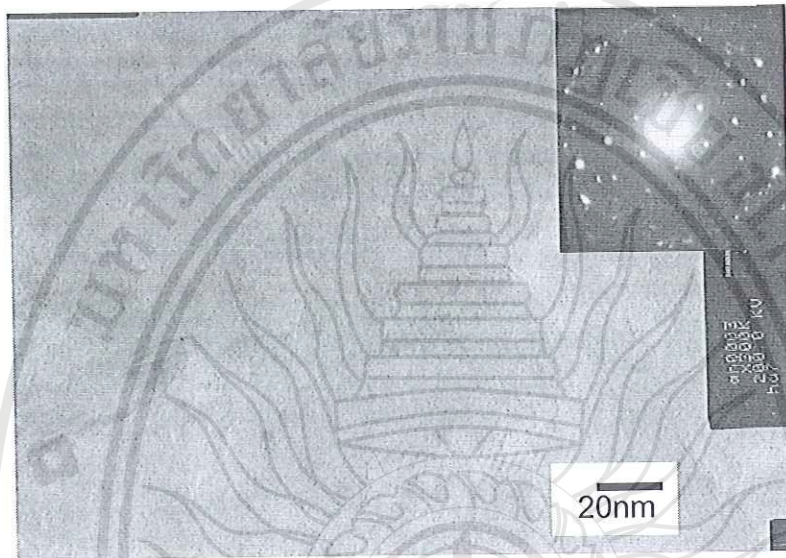
จากผลการทดลองบดกระดูกวัวเป็นเวลา 9-36 hr พบว่าได้ผงนาโนตั้งแต่ทำการบดเป็นเวลา 12 hr ซึ่งจากภาพที่ 4.1 จะเห็นว่าอนุภาคของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์จับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน แต่เกรนเดี่ยวของอนุภาคทุกเกรนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 100 nm



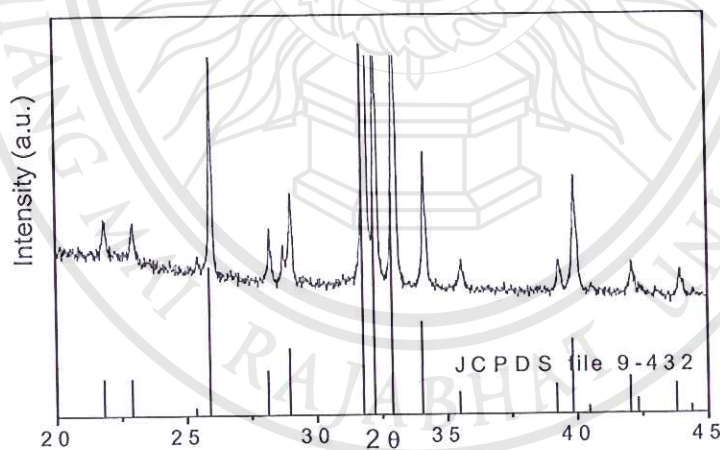
ภาพที่ 4.1 ภาพพื้นฐานวิทยาของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่ถ่ายจากกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด x 30,000

จากการวิเคราะห์ด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องผ่านดังภาพที่ 4.2 สามารถยืนยันถึงขนาดผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้เป็นอย่างดี ว่าผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมได้มีขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตร โดย TEM สามารถถ่ายให้เห็นขอบเขตทิศของผลึกเดี่ยวไฮดรอกซีอะพาไทต์เห็นได้จากแบบอย่างการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน (แทรกในรูป) ที่แสดงจุดตรงมุมทั้งหกของ

โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล และจากการวัดรัศมีของวงกลมที่เล็กที่สุด 3 วงของแบบอย่างการเลี้ยวเบนของ polycrystal ring ของอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ พบว่ามีค่าของ d-spacing เท่ากับ 3.51 2.06 และ 1.28 สอดคล้องกับ d_{201} d_{113} และ d_{423} ของโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอลของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (JCPDS File 9-432) ตามลำดับ

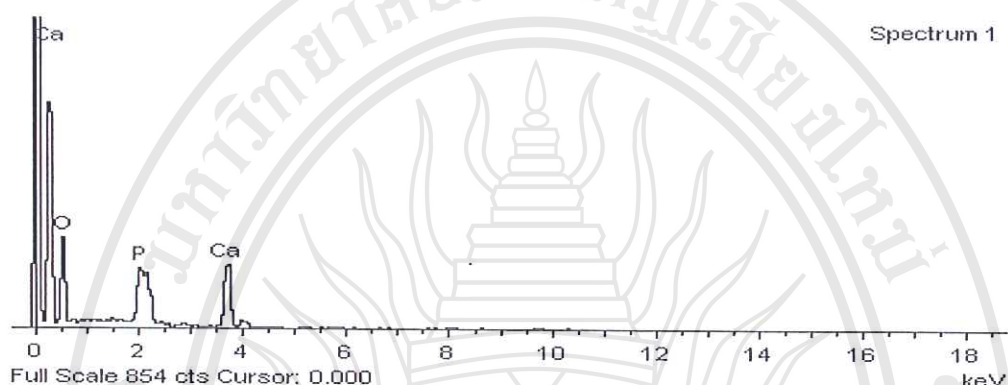


ภาพที่ 4.2 แสดงผลการ TEM ของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์



ภาพที่ 4.3 แบบอย่างการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ขนาดนาโน
เมตรเปรียบเทียบกับแฟ้มมาตรฐานหมายเลข 9-432

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าแบบอย่างการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมได้ในการทดลองนี้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับแฟ้มมาตรฐานหมายเลข 9-432 ของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (HA) ที่บริสุทธิ์ โดยไม่พบฟิสิกของเฟสอื่นปลอมปนอยู่ในแบบอย่างการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าผงกระดูกวัวที่เตรียมในการทดลองนี้มีเฟสเป็น ไฮดรอกซีอะพาไทต์ ภายใต้อำนาจจำกัดของเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์



ภาพที่ 4.4 แสดง EDS สเปกตรัมของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์

ภาพที่ 4.4 แสดง EDS สเปกตรัมของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ ซึ่งพบว่ามีส่วนประกอบเป็นแคลเซียม ฟอสฟอรัส และออกซิเจน ที่เป็นส่วนประกอบหลักของไฮดรอกซีอะพาไทต์เท่านั้น ไม่มีการตรวจพบธาตุอื่นๆ ในปริมาณที่มีนัยสำคัญนอกจากธาตุที่เป็นส่วนประกอบหลักเหล่านี้ จึงสามารถยืนยันได้ว่าผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์มีความบริสุทธิ์สูงและจากตารางที่ 4.1 สามารถหาค่าอัตราส่วนต่อโมลของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสได้เท่ากับ 1.62 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1.67 ที่เป็นของไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นปริมาณสารสัมพันธ์

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบทางเคมีของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์

Element	Weight%	Atomic%
O K	60.56	77.84
P K	12.72	8.45
Ca K	26.72	13.71
Totals	100.00	

จากผลการผลิตและหาลักษณะเฉพาะของผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมได้ จากกระดูกวัวด้วยวิธีการบดด้วยเครื่องบดละเอียดในการทดลองนี้ สามารถผลิตผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคเล็กกว่า 100 nm มีความบริสุทธิ์สูง โดยยืนยันได้จากการหาลักษณะเฉพาะด้วยเทคนิคต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์นี้จึงสามารถใช้งานได้หลากหลายและเนื่องจากวิธีการผลิตนี้เป็นวิธีการที่ง่าย มีต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถทำการผลิตได้ในปริมาณมากต่อครั้งด้วยเครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ไม่ซับซ้อน ทำให้สามารถขยายสเกลไปสู่เชิงอุตสาหกรรมได้

การเตรียมผงนาโนซิลิกาจากแกลบ

ซิลิกาเป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมทางด้านเกษตรกรรม การแพทย์ อิเล็กทรอนิกส์ เซรามิก และพอลิเมอร์ ซึ่งในปัจจุบันผงนาโนซิลิกาสามารถเตรียมได้หลายวิธี เช่น ปฏิกิริยาในสภาพเป็นไอ โซล-เจลและการทำให้เกิดการแตกตัวด้วยความร้อน เป็นต้น แต่วิธีเหล่านี้ส่วนมากจะมีราคาแพงและได้ปริมาณต่อครั้งของซิลิกาน้อย ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ อย่างจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเตรียมผงนาโนซิลิกาด้วยวิธีการง่ายๆ และมีราคาถูกด้วยการเตรียมจากวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่มากมายในประเทศไทย คือ แกลบ

มีรายงานจำนวนมากที่กล่าวว่าผงซิลิกาสามารถเตรียมได้จากขี้เถ้าแกลบ ซึ่งไม่เพียงแต่มีคุณค่าในการผลิตซิลิกาได้เท่านั้น ยังสามารถเป็นการลดปริมาณของวัสดุเหลือใช้และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย โดยมีผู้ทำการเตรียมผงซิลิกาจากขี้เถ้าแกลบด้วยวิธีการต่างๆ จำนวนมาก เช่น วิธีการกลั่นในสภาพเป็นด่าง วิธีการล้างด้วยกรดและวิธีการทำให้เป็นก๊าซ เป็นต้น

แกลบคือเปลือกของเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นผลิตผลที่ได้จากการสีข้าวในปริมาณ 23% ของน้ำหนักเริ่มต้นของเมล็ดข้าว สามารถนำไปใช้ทำเป็นปุ๋ย หรือเป็นส่วนผสมของซีเมนต์และคอนกรีตได้ เนื่องจากเปลือกของเมล็ดข้าวมีธาตุซิลิกอนเป็นส่วนประกอบในปริมาณมาก ดังนั้นแกลบจึงกลายเป็นแหล่งในการเตรียมธาตุซิลิกอน และสารประกอบของซิลิกอน โดยเฉพาะซิลิกา ซิลิกอนคาร์ไบด์ และซิลิกอนไนไตรด์

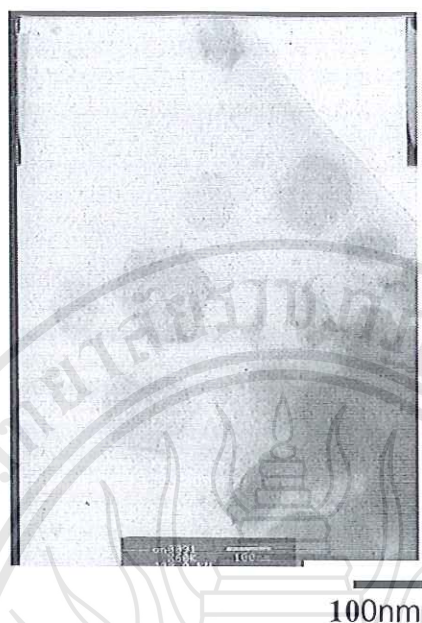
ซิลิกาที่ได้จากแกลบจะอยู่ในรูปซิลิกาอสัณฐาน โครงสร้างคล้ายซิลิกาเจล มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กใส มีสมบัติดูดความชื้น ซึ่งส่วนต่างๆ ของซิลิกาจะจับตัวอยู่กับน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ (Polysaccharide) กลายเป็นพันธะระหว่างซิลิกอนกับสารประกอบอินทรีย์ พบในบริเวณชั้นเยื่อ Epidermis และระหว่างเนื้อเยื่อของแกลบข้าว แต่เมื่อนำมาเผา จะพบว่าซิลิกาในแกลบจะมีซิลิกาที่อยู่ในรูปผลึกด้วย

ซึ่งประเภทของผลึกนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเผา คือเมื่อเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 800°C จะได้ซิลิกาที่อยู่ในรูปของสัณฐาน เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะมีปริมาณของผลึกซิลิกาเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

ภาพที่ 4.5 (ก) แสดงผลรูป SEM ของตัวอย่างซีเถ้าเคลือบที่ผ่านการบดการบดละเอียด จะเห็นว่าอนุภาคนาโนของซีเถ้าเคลือบมีรูปร่างสม่ำเสมอและมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 100 nm แต่เกาะกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการดึงดูดกันด้วยแรง Vanderwaals ภาพที่ 4.5 (ข) แสดงผลการ SEM ของตัวอย่างที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000°C ซึ่งจะเห็นการยึดเกาะกันของผลึกเมื่อถูกเผาแล้วทำให้แต่ละอนุภาคเคลื่อนเข้ามาใกล้กันมากขึ้น เนื่องจากมีแรง Vanderwaals เพิ่มขึ้นหรือเกิดเฟสของเหลวขึ้นภายในอนุภาค โดยจากรูปถึงแม้ว่าอนุภาคจะเกาะกันเป็นก้อนแต่ขนาดของเกรนเดี่ยวของผลึกซิลิกายังคงเล็กกว่า 100 nm โดยสามารถยืนยันได้จากภาพถ่ายด้วย TEM ในภาพที่ 4.6 ซึ่งปกติซิลิกามีความสามารถในการดูดซับที่ดีอยู่แล้ว เพราะมีลักษณะเป็นโพรงที่มีรูพรุนทำให้มีพื้นที่ผิวที่ใช้ในการดูดซับเป็นจำนวนมากประมาณ $800\text{ m}^2/\text{g}$ ดังนั้น เมื่อมีอนุภาคอยู่ในระดับนาโน ยิ่งมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ทำให้มีความสามารถในการดูดซับได้มากมาย



ภาพที่ 4.5 แสดงผลการ SEM ของตัวอย่าง (ก) ตัวอย่างซีเถ้าเคลือบที่ผ่านการบดละเอียด
(ข) ตัวอย่างที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000°C



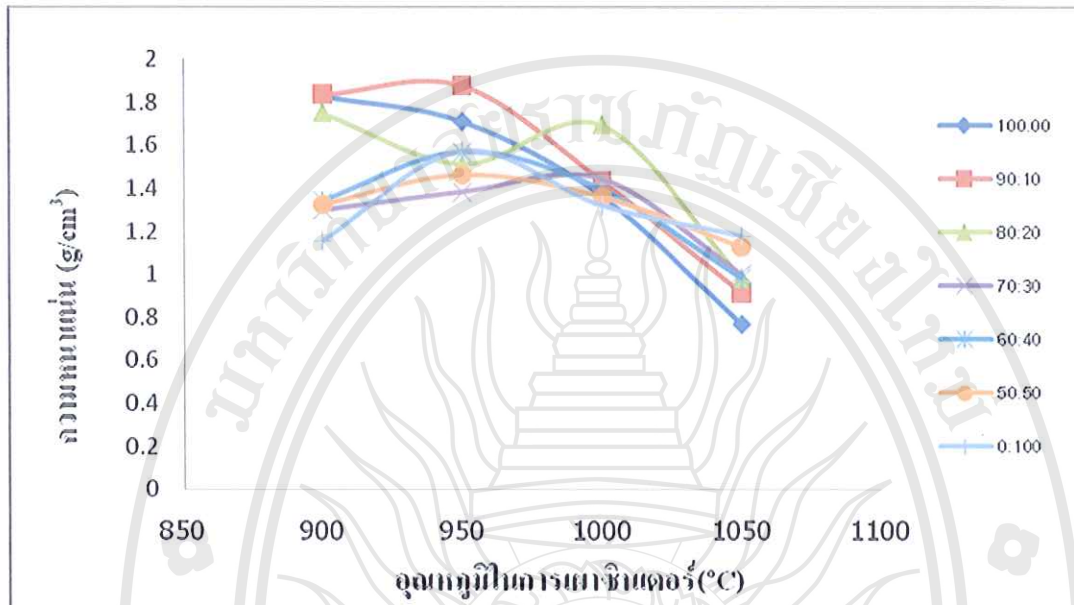
ภาพที่ 4.6 แสดงผล TEM ของผงนาโนซิริลิกา

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการหาส่วนประกอบทางแร่ของผงนาโนซิริลิกาที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ด้วยเทคนิค XRF พบว่าผงนาโนมีซิริลิกาบริสุทธิ์มากกว่า 95% และมีธาตุอื่นๆ ได้แก่ อะลูมินา เหล็ก แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม แมงกานีสและฟอสฟอรัส

ตารางที่ 4.2 ผลการหาส่วนประกอบทางแร่ของผงนาโนซิริลิกาผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1000°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ด้วยเทคนิค XRF

Compositions	% of trace elements (expressed as oxide)
SiO ₂	95.50
Al ₂ O ₃	0.30
Fe ₂ O ₃	0.20
CaO	0.80
Na ₂ O ₃	0.25
K ₂ O	1.70
MnO	0.20
P ₂ O ₃	0.64
Loss on fire	0.20

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้เผาซินเตอร์กับความหนาแน่นของชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณของ HA : SiO₂ แตกต่างกัน

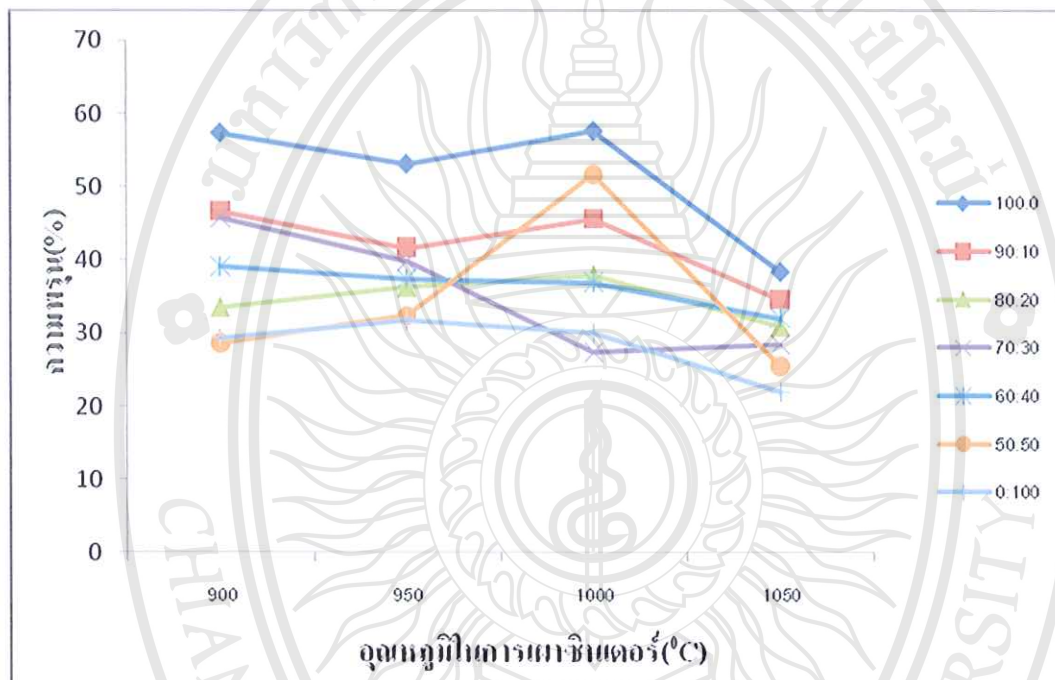


ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้เผาซินเตอร์กับความหนาแน่นของชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ แตกต่างกัน

จากภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นของชิ้นงานเมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิต่างกัน โดยใช้เวลาในการเผา 3 ชั่วโมง พบว่าชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ ที่ 70:30 , 60:40 , 50:50 และ 0:100 ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานมีแนวโน้มสูงขึ้นจากอุณหภูมิเริ่มต้น (900 °C) จนถึงที่อุณหภูมิที่ (950 °C) จากนั้นค่าความหนาแน่นของชิ้นงานดังกล่าวค่อยปรับตัวต่ำลงและที่อุณหภูมิที่ (1,000 °C) ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานทั้ง 4 มีค่าเฉลี่ยเกือบเท่ากันและความหนาแน่นของชิ้นงานลดลงต่อเนื่องจนถึงอุณหภูมิที่ (1,050 °C) ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานดังกล่าวเกือบไม่แตกต่างจากอุณหภูมิเริ่มต้น (900 °C) มากนั้น ส่วนตัวอย่างชิ้นงานที่มีปริมาณ HA:SiO₂ ที่ 100:0 , 90:10 นั้นพบว่าความหนาแน่นของชิ้นงานมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และตัวอย่างชิ้นงานที่มีปริมาณ HA:SiO₂ อยู่ที่ 80:20 นั้นพบว่าความหนาแน่นจะลดลงและเพิ่มขึ้นเป็นช่วงๆโดยที่ช่วงอุณหภูมิ 900 – 950 °C ความหนาแน่นของชิ้นงานลดลง แต่พอช่วงอุณหภูมิ 950 – 1,000 °C กลับมีแนวโน้มที่สูงขึ้น และหลังจาก นั้นช่วงอุณหภูมิ 1,000 – 1,050 °C ความหนาแน่นกลับลดลง

ดังนั้นจากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้เผาซินเตอร์ กับความหนาแน่นของชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ ต่างกันพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 1,050 °C ความหนาแน่นของชิ้นงานจะมีค่าลดลง

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาซินเตอร์กับความพรุนของชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ (wt%) แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาซินเตอร์กับความพรุนของชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ (wt%) แตกต่างกัน

จากภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าค่าความพรุนของแต่ละชิ้นงานมีความแตกต่างกันซึ่งจะเห็นได้จากค่าความพรุนของชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ (wt%) ที่ 100:0, 90:10, 70:30 และ 60:40 ปรับตัวลดลงหลังจากที่เริ่มต้นเผาที่อุณหภูมิ 900°C ส่วนชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ 0:100, 50:50 และ 80:20 ค่าความพรุนกลับมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่หลังจากนั้นในช่วงอุณหภูมิ 950-1,000 °C ค่าความพรุนของชิ้นงานตัวอย่างกลับมีแนวโน้มที่สูงขึ้นในเกือบทุกส่วนประกอบ โดยเฉพาะ ชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ HA:SiO₂ (wt%) ที่ 50:50 มีค่าความพรุนสูงขึ้นอย่างชัดเจนแต่ค่าความพรุนของชิ้นงาน

ตัวอย่างที่มีปริมาณ $\text{HA}:\text{SiO}_2$ (wt%) ที่ 70:30 มีค่าที่แตกต่างจากชิ้นงานตัวอื่นคือ มีค่าความพรุนลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงช่วงอุณหภูมิที่ 1,000-1,050 °C ชิ้นงานตัวแบบนี้กลับมีค่าความพรุนอยู่ในระดับคงที่ ส่วนชิ้นงานตัวอย่างที่มีปริมาณ $\text{HA}:\text{SiO}_2$ (wt%) ส่วนประกอบอื่น พบว่ามีแนวโน้มค่าความพรุนลดลง

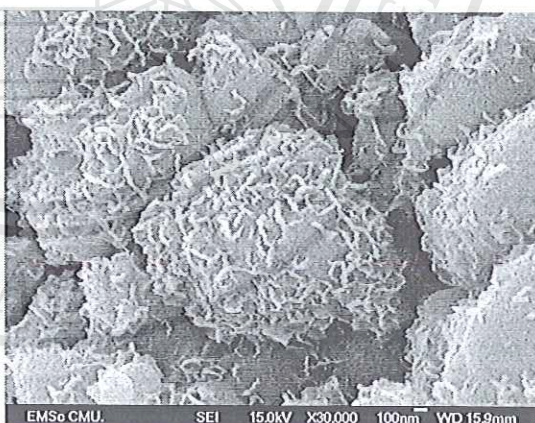
ดังนั้นอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาซินเตอร์ ในอุณหภูมิที่แตกต่างกันในระยะเวลา 3 ชั่วโมง ส่งผลให้ค่าความพรุนของชิ้นงานแตกต่างกันตามไปด้วยซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาซินเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับชิ้นงานคือ ช่วงอุณหภูมิที่ 950 - 1,000 °C เนื่องจากชิ้นงานมีค่าความพรุนสูงที่สุดนั่นเอง

ผลการประดิษฐ์เซรามิกนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์แบบมีรูพรุน

โดยปกติวัสดุแบบมีรูพรุนจะต้องมีความพรุนระหว่าง 20 – 95% ซึ่งรูพรุนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ รูพรุนเปิดที่เชื่อมต่อกันถึงพื้นผิววัสดุและรูพรุนปิดที่แยกตัวออกจากภายนอก ซึ่งการใช้งานในการคัดแยก การเร่งปฏิกิริยา การกรองจำเป็นต้องใช้รูพรุนเปิดที่มีความพรุนสูง (มากกว่า 40%) จากการนำชิ้นงานตัวอย่างไปเผาซินเตอร์ ที่อุณหภูมิ 900-1050°C พบว่าส่วนประกอบ A และส่วนประกอบ F ซึ่งเผาที่อุณหภูมิ 950°C ชิ้นงานตัวอย่างมีรูพรุนต่อเนื่องด้วยความพรุนมากกว่า 40% ด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนเฉลี่ยเล็กกว่า 1000 nm และมีอนุภาคนาโน ไฮดรอกซีอะพาไทต์อยู่ตรงขอบของรูพรุนทั่วทั้งโครงสร้างทางจุลภาค



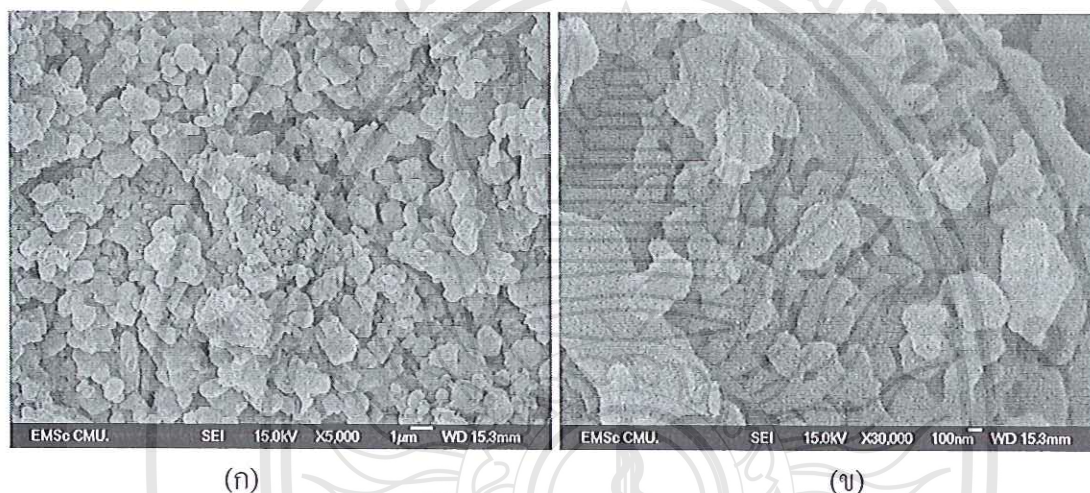
(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.9 ผล SEM ตรงรอยหักของส่วนประกอบ A หลังเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

จากภาพที่ 4.9 (ก) จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบ A ที่เตรียมจากผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ 100% และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 950 °C มีลักษณะเป็นรูพรุนต่อเนื่องใน 3 มิติ ด้วยรูพรุนที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเล็กกว่า 500 – 1000 nm และมีอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์เกาะอยู่ตรงขอบของรูพรุน โดยมีช่องว่างระหว่างอนุภาคเล็กกว่า 100 nm (ภาพที่ 4.9 (ข)) ซึ่งการมีขนาดของรูพรุนเล็กด้วยความพรุนสูงและเป็นเซรามิกนาโนทำให้มีความสามารถในการกรองและการดูดซับที่ดีมาก



ภาพที่ 4.10 ผล SEM ตรงรอยหักของส่วนประกอบ F หลังเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

จากภาพที่ 4.10 (ก) จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบ F ที่เตรียมจากผงนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ 50% ผสมกับผงนาโนซิลิกา 50% และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 950 °C มีลักษณะเป็นรูพรุนต่อเนื่องใน 3 มิติ ด้วยรูพรุนที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเล็กกว่า 500 – 1000 nm และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกรนทุกเกรนเล็กกว่า 100 nm (ภาพที่ 4.11(ข)) ซึ่งแสดงเงื่อนไขในการเผาซินเตอร์นี้ทำให้ได้เซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนที่มีขนาดของรูพรุนเล็ก และมีความพรุนสูงเหมาะแก่การเป็นตัวกรองและตัวดูดซับที่ดีมาก

การทดสอบการกรองของเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุน

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเรื่องการอุดตันของตัวถกกลายบนผิวหน้าและภายในรูพรุนของตัวกรองเซรามิก (Fouling) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการการปรับคุณภาพน้ำก่อนนำไปกรองผ่านตัว

กรองเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุน โดยการกรองลำดับส่วนด้วยกรวด ทราบหยาบ ทราบละเอียด เพื่อกรองเอาสารแขวนลอยในน้ำออกก่อน แล้วนำไปปรับคุณภาพก่อน (Pretreatment) ด้วยการนำน้ำสไลต์ให้ไหลผ่านผงนาโนคาร์บอนและผงนาโนซิลิกา แล้วจึงนำน้ำที่ได้ไปผ่านตัวกรองเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนในส่วนประกอบ A และ F ที่ผ่านการเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 950 °C

จากผลการทดลองประดิษฐ์เซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนสำหรับใช้เป็นตัวกรองในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าชิ้นงานตัวอย่างมีความสามารถในการปรับคุณภาพน้ำให้สะอาดได้ด้วยคุณสมบัติการกรองและการดูดซับในระดับนาโน ดังแสดงในตารางที่ 4.3-4.4

น้ำเสียตัวอย่างทางการเกษตร

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าดัชนีคุณภาพของน้ำที่ไหลผ่านตัวกรองเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นทั้ง 2 ส่วนประกอบ สามารถทำให้ค่า pH TDS TS Conductivity และ Arsenic (As) ของน้ำเสียจากการเกษตรให้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มได้ ดังนั้นตัวกรองเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ปรับคุณภาพน้ำทั้งทางการเกษตรก่อนที่จะไหลลงสู่แม่น้ำเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินเกิดการปนเปื้อนจากสารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์น้ำเสียตัวอย่างทางการเกษตรก่อนและหลังการกรอง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	น้ำดิบตัวอย่าง (Raw water)	น้ำที่ผ่านตัวกรอง เซรามิกใน ส่วนประกอบ HA เผาซินเตอร์ที่ อุณหภูมิ 950 °C	น้ำที่ผ่านตัวกรอง เซรามิกใน ส่วนประกอบ F เผา ซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 950 °C	มาตรฐานคุณภาพน้ำ ดื่มในภาชนะบรรจุที่ ปิดสนิทตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข (เกณฑ์อนุโลมสูงสุด)
pH	8.9	7.9	7.73	6.5-8.5
TDS, mg/L	259	92	108	190*
TS, mg/L	262	92	108	500
Conductivity, μ S/cm	366	215	208	290*
Arsenic (As), μ g	0.71	0.0032	0.0039	0.05

หมายเหตุ * เป็นมาตรฐานน้ำดื่มในห้องปฏิบัติการของ Sarkar และคณะ

น้ำเสียตัวอย่างจากชุมชน

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าดัชนีคุณภาพของน้ำที่ไหลผ่านตัวกรองเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นทั้ง 2 ส่วนประกอบ สามารถทำให้ค่า pH SS BOD Total Nitrogen และ Total Phosphorus ของน้ำเสียจากชุมชนให้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เล่ม 127 ตอนพิเศษ 69 ง ราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 2 มิถุนายน 2553 ได้ ดังนั้นตัวกรองเซรามิกนาโนแบบมีรูพรุนนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ปรับคุณภาพน้ำเสียจากชุมชน ก่อนที่น้ำทิ้งจะไหลลงสู่แม่น้ำเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษกับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินได้

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์น้ำเสียตัวอย่างจากชุมชนก่อนและหลังการกรอง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	น้ำดิบตัวอย่าง (Raw water)	น้ำที่ผ่านตัวกรอง เซรามิกใน ส่วนประกอบ A เผาขึ้นเตอร์ที่ อุณหภูมิ 950 °C	น้ำที่ผ่านตัวกรอง เซรามิกใน ส่วนประกอบ F เผาขึ้นเตอร์ที่ อุณหภูมิ 950 °C	กำหนด มาตรฐาน ควบคุมการ ระบายน้ำทิ้งจาก ระบบบำบัดน้ำ เสียรวมของ ชุมชน
pH	4.47	8.1	7.6	5.5-9
SS, mg/L	106	<5	<5	30
BOD, mg/L	11360	12	15	20
Total Nitrogen, mg/L	449	8	11	20
Total Phosphorus, mg/L	218	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	2