

การเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนที่ขัดแต่งด้วยวิธีการต่าง ๆ

นางสาวสุวดี เอื้ออรัญโชติ



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-327-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**COMPARISON THE SURFACE SMOOTHNESS OF PORCELAIN TREATED
WITH VARIOUS FINISHING TECHNIQUES**



Miss Suwadee Aerarunchot

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Prosthodontics
Department of Prosthodontics**

Graduate School

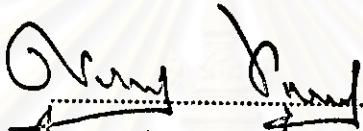
Chulalongkorn University

Academic Year 1997

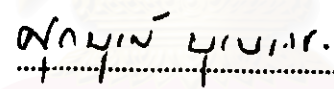
ISBN 974-687-927-7


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนที่ขัดแต่งด้วยวิธีการต่าง ๆ
โดย นางสาว สุวดี เอื้ออรุณโชติ
ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ อิศราวัลย์ บุญศิริ

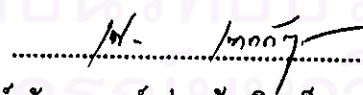
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ สุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สุกนอร์ม บูรณเวช)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ท่านผู้หญิง เพ็ชรา เตชะกัมพุช)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สุวดี เชื้ออรุณโชติ : การเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนที่ขัดแต่งด้วยวิธีการต่าง ๆ

(COMPARISON THE SURFACE SMOOTHNESS OF PORCELAIN TREATED WITH VARIOUS

FINISHING TECHNIQUES) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ทพญ. อิศราวัลย์ บุญศิริ 114 หน้า. ISBN 974-637-327-7

พอร์ซเลนที่ใช้ในงานฟันปลอมชนิดติดแน่นหลังการกรอแต่งจำเป็นต้องขัดเรียบและมันเงา แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถนำชิ้นงานไปเคลือบผิวซ้ำได้ ทางเลือกอีกทางหนึ่งคือการขัดด้วยเครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสม การวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนที่ขัดแต่งด้วยวิธีการต่างๆ บนผิวพอร์ซเลนชนิดวีต้า วีเอ็มเค 95 จำนวน 67 ชิ้น โดยใช้เครื่องวัดความขรุขระบนพื้นผิว (Mitutoyo Surf-test) หาค่าความขรุขระของพื้นผิว (Ra) และภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดกำลังขยาย 200 เท่าและ 1,000 เท่า ชั้นแรกทำการเปรียบเทียบผิวพอร์ซเลนที่เกิดจากการกรอแต่งรูปร่างด้วยหัวกรอหินสีเขียวและหัวกรอกากเพชร ชนิดละเอียด (15 ไมครอน) แล้วเลือกวิธีที่ได้ผิว พอร์ซเลนที่เรียบมากกว่ามาทำการขัดแต่งด้วยวิธีการต่าง ๆ 4 วิธี คือ ขัดด้วยชุดขัดโซฟุ, ชุดขัดเดี่ยว ฟินิช, ครีมกากเพชรทูล สทริเปอร์ และเคลือบผิวแบบธรรมชาติ เพื่อเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนก่อนและหลังการขัดแต่งในแต่ละวิธี และเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนหลังการขัดแต่งระหว่างวิธีต่าง ๆ 4 วิธี นำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test, ANOVA และ Turkey-HSD test ที่ระดับความเชื่อมั่น $\alpha=0.05$ พบว่าผิวพอร์ซเลนที่กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียวมีความเรียบมากกว่าหัวที่กรอด้วยหัวกรอกากเพชรขนาด 15 ไมครอน ($P<0.05$) ผิวพอร์ซเลนที่ได้รับการเคลือบผิวด้วยวิธีแอฟหลายเกรซก่อนการขัดแต่งมีความเรียบมากกว่าผิวพอร์ซเลนหลังการขัดแต่งในกลุ่มที่ใช้ชุดขัดโซฟุ ชุดขัดเดี่ยว ฟินิช และวิธีเคลือบผิวแบบธรรมชาติ แต่ไม่มีความแตกต่างเมื่อขัดด้วยเจลกากเพชรทูล สทริเปอร์ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีต่าง ๆ พบว่าการ เคลือบผิวแบบธรรมชาติมีความเรียบน้อยกว่าอีก 3 วิธี ($P<0.05$) แต่จากภาพถ่ายของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าทั้ง 4 วิธีมีความแตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์

สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์

ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต สุวดี เชื้ออรุณโชติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อิศราวัลย์ บุญศิริ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม -

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

##C865200 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORD : DENTAL PORCELAIN / DENTAL POLISHING / FINISHED PORCELAIN / GLAZE

SUWADEE AERARUNCHOT ; COMPARISON THE SURFACE SMOOTHNESS OF PORCELAIN

TREATED WITH VARIOUS FINISHING TECHNIQUES. THESIS ADVISOR ; VISE.PROF.

ISARAWAN BOONSIRI, 114 pp. ISBN 974-637-327-7

The surface of porcelain used in fixed prosthesis need to be smooth and shine. However, due to the limitations in certain clinical situation, glazing is not always possible. An alternative method to establish proper finishing of porcelain surface is to polish with suitable instrument and method. This study evaluate the effect of various finishing technique on the surface roughness of Vita VMK95 (total 67 specimens). At first, 22 specimens were divided into 2 groups according to the initial surface roughening procedures. 11 specimens were subjected to surface roughening procedure using green stone bur while 11 specimens were subjected to surface roughening procedure using diamond bur (15 micron). 44 specimens were subjected to surface roughening procedure using green stone prior to polishing procedure. Four methods of polishing used in this study were 1.Shofu adjustment kit 2.Dia-finish 3. Two-striper diamond paste 4.natural glaze and 5. Applied glaze as the control group. Surface roughness (Ra) were measured before and after each polishing technique using SEM (x200 and x1000) and profilometer (Mitutoyo Surf-test). The values of each group were compared by t-test, ANOVA and Turkey-HSD test ($\alpha=0.05$) with the value of statistical significance set at the $p < 0.05$ level. The surface roughness of porcelain adjusted by green stone was significantly lower than the diamond bur ($P < 0.05$). No statistically significant differences were found between the initial and the final adjusted samples in Two-striper diamond paste ,while 3 other polishing methods indicate significant differences ($P < 0.05$) between the initial and the final adjustment. Significant differences were found between the natural glaze and the other groups ($P < 0.05$). Natural glaze produced higher value of surface roughness, but there were differences result between each methods when investigated by SEM.

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....

สาขาวิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ศศ. สุวดี อเระรุ่งชอติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ศศ. อิศราวัน บุญศิริ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....-.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของรองศาสตราจารย์ อิศราวัลย์ บุญศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ทันตแพทย์ รุจ จำเดิมเผด็จศึก สำหรับคำแนะนำในการเขียนบทคัดย่อภาษาอังกฤษ และเนื่องจากวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ ภาควิชาและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณอดุลย์ สลักคำ คุณบุญเหลือ เมาถาวร คุณจงจิตร เสมกระโทก และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอัดรูปถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ขอขอบคุณทันตแพทย์ ไชยวุฒิ พฤษงามพันธ์ ในด้านการถ่ายรูปและเตรียมสไลด์

กราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

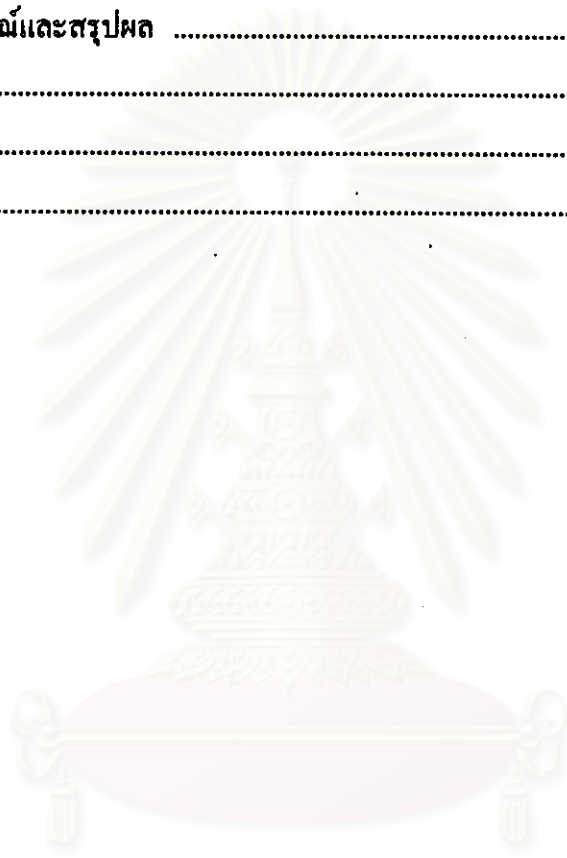
สุวดี เอื้ออรัญโชติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมุติฐานของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
การออกแบบการวิจัย	4
ปัญหาของการวิจัย	4
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
พอร์ชเลนทางทันตกรรม.....	5
ส่วนประกอบ	6
การหลอมเข้าด้วยกันของพอร์ชเลน	12
การเย็นตัวของพอร์ชเลน	13
การแต่งสีและการเคลือบผิวพอร์ชเลน	13
คุณสมบัติของพอร์ชเลน	16
โลหะผสมที่ใช้กับพอร์ชเลน	25
หลักในการเลือกโลหะผสมสำหรับใช้ในงานพอร์ชเลน	31
ปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบของผิวพอร์ชเลน	34
การเตรียมโลหะรองรับพอร์ชเลน	34
การพอกพอร์ชเลน	36
การเผาพอร์ชเลน	37
วิธีการขัดแต่ง	39
วิธีการวัดความเรียบของผิวพอร์ชเลน	55

3. ระเบียบวิธีวิจัย	62
วัตถุประสงค์และวิธีการ	62
อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นและมาตรการที่เตรียมไว้แก้ไข	73
การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	73
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	74
5. วิจัยและสรุปผล	93
รายการอ้างอิง	98
ภาคผนวก	104
ประวัติผู้เขียน	114



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2-1 แสดงส่วนประกอบของพอร์ซเลน	10
ตารางที่ 2-2 แสดงส่วนประกอบของพอร์ซเลนสำหรับหลอมเชื่อมกับโลหะผสมที่ทน อุณหภูมิสูง.....	10
ตารางที่ 2-3 แสดงโมดูลัสของการแตกหัก (modulus of rupture) ของพอร์ซเลนชนิดต่างๆ	14
ตารางที่ 2-4 แสดงความแข็งผิวของฟันธรรมชาติและฟันปลอม	17
ตารางที่ 2-5 แสดงเปอร์เซ็นต์ของการผ่านของแสง (transmission) ที่ความหนาพอร์ซเลน 1 มม.....	19
ตารางที่ 2-6 ค่าความแข็งผิวของนูน (Knoop hardness number of abrasive) ของหัวกรอ ชนิดต่าง ๆ	43
ตารางที่ 4-1 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว (Ra) ของการเคลือบผิวควบคุม (control) , การกรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว และ การกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด	74
ตารางที่ 4-2 แสดงค่าความขรุขระของพื้นผิว [Ra] ของการเคลือบผิวควบคุม [control] และ การทำให้ผิวเรียบด้วยวิธีขัดด้วยหัวขัดโซฟู เดียฟีนิก เจลดากเพชรทูลสทริเปอร์ และชิ้นงานเคลือบผิว	77
ตารางที่ 4-3 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มที่ กรอด้วยหัวกรอกากเพชร 15 ไมครอน(กลุ่มที่ 2) โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95%	80
ตารางที่ 4-4 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยชุดขัดโซฟู โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความ เชื่อมั่น 95%	80
ตารางที่ 4-5 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยชุดขัดเคีย ฟีนิก โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95%	81
ตารางที่ 4-6 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยครีมขัดกากเพชรทูล สทริเปอร์ โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95%	81
ตารางที่ 4-7 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ด้วยวิธีเคลือบผิวแบบธรรมชาติ โดยใช้สถิติ unpaired t-test ที่ความเชื่อมั่น 95%	81
ตารางที่ 4-8 แสดงค่าทางสถิติของกลุ่มที่ขัดด้วยหัวขัดโซฟู (กลุ่มที่ 3) เคียฟีนิก (กลุ่มที่ 4) ครีมกากเพชรทูลสทริเปอร์ (กลุ่มที่ 5) และชิ้นงานเคลือบผิว (กลุ่มที่ 6).....	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 6-1 แสดงอุณหภูมิในการเผาพอร์ซเลนสีดำ วีเอ็มเค 95	107
ตารางที่ 6-2 แสดงการเปรียบเทียบภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด.....	108



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2-1 แสดงกลไกการเชื่อมกันทางเคมีระหว่างแก้วและเหล็ก	21
รูปที่ 2-2 แสดงหัวกรอชนิดต่าง ๆ ที่มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน	40
รูปที่ 2-3 แสดงภาพจำลองการวางเรียงผงกากเพชรแบบต่างๆ	45
รูปที่ 2-4 แสดงค่าจัดความของค่า Ra ,Rs และ Rt	57
รูปที่ 2-5 แสดงลักษณะของกราฟที่เกิดจากหัวลาก (stylus)	58
รูปที่ 2-6 แสดงตัวอย่างของค่าคัทออฟ	58
รูปที่ 2-7 แสดงความขรุขระของพื้นผิวอมัลกัมที่ขัดมันแล้วเมื่อใช้ค่าคัทออฟที่แตกต่างกัน	59
รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะของพื้นผิวที่ใช้ค่า Ra เหมือนกัน	60
รูปที่ 3-1 แสดงชิ้นงานซี่คั้งและชิ้นงานโครงโลหะรองรับพอร์ซเลน	62
รูปที่ 3-2 แสดงแบบพอกพอร์ซเลนทำด้วยซิลิโคน (silicone jig)	63
รูปที่ 3-3 แสดงเครื่องเซรามิโชนิกคอนเดนเซอร์	63
รูปที่ 3-4 แสดงรูปเตาเผาพอร์ซเลนยูนิเทค (Unitek รุ่น Ultra-mat CDF computerized display furnace)	64
รูปที่ 3-5 แสดงรูปพอร์ซเลนวีต้า วีเอ็มเค 95	64
รูปที่ 3-6 แสดงรูปเครื่องกรอเคโว (Kavo)	65
รูปที่ 3-7 แสดงหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดขนาด 40 ไมครอน	65
รูปที่ 3-8 แสดงชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยวิธีแอฟฟลายเกรซเสร็จเรียบร้อยแล้ว	66
รูปที่ 3-9 แสดงชิ้นงานที่ได้รับการฉาบทองเพื่อนำไปส่งกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด	66
รูปที่ 3-10 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400)	67
รูปที่ 3-11 แสดงเครื่องวัดความขรุขระของพื้นผิว (Mitutoyo Surf-test)	67
รูปที่ 3-12 แสดงหัววัดและชิ้นงานพอร์ซเลน	68
รูปที่ 3-13 แสดงรูปหัววัดพร้อมแท่นวางและแท่นจับชิ้นงาน	68
รูปที่ 3-14 แสดงรูปหัวกรอหินสีเขียวและหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดขนาด 15 ไมครอน	69
รูปที่ 3-15 แสดงรูปชุดขัดโซฟ	70
รูปที่ 3-16 แสดงชุดขัดเคีย ฟินิช	70
รูปที่ 3-17 แสดงชุดขัดกากเพชรทรุ สทริเปอร์	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3-18 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทดลอง.....	72
รูปที่ 4-1 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความขรุขระของพื้นผิวที่กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว และหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด 15 ไมครอน.....	80
รูปที่ 4-2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความขรุขระของพื้นผิวที่ขัดแต่งด้วยวิธีการ 4 วิธี	82
รูปที่ 4-3 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มควบคุมด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	85
รูปที่ 4-4 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มควบคุมด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	86
รูปที่ 4-5 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	86
รูปที่ 4-6 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 1 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	87
รูปที่ 4-7 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	87
รูปที่ 4-8 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	88
รูปที่ 4-9 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 3 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	88
รูปที่ 4-10 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 3 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	89
รูปที่ 4-11 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 4 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	89
รูปที่ 4-12 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 4 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	90
รูปที่ 4-13 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4-14 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	91
รูปที่ 4-15 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 6 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 200 เท่า	91
รูปที่ 4-16 แสดงภาพถ่ายของผิวพอร์ซเลนกลุ่มที่ 6 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400) กำลังขยาย 1,000 เท่า	92



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย