ผลของไวน์ไทยต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน

นางสาวสายใจ ตัณฑนุช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2708-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF THAI WINE ON SURFACE ROUGHNESS AND EROSION OF VARIOUS TOOTH-COLORED FILLING MATERIALS

Miss Saijai Tanthanuch

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Sciences Program in Operative Dentistry

Department of Operative Dentistry
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University

Academic Year 2005
ISBN 974-53-2708-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของไวน์ไทยต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน
โดย	นางสาวสายใจ ตัณฑนุช
สาขาวิชา	ทันตกรรมหัตถการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วาสนา พัฒนพีระเดช

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ฐิติมา ภู่ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ขวัญตา จารุอำพรพรรณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วาสนา พัฒนพีระเดช)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ชัยวัฒน์ มณีนุษย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง มุรธา พานิช)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สายใจ ตัณฑนุช : ผลของไวน์ไทยต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน. (EFFECT OF THAI WINE ON SURFACE ROUGHNESS AND EROSION OF VARIOUS TOOTH-COLORED FILLING MATERIALS) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ทญ. วาสนา พัฒนพีระเดช 79 หน้า. ISBN 947-53-2708-5.

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของไวน์ไทย ได้แก่ ไวน์แดงและไวน์ขาวต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ได้แก่ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์ เรซินคอมโพสิตและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะเมื่อแช่ในไวน์ชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน

วิธีการทดลอง เตรียมชิ้นตัวอย่างวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันกลุ่มละ 10 ชิ้น วัดความหยาบผิวของวัสดุโดยพิจารณาจากค่าความหยาบผิวเฉลี่ยและการสึกกร่อนของวัสดุพิจารณาจากความแตกต่างความขรุขระของพื้นผิวโดยดูจากปริมาตรหลุมและปริมาตรยอด ด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิว นำชิ้นตัวอย่างแช่ไวน์ 25 นาที สลับกับแช่น้ำลายเทียม 5 นาที จนครบ 4 ครั้ง จากนั้นแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำลายเทียม 22 ชั่วโมง แล้วทำซ้ำจนครบ 5 รอบ วัดความหยาบผิว ปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างอีกครั้งด้วยวิธีเดียวกัน ทดสอบค่าที่ได้ด้วยสถิติแพร์ทีเทส วันเวย์อโนวาและอินดีเพนเดนท์ทีเทส

ผลการทดลอง ไวน์แดงและไวน์ขาวทำให้ความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุทั้ง 5 ชนิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) เมื่อแช่ในไวน์ชนิดเดียวกันทั้งในไวน์แดงและไวน์ขาว วัสดุแต่ละชนิดมีความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนก่อนและหลังแช่ไวน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความแตกต่างความหยาบผิวเมื่อแช่ไวน์แดงแตกต่างจากไวน์ขาวอย่างมีนัยสำคัญ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความแตกต่างการสึกกร่อนเมื่อแช่ไวน์แดงแตกต่างจากไวน์ขาวอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05)

สรุป ไวน์ไทยทำให้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันมีความหยาบผิวและการสึกกร่อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....สายใจ ตัณฑนุช.....

สาขาวิชาทันตกรรมหัตถการ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2548.....

4776126832 : MAJOR OPERATIVE DENTISTRY

KEY WORD: WINE / SURFACE ROUGHNESS / EROSION / TOOTH-COLORED FILLING MATERIAL

SAIJAI TANTHANUCH: EFFECT OF THAI WINE ON SURFACE ROUGHNESS AND EROSION OF VARIOUS TOOTH-COLORED FILLING MATERIALS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. VASANA PATANAPIRADEJ,79 pp. ISBN 974-53-2708-5.

Objectives. This study was to investigate the effect of Thai wines (red and white wines) on surface roughness and erosion of various tooth-colored filling materials : glass ionomer cement, resin modified glass ionomer cement, giomer, compomer and resin composite and to compare difference in surface roughness and erosion of tooth-colored filling materials after being soaking in the same type of wines and different types of wines.

Materials and Methods. Specimens (n=10) of tooth-colored filling materials were prepared. Each specimen was subjected to surface roughness and erosion measurements to obtain a baseline value. Surface roughness was evaluated by average surface roughness and erosion was evaluated by difference in volumes of holes and peaks using Profilometer. Specimens were alternately immersed in wines 25 minutes and in artificial saliva 5 minutes for 4 cycles after that immersed in artificial saliva 22 hours and then repeated this process for 5 times. Surface roughness and erosion measurements were performed again. The data were analyzed by Pair T-test, One-way ANOVA and Independent T-test.

Results. After being soaked in red and white wines significantly increased surface roughness and erosion of all tooth-colored filling materials (P-value<0.05). After being soaked in the same type of wines, surface roughness and erosion of each tooth-colored filling material differed significantly (P-value<0.05). The difference in surface roughness of glass ionomer cement and resin modified glass ionomer cement after being soaked in red wine differed from white wine significantly. The difference in erosion of glass ionomer cement after being soaked in red wine differed from white wine significantly (P-value<0.05).

Conclusions. After being soaked in Thai wines increased surface roughness and erosion of all tooth-colored filling materials especially glass ionomer cement.

Department of Operative Dentistry.....Student's signature.....Saijai Tonthanuch.....

Field of study Operative Dentistry.....Advisor's signature.....Vasana Patanapiradej.....

Academic year 2005.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วาสนา พัฒนพีระเดช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.สุชิต พูลทอง ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านจากภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อบรมสั่งสอน มอบความรู้และคำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณอาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำด้านสถิติงานวิจัย ขอขอบคุณบุคคลากรประจำศูนย์วิจัยทางทันตวัสดุศาตร์และศูนย์วิจัยทางชีววิทยาช่องปากทุกท่าน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ประกอบการวิจัยและให้ความสะดวกในการดำเนินการวิจัยทุกขั้นตอน

ขอขอบคุณบริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย บริษัท แอคคอร์ด คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนวัสดุทางทันตกรรมและบริษัท บีบี กรุ๊ปส์ เทรดดิง คัมพะนิ ลิมิตเทด ไทยแลนด์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนไวน์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ท้ายสุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง รวมทั้งทุกท่านที่ให้ความรัก ความห่วงใยและให้กำลังใจตลอดเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

ข้อตกลงเบื้องต้น 3

ข้อจำกัดของการวิจัย 4

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

วิธีดำเนินการวิจัย 4

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 24

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย 24

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 25

วิธีวิจัย 26

การเก็บรวบรวมข้อมูล 30

การวิเคราะห์ข้อมูล 30

บทที่ 4 รายงานผลการวิจัย 32

การทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์ 32

การทดสอบค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังแช่ในไวน์ โดยใช้สถิติแพร์ทีเทส 32

บทที่ หน้า

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างระหว่างกลุ่มวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ 5 ชนิดเมื่อนำไปแช่ในไวน์ชนิดเดียวกัน โดยใช้สถิติวันเวย์อโนวา 37
การทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ต่างชนิดกัน โดยใช้สถิติอินดีเพนเดนท์ทีเทส 40
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 43
อภิปรายผลการวิจัย 43
สรุปผลการวิจัย 49
ข้อเสนอแนะ 50
รายการอ้างอิง 51
ภาคผนวก 58
ภาคผนวก ก. ส่วนประกอบของน้ำลายเทียม 59
ภาคผนวก ข. วัสดุบูรณะที่ใช้ในการวิจัย 60
ภาคผนวก ค. ค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์ 61
ภาคผนวก ง. ค่าความหยาบผิว ปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดของแต่ละชิ้นตัวอย่าง .. 62
ภาคผนวก จ. ค่าโอกาสความน่าจะเป็น 70
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 79

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของสารเจือในส่วนประกอบของเรซินแมทริกซ์ 10
ตารางที่ 2 ปริมาณกรดอินทรีย์ในไวน์ 19

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 1 แผนภูมิการผลิตไวน์ขาวจากองุ่น 17
ภาพที่ 2 แผนภูมิการผลิตไวน์แดงจากองุ่น..... 18
ภาพที่ 3 แม่พิมพ์สำหรับชิ้นตัวอย่าง..... 26
ภาพที่ 4 ปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิทและกดเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก 27
ภาพที่ 5 ชิ้นตัวอย่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์..... 27
ภาพที่ 6 การทดสอบชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิว 29
ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์แดง.....32
ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว.....33
ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์แดง.....34
ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว.....34
ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์แดง.....35
ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว.....36
ภาพที่ 13 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด
ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว.....37
ภาพที่ 14 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด
ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว.....38
ภาพที่ 15 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด
ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว.....39
ภาพที่ 16 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด
ก่อนและหลังแช่ไวน์ เปรียบเทียบไวน์แดงและไวน์ขาว.....40
ภาพที่ 17 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด
ก่อนและหลังแช่ไวน์ เปรียบเทียบไวน์แดงและไวน์ขาว.....41
ภาพที่ 18 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด
ก่อนและหลังแช่ไวน์ เปรียบเทียบไวน์แดงและไวน์ขาว.....42

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆให้มีคุณสมบัติดีขึ้น รวมทั้งมีความสวยงามมากขึ้น ส่งผลให้มีการนำวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆมาใช้งานในวงการทันตกรรมอย่างกว้างขวาง แม้ว่าจะมีการพัฒนาองค์ประกอบและคุณสมบัติต่างๆให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้สามารถมีอายุการใช้งานและอยู่ในช่องปากได้เป็นระยะเวลานานก็ตาม แต่การบริโภคอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มบางชนิด เช่น ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว น้ำอัดลม กาแฟ น้ำชาและไวน์ เป็นต้น อาจจะส่งผลต่อความสวยงามและคุณสมบัติต่างๆของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันได้ เช่น ความแข็งผิว ความโปร่งแสงและความหยาบผิว เป็นต้น[1-3] นอกจากนี้ยังพบว่าความถี่ในการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติต่างๆของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน[4]

ไวน์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่คนไทยนิยมดื่มกันมากขึ้น โดยรับวัฒนธรรมมาจากชาวต่างชาติ[5] ซึ่งนิยมดื่มไวน์ร่วมกับการรับประทานอาหาร เช่น ดื่มไวน์แดงร่วมกับการรับประทานอาหารประเภทเนื้อวัว เนื้อแกะ เนื้อหมูและไก่งวง เป็นต้น ดื่มไวน์ขาวร่วมกับการรับประทานอาหารประเภทเนื้อปลา หอยนางรม อาหารทะเลและผลไม้ เป็นต้น[6] มีหลายการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการดื่มไวน์ในปริมาณเหมาะสมเป็นประจำจะช่วยทำให้ลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (coronary heart disease)[6-10] นอกจากนี้พบว่าการดื่มไวน์ก่อนอาหารเป็นการเรียกน้ำย่อย ทำให้เกิดความอยากอาหารและเมื่อเติมไวน์ลงในอาหารหรือหมักกับวัตถุดิบจะช่วยเสริมกลิ่นรสอาหารให้น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น[11] ปัจจุบันนี้ประเทศไทยสามารถผลิตไวน์ได้มาตรฐานสากลทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก

ไวน์ทุกชนิดที่ผลิตขึ้นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ รสชาติและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อให้ได้มาตรฐานสากลโดยการชิมไวน์จากนักชิมไวน์ที่มีคุณภาพ[12] มีรายงานผู้ป่วยที่แสดงให้เห็นว่านักชิมไวน์เหล่านี้มีฟันสึกกร่อน (dental erosion) เกิดขึ้น[13-15] สาเหตุเกิดจากความถี่ในการชิมไวน์[16]ร่วมกับความเป็นกรดของไวน์[12, 14, 16] พบว่าไวน์ขาวและไวน์แดงมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.0-3.8[12, 14, 15, 17] ไวน์ขาวมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าไวน์แดง[12, 17] ซึ่งกรดจากไวน์จะสัมผัสกับฟันทำให้เกิดฟันสึกกร่อนขึ้น นอกจากนี้พบว่าไวน์ทำให้เกิดการติดสีบนผิวฟัน[18] และมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าไวน์มีผล

ต่อการเสื่อมสภาพผิว (surface degradation) ของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน[4, 19] ทำให้เกิดการติดสีซึ่งส่งผลต่อความสวยงามของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันได้[3]

การบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันให้ประสบความสำเร็จนั้น นอกจากจะเลือกใช้วัสดุบูรณะได้อย่างเหมาะสมแล้ว การสึกกร่อนจากการละลายของวัสดุและพื้นผิวที่เปลี่ยนไปของวัสดุบูรณะนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาประกอบ เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สามารถบอกถึงอายุการใช้งานของวัสดุในช่องปากของผู้ป่วยได้[20] เมื่อวัสดุละลายตัวทำให้เกิดผลเสียตามมา เช่น สูญเสียลักษณะกายวิภาคที่ถูกต้อง หากเกิดการละลายบริเวณขอบอาจทำให้เกิดการรั่วซึมที่ขอบและเกิดการผุซ้ำตามมาได้[21] นอกจากนี้การละลายตัวของวัสดุบูรณะส่งผลให้ผิวของวัสดุบูรณะเกิดความขรุขระได้ ซึ่งผิววัสดุบูรณะที่มีความขรุขระจะทำให้เกิดการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่อข้างเคียง เกิดการอักเสบของเหงือก โดยเฉพาะในบริเวณที่อยู่ชิดขอบเหงือกหรือใต้ขอบเหงือก[22] นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เกิดการติดสีบริเวณผิววัสดุมากขึ้น ส่งผลให้อายุการใช้งานของวัสดุบูรณะในปากลดลง[1, 23-25] ปัจจุบันมีรายงานถึงผลของไวน์ต่อการสึกกร่อนของฟันเป็นจำนวนมาก[12-17]แต่มีรายงานถึงผลของไวน์ต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันค่อนข้างน้อย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากไวน์สัมผัสกับวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆจะมีผลการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงผลของไวน์ไทยต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของไวน์ต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆเมื่อแช่ในไวน์ชนิดเดียวกัน

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดเดียวกันเมื่อแช่ในไวน์ต่างชนิดกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ผลที่ได้จะเป็นแนวทางบ่งบอกถึงโอกาสที่ไวน์ทำให้เกิดความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิด

ต่างๆ แต่การนำผลไปใช้ในทางคลินิกโดยตรงต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่ทำให้สภาวะในปากมีความซับซ้อนและแตกต่างจากสภาวะในห้องปฏิบัติการ เช่น การไหลของน้ำลายซึ่งจะช่วยชะล้างความเป็นกรดของไวน์ องค์ประกอบอนินทรีย์ของน้ำลายที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์และผลจากอาหารที่รับประทานร่วมกับไวน์ ถึงแม้การศึกษานี้จะพยายามเลียนแบบสภาวะจริงในช่องปาก โดยให้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันสัมผัสกับไวน์สลับกับการสัมผัสกับน้ำลายเทียมเป็นเวลาใกล้เคียงกับนักชิมไวน์ทำการชิมไวน์ในแต่ละครั้ง แต่เป็นเพียงส่วนหนึ่งของสภาพความเป็นจริงเท่านั้น เพราะในชีวิตประจำวันนักชิมไวน์จะชิมไวน์หลายชนิดและทำเช่นนี้เป็นประจำ ทำให้มีการสึกกร่อนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

นอกจากนี้ผลการศึกษาที่ได้อาจไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่นๆที่ไม่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้ได้เนื่องจากองค์ประกอบที่แตกต่างกันของเครื่องดื่มแต่ละชนิด

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การเตรียมชิ้นทดสอบและการทดสอบจะกระทำโดยผู้วิจัยเพียงผู้เดียว

2. การทดสอบครั้งนี้กำหนดให้นำชิ้นตัวอย่างมาสัมผัสไวน์โดยการแช่เป็นระยะเวลา 25 นาทีสลับกับการแช่ในน้ำลายเทียม เป็นระยะเวลา 5 นาที เป็นจำนวน 4 ครั้ง จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปแช่ในน้ำลายเทียมเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมง ทำซ้ำเช่นนี้จำนวน 5 รอบ เพื่อเป็นการเลียนแบบสภาวะจริงในการชิมไวน์ของนักชิมไวน์[11]

3. ไวน์ที่ใช้ในการวิจัย คือ ไวน์องุ่นแดงและไวน์องุ่นขาวที่ผลิตในประเทศไทย โดยเลือกใช้ไวน์แดง พีบีแวลเลย์เขาใหญ่รีเซอร์ฟเรดไวน์ บริษัท บีบี กรุ๊ปส์ เทรดดิง คัมพะนี ลิมิตเทด ไทยแลนด์ (PB Valley Khao Yai Reserve Red Wine 2001, B.B.Groups Trading Co.,Ltd., Thailand) และไวน์ขาว พีบีแวลเลย์เขาใหญ่รีเซอร์ฟไวต์ไวน์ บริษัท บีบี กรุ๊ปส์ เทรดดิง คัมพะนี ลิมิตเทด ไทยแลนด์ (PB Valley Khao Yai Reserve White Wine 2003, B.B.Groups Trading Co.,Ltd.,Thailand) เนื่องจากเป็นไวน์ไทยที่ผลิตได้คุณภาพและมาตรฐานซึ่งผ่านการคัดเลือกไวน์ไทยเพื่อใช้ในงานรับรองการประชุมเอเปค (APEC) ปีพุทธศักราช 2546

4. วัสดุสีเหมือนฟันที่ใช้ในการวิจัย คือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ได้แก่ คีแทค ฟิลพลัสแอพพลิแคป บริษัท 3 เอ็ม เดนทัล โปรดักส์ มินเนโซตา สหรัฐอเมริกา (Ketac Fil Plus Applicap, 3M ESPE Dental Products, MN, USA) เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ได้แก่ จีซีฟูจิทูแอลซีแคปซูล บริษัท จีซี คอร์ปอเรชัน โตเกียว ญี่ปุ่น (GC Fuji II LC Capsule, GC Corporation, Tokyo, Japan) ไจโอเมอร์ ได้แก่ บิวตีฟิล บริษัท โชฟุ เดนทัล คอร์ปอเรชัน

แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา (Beautifil, Shofu Dental Corporation, CA, USA) คอมโพเมอร์ ได้แก่ เอฟ 2000 คอมโพเมอร์ บริษัท 3 เอ็ม เดนทัล โปรดักส์ มินเนโซตา สหรัฐอเมริกา (F2000 Compomer, 3M ESPE Dental Products, MN, USA) เรซินคอมโพสิต ได้แก่ ฟิลเทคแซด 250 บริษัท 3 เอ็ม เดนทัล โปรดักส์ มินเนโซตา สหรัฐอเมริกา (Filtek™ Z250, 3M ESPE Dental Products, MN, USA)

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดลองที่ทำในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการจำลองปัจจัยต่างๆไม่สามารถทำให้เหมือนสภาพในช่องปากจริงได้ทุกประการ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ไวน์ (Wine)

ความหยาบผิว (Surface roughness)

การสึกกร่อน (Erosion)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของไวน์ที่ทำการศึกษาต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการเลือกใช้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆได้อย่างเหมาะสม

3. การเผยแพร่ผลการวิจัยต่อสาธารณชนอาจช่วยปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดื่มไวน์ที่นำไปสู่สุขภาพช่องปากที่ดีขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย	2547			2548												2549		
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.ขั้นตอนเตรียมการวิจัย 1.1.ศึกษาข้อมูลและทบทวนวรรณกรรม																		
1.2.วางแผนออกแบบการวิจัย																		
1.3.ศึกษาวิจัยนำร่อง																		
1.4.จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์																		
1.5.เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์																		
2.ขั้นตอนดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล																		
3.ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล																		
4.ขั้นรายงานผล 4.1.จัดทำรายงาน																		
4.2.นำเสนอผลการวิจัยต่อคณะกรรมการ																		

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน

ปัจจุบันนี้การบูรณะฟันนิยมใช้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน เพราะมีสีคล้ายคลึงกับฟันธรรมชาติ วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันเหล่านี้ ได้แก่ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินคอมโพสิต คอมโพเมอร์และไจโอเมอร์ โดยวัสดุเหล่านี้มีองค์ประกอบ ปฏิกิริยาการก่อตัว คุณสมบัติ ข้อดี ข้อด้อยและข้อบ่งชี้ในการใช้ที่แตกต่างกันดังนี้คือ

1.1. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนผง (powder) และส่วนของเหลว (liquid)[26] เมื่อใช้งานจึงนำมาผสมกันจะเกิดปฏิกิริยากรด-ด่างทำให้วัสดุก่อตัวในระยะเวลาต่อมา[27] ส่วนผงประกอบด้วยแคลเซียมอลูมิโนซิลิเกตกลาส (calciumalumino silicate glass) เตรียมได้โดยหลอมรวมซิลิกา (SiO_2) อลูมินา (Al_2O_3) และแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) ที่อุณหภูมิ 1,000-1,300 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็นลงจะได้แก้วที่มีความโปร่งใสแตกต่างกัน ขึ้นกับอัตราส่วนของซิลิกาและอลูมินาที่ใช้ ในกรณีที่มีส่วนของซิลิกามาก แก้วที่ได้จะมีความโปร่งใสมาก โดยปกติส่วนผงจะมีอัตราส่วนระหว่างอลูมินาและซิลิกา 1 ต่อ 2 หรือมากกว่านั้น และมีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบร้อยละ 23[27] ขนาดของส่วนผงในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่ใช้เป็นวัสดุบูรณะนั้นจะมีขนาดโดยเฉลี่ย 45 ไมครอน ส่วนของเหลวประกอบด้วยกรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) หรือโคโพลีเมอร์ของกรดโพลีอะคริลิก (copolymer of polyacrylic acid) กรดอิทาโคนิก (itaconic acid) กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) และน้ำ โดยกรดโพลีอะคริลิกประกอบด้วยกรดอัลคีโนอิก (alkenoic acid) กรดมาเลอิก (maleic acid) กรดฟูมาลิก (fumaric acid) กรดบิวเทเนโดอิก (butenedoic) ซึ่งกรดเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับส่วนผงโดยตรง กรดอิทาโคนิกใช้เพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนสภาพเป็นวุ้นของกรดอะคริลิก เนื่องจากการเกิดพันธะภายในโมเลกุลของกรดอะคริลิก ทำให้มีสภาพเป็นวุ้น มีความหนืดเพิ่มขึ้น ไม่สามารถใช้งานได้ ดังนั้นการเพิ่มกรดอิทาโคนิกลงไปในส่วนของเหลวจึงมีประโยชน์ในการเพิ่มอายุการใช้งานของวัสดุ[28] กรดทาร์ทาริกเป็นสารที่ใช้เพื่อปรับระยะเวลาก่อตัวให้เร็วขึ้น ซึ่งวัสดุที่ผลิตขึ้นมาในช่วงแรกต้องใช้ผงแก้วที่มีฟลูออไรด์สูงเท่านั้นจึงจะก่อตัวได้

เร็ว แต่วัสดุที่ได้จะมีความโปร่งแสงต่ำเนื่องจากผลของฟลูออไรด์ การเพิ่มกรดทาร์ทาริกลงไปจะลดปริมาณฟลูออไรด์ ผลคือ เพิ่มความโปร่งแสงให้กับวัสดุ[28] น้ำจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางของการทำปฏิกิริยาและมีบทบาทต่อผลผลิตที่ได้ ถ้าปริมาณน้ำมากเกินไปจะทำให้วัสดุก่อตัวช้า ในขณะที่ปริมาณน้ำน้อยเกินไปไม่เพียงพอในปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration reaction) ส่งผลให้วัสดุไม่แข็งแรง ดังนั้นปริมาณน้ำที่พอเหมาะจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้วัสดุก่อตัวเร็วขึ้น แข็งแรงและทนทานมากขึ้น[28]

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในระยะก่อตัวเริ่มแรก คือ 5-10 นาที หลังการผสมจะมีการละลายและสึกกร่อนอย่างมากเมื่อสัมผัสกับน้ำ อัตราการสึกกร่อนจะลดลงตามระยะเวลาจนกระบวนการก่อตัวเสร็จสมบูรณ์[29] ในระยะแรกของการผสมและบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความทึบแสงสูงและมีสีแตกต่างจากตัวอย่างสี (shade guide) เนื่องจากดัชนีการหักเหแสงของส่วนที่เป็นผงแก้วและส่วนแมทริกซ์มีความแตกต่างกัน โดยในช่วงแรกแมทริกซ์ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเกลือแคลเซียมคาร์บอกซิเลต ซึ่งมีดัชนีการหักเหแสงต่างจากผงแก้วมาก ทำให้สีในช่วงแรกแตกต่างจากตัวอย่างสี เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1 สัปดาห์วัสดุจะเกิดปฏิกิริยาก่อตัวสมบูรณ์ ส่วนแมทริกซ์ซึ่งมีเกลืออลูมิเนียมคาร์บอกซิเลตปริมาณมากจะมีค่าดัชนีการหักเหแสงของส่วนผงแก้วและแมทริกซ์ใกล้เคียงกัน วัสดุจึงมีความทึบแสงน้อยลงและมีสีเหมือนกับสีจากตัวอย่างสีมากขึ้น ดังนั้นเมื่อทำการบูรณะฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์แล้วพบว่าระยะแรกมีสีที่ค่อนข้างทึบแสงและสีไม่เหมือนกับตัวอย่างสี จึงแนะนำให้รอประมาณ 1 สัปดาห์ หัตถการที่ต้องทำทันทีหลังจากบูรณะเสร็จ คือ การทาวานิช (varnish) หรือใช้สารเคลือบผิวในการป้องกันการสูญเสียและการดูดน้ำจากภายนอกเพื่อรักษาสมดุลของน้ำภายในเนื้อวัสดุ[30] ในกรณีที่มีน้ำหรือน้ำลายปนเปื้อนวัสดุบูรณะจะทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความทึบแสงมากขึ้นและลดความแข็งแรงและความแข็งผิวของวัสดุ[30-32] ส่วนในกรณีที่วัสดุสูญเสียน้ำมากเกินไปจะทำให้เกิดรอยแตกร้าวที่ผิววัสดุซึ่งเป็นการลดความแข็งแรงของวัสดุเช่นกัน[30, 32]

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุบูรณะที่มีข้อดีเด่นชัดเหนือกว่าวัสดุบูรณะประเภทอื่น คือ สามารถยึดติดกับฟันด้วยพันธะเคมี (chemical bond) มีคุณสมบัติความเข้ากันได้ทางชีวภาพที่ดี มีความเป็นพิษน้อยมากและเกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟันน้อยมาก[33] นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุบูรณะที่สามารถปลดปล่อยและรับฟลูออไรด์กลับคืนได้ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เกิดปฏิกิริยาก่อตัวที่สมบูรณ์แล้วจะมีปริมาณฟลูออไรด์อยู่ระหว่างร้อยละ 12-18[28] ทั้งในส่วนที่เป็นสารประกอบของผงแก้วและส่วนที่เป็นฟลูออไรด์อิสระใน

แมทริกซ์ การปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะไม่มีผลต่อโครงสร้างและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุบูรณะแต่อย่างใด[32, 34, 35] ฟลูออไรด์จะปลดปล่อยจากวัสดุบูรณะไปยังผิวเคลือบฟัน เนื้อฟันและวัสดุบูรณะบริเวณข้างเคียงทำให้ฟันมีความสามารถต้านทานการสูญเสียแร่ธาตุจากกรด (acid demineralization) และสะสมแร่ธาตุกลับคืนมาได้ (remineralizaton) จึงสามารถป้องกันการเกิดฟันผุรอบๆวัสดุบูรณะได้[30, 34, 36]

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ก่อตัวแล้ว มีคุณลักษณะที่แข็งแต่เปราะ มีค่าการต้านทานต่อการสึกกร่อนต่ำ ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาบูรณะบริเวณด้านบดเคี้ยว (occlusal surface) หรือบริเวณปลายฟัน (incisal edge)[34] เหมาะที่จะใช้บูรณะบริเวณคอฟันและในผู้ป่วยที่มีอัตราเสี่ยงต่อโรคฟันผุสูง[37]

1.2. เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้รับการพัฒนาขึ้นในช่วงคริสตศักราช 1991[38] วัสดุนี้ยังคงคุณสมบัติที่ดีของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ไว้แต่ปรับปรุงคุณสมบัติอื่นๆที่เป็นข้อด้อยของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[32] เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ผลิตขึ้นครั้งแรกเพื่อใช้รองพื้นหรือฉาบพื้นโพรงฟัน ต่อมาได้มีการพัฒนาเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เพื่อใช้เป็นวัสดุในการบูรณะฟัน[39]

เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนผงและส่วนของเหลว ส่วนผงประกอบด้วยเม็ดสีและผงแก้วที่สามารถปลดปล่อยอิออนได้ ผงแก้วดังกล่าวมีส่วนผสมของซิลิกา อลูมินา แคลเซียมฟลูออไรด์ อลูมิเนียมฟอสเฟต ($AlPO_4$) โซเดียมอลูมิเนียมฟลูออไรด์ ($NaAlF_6$) ในส่วนผงนี้มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบในปริมาณร้อยละ 23[40] ส่วนของเหลวประกอบด้วยกรดโพลีอะคริลิกชนิดดัดแปลง (modified polyacrylic acid) ไฮดรอกซีเอทธิลเมทธาคริเลทหรือฮีมา (hydroxyethymethacrylate or HEMA) หรือบีสจีเอ็มเอ (Bis-GMA) กรดอิทาโคนิก กรดทาร์ทาริกและน้ำ[41]

ปฏิกิริยาการก่อตัวของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มี 2 ชนิดร่วมกัน (dual cure) คือ เริ่มต้นปฏิกิริยาก่อตัวจะเกิดจากปฏิกิริยากรด-ด่างของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งเกิดช้ามากและตามด้วยปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน จากการถูกกระตุ้นด้วยแสงหรือสารเคมีหรือจากทั้ง 2 อย่างร่วมกัน[39, 40]

เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถยึดติดกับฟันด้วยพันธะเคมีเช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[34, 39, 40] ในกรณีที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงของการยึดติด สามารถทำได้โดยใช้กรดกัดฟันก่อนการบูรณะ[34] เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์

ซีเมนต์มีค่าความทนแรงดัด (flexural strength) ความทนแรงอัด (compressive strength) ความทนแรงดึง (tensile strength) และความทนแรงเฉือน (shear bond strength) สูงกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ดังนั้นเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จึงมีค่าต้านทานการแตกหักของวัสดุดีกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[34] จากคุณสมบัติของเรซินที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในวัสดุทำให้เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความเหนียว (toughness) มากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[39, 40] เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีปฏิกิริยาก่อตัวเกิดขึ้นทันทีเมื่อฉายแสง ดังนั้นจึงมีความแข็งแรงในระยะเริ่มต้นสูงและจากคุณสมบัติของเรซินที่อยู่ในวัสดุทำให้เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความต้านทานต่อการละลายมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[39, 40]

เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้โดยมีรูปแบบการปลดปล่อยฟลูออไรด์ใกล้เคียงกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[42, 43] นอกจากนี้พบว่าเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถดูดฟลูออไรด์กลับคืนจากสิ่งแวดล้อมนอกตัววัสดุบูรณะ เช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก อาหารหรือเครื่องดื่มที่มีฟลูออไรด์เป็นส่วนประกอบแล้วค่อยๆปล่อยออกมาในภายหลังได้เป็นระยะเวลายาวนาน[44, 45] ทำให้สามารถยับยั้งการเกิดฟันผุได้นาน[43]

วัสดุชนิดนี้เหมาะที่จะใช้บูรณะในผู้ป่วยที่มีอัตราเสี่ยงต่อโรคฟันผุสูง[46]และตำแหน่งบริเวณคอฟัน แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปบูรณะบริเวณด้านบดเคี้ยวหรือบริเวณปลายฟันและตำแหน่งที่ต้องการความสวยงามสูง[29]

1.3. เรซินคอมโพสิต

เรซินคอมโพสิตเป็นวัสดุบูรณะที่ถูกคิดค้นขึ้นในช่วงคริสตศักราช1960 พัฒนามาจากวัสดุบูรณะอะคริลิก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่ลดลง มีค่าการเปลี่ยนแปลงมิติหลังเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวน้อยกว่าและต้านทานต่อการสึกกร่อนดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุบูรณะอะคริลิกเรซิน[47] ต่อมาได้มีการพัฒนาคุณสมบัติในด้านต่างๆเพื่อให้สามารถนำมาบูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง จากนั้นมีการนำเรซินคอมโพสิตมาใช้งานอย่างกว้างขวางในวงการทันตกรรม[47]

เรซินคอมโพสิตประกอบด้วยวัฏภาคใหญ่ๆ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนเรซินแมทริกซ์ (resin matrix) และส่วนสารอัดแทรก (filler)[48, 49] โดยส่วนสารอัดแทรกเป็นสารอนินทรีย์ที่มีเสถียรภาพสูงเป็นวัฏภาคที่มีความคงทน เป็นส่วนเฉื่อยของวัสดุ สารอัดแทรกส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัติทึบรังสี จึงสามารถสังเกตความแตกต่างจากเนื้อฟันและเคลือบฟันเมื่อมองจากภาพรังสี

สารอัดแทรกที่ใช้ในเรซินคอมโพสิตมีหลายชนิด ได้แก่ แบเรียมกลาส (barium glass) โบรอนกลาส (boron glass) ลิเทียมอลูมิเนียมซิลิเกต (lithium aluminium silicate) สตรอนเทียมกลาส (strontium glass) ยิทเทรียมกลาส (yttrium glass) เซอร์โคเนียมกลาส (zirconium glass) แบเรียมอลูมินาซิลิเกต (barium alumina silicate) คริสตัลลีนควอตซ์ (crystalline quartz) และคอลลอยดอลซิลิกา (colloidal silica) ส่วนเรซินแมทริกซ์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไดเมทธาคริเลท (dimethacrylate) นอกจากนี้มีการเจือส่วนผสมอื่นๆเพื่อให้เกิดคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้ (ตารางที่1)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของสารเจือในส่วนประกอบของเรซินแมทริกซ์[47]

ส่วนผสม	คุณสมบัติ
สารจำพวกไดคีโตน (diketone) เช่น แคมโฟรควิโนน (camphorquinone)	สารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization initiators)
เทอเทียรี เอมีน (tertiary amine)	ปล่อยอนุมูลอิสระ (free radical) ขณะเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน
สารจำพวกไฮโดรควิโนน (hydroquinone)	ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization inhibitors)เพื่อช่วยยืดอายุวัสดุให้เก็บได้นานขึ้น
ไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide), อลูมินัมออกไซด์ (aluminum oxide)	รงควัตถุ ทำให้เกิดสี

วัสดุทั้งสองวัฏภาคนี้จะไม่ยึดเกาะกัน ดังนั้นจึงมีการปรับสภาพสารอัดแทรกก่อนด้วยการใช้สารคู่ควบ (coupling agent) ประเภทเมทธิล (methyl) ไวนิล (vinyl) หรืออีพอกซีไซเลน (epoxy silanes) ซึ่งสารดังกล่าวนี้ ปลายด้านหนึ่งของโครงสร้างจะเป็นไซลอกเซน (siloxane) ซึ่งจะยึดติดกับกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) บนพื้นผิวของสารอัดแทรก ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันกับโมโนเมอร์ในส่วนเรซินแมทริกซ์ สารคู่ควบนี้จะช่วยยึดให้ส่วนสารอัดแทรกยึดติดแน่นกับส่วนเรซินแมทริกซ์ ชั้นของส่วนยึดนี้จะเป็นชั้นบางๆ ระหว่างวัฏภาคทั้งสอง พบว่าวัสดุบูรณะชนิดเรซินคอมโพสิตที่มีสารคู่ควบอยู่ในปริมาณร้อยละ 1-6 (โดยน้ำหนักของสารอัดแทรก) จะทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีดีขึ้น[50]

เรซินคอมโพสิตจำแนกตามประเภทและขนาดของสารอัดแทรกได้ดังนี้[49-51] คือ ไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต (microfill resin composite) ประกอบด้วยสารอัดแทรกประเภทคอลลอยดอลซิลิกา ซึ่งมีขนาดสารอัดแทรกเฉลี่ย 0.04-0.4 ไมครอน ขนาดสารอัดแทรกที่เล็กทำให้ขัดแต่งได้ง่าย ผิวเรียบ สวยงามแต่มีความแข็งแรงต่ำ เทรดิชันนัลเรซินคอมโพสิต (traditional resin composite) สารอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตชนิดนี้อาจเป็นแบเรียมกลาส โบรอนกลาส ลิเทียมอลูมิเนียมซิลิเกต สตรอนเทียมกลาส ยิทเทรียมกลาส เซอร์โคเนียมกลาส แบเรียมอลูมินาซิลิเกตและคริสตัลลีนควอตซ์ โดยมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ขนาดสารอัดแทรกโดยเฉลี่ย 10-20 ไมครอน เรซินคอมโพสิตชนิดนี้มีความแข็งแรงสูงแต่ขัดแต่งได้เงาและสวยยาก ไฮบริดเรซินคอมโพสิต (hybrid resin composite) ประกอบด้วยสารอัดแทรก 2 ชนิด คือ สารอัดแทรกขนาดใหญ่ซึ่งมีขนาดเฉลี่ย 15-20 ไมครอนและสารอัดแทรกประเภทคอลลอยดอลซิลิกามีขนาดเฉลี่ย 0.04-0.4 ไมครอน การใส่สารอัดแทรกประเภทคอลลอยดอลซิลิกาลงไปทำให้เรซินคอมโพสิตมีปริมาณสารอัดแทรกมากขึ้น ทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีดีขึ้น[50] สามารถใช้ในการบูรณะในฟันหลังและขัดแต่งได้สวยงามกว่าเทรดิชันนัลเรซินคอมโพสิต แต่น้อยกว่าไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต ทำให้จำกัดการใช้ได้เฉพาะการบูรณะในฟันหลังและการบูรณะฟันหน้าในบางกรณีเท่านั้น ต่อมาจึงมีการผลิตสารอัดแทรกให้มีขนาดเล็กลงกว่าสารอัดแทรกในกลุ่มไฮบริดเรซินคอมโพสิต โดยสารอัดแทรกมีขนาดเฉลี่ย 0.4-0.6 ไมครอน เรียกเรซินคอมโพสิตในกลุ่มนี้ว่าไมโครไฮบริดเรซินคอมโพสิต (microhybrid resin composite) ซึ่งสามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลังเพราะมีความแข็งแรงเทียบเท่าไฮบริดเรซินคอมโพสิต ขัดแต่งได้เรียบและเงางามใกล้เคียงไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต[50, 51] แต่ถ้ามีการสึกกร่อนเกิดขึ้นพบว่าไฮบริดเรซินคอมโพสิตและไมโครไฮบริดเรซินคอมโพสิตจะมีผิวขรุขระและไม่เรียบเท่าไมโครฟิลล์เรซินคอมโพสิต เนื่องจากขนาดสารอัดแทรกในเรซินคอมโพสิตมีผลต่อความหยาบผิวของวัสดุบูรณะ โดยวัสดุบูรณะที่มีสารอัดแทรกขนาดใหญ่จะมีความหยาบผิวและการสึกกร่อนมากกว่าวัสดุบูรณะที่มีสารอัดแทรกขนาดเล็ก[52]

ปัจจุบันมีการนำนาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) มาใช้ในการผลิตสารอัดแทรกที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดเฉลี่ย 0.005-0.01 ไมครอน โดยเรียกเรซินคอมโพสิตในกลุ่มนี้ว่านาโนฟิลล์เรซินคอมโพสิต (nanofill resin composite) ขนาดของสารอัดแทรกที่เล็กทำให้เรซินคอมโพสิตมีปริมาณสารอัดแทรกมากขึ้นทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีดีขึ้น สามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง ขัดแต่งได้ง่าย ผิวเรียบและสวยงาม[52, 53]

ปฏิกิริยาการก่อตัวของเรซินคอมโพสิตเป็นปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน มี 2 ชนิด คือ ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีและชนิดก่อตัวด้วยแสง โดยเรซินคอมโพสิตชนิดที่ก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีจะมีเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) เป็นสารตั้งต้น (initiator) เทอเทียรีเอมีนเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยา (activator)[51] เรซินคอมโพสิตชนิดที่ก่อตัวด้วยแสง เมื่อถูกกระตุ้นด้วยการฉายแสงสีน้ำเงินชนิดเห็นด้วยตาเปล่าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร แคมโฟรควิโนนซึ่งเป็นสารตั้งต้นจะถูกกระตุ้นแล้วร่วมกับเอมีน ซึ่งเป็นสารร่วมสารตั้งต้น (co-initiator) แตกตัวปล่อยอนุมูลอิสระทำให้พันธะคู่ (c=c) ของโมโนเมอร์แตกตัวและมีกระบวนการถ่ายทอดอิเลคตรอน ทำให้โมเลกุลของโมโนเมอร์ต่อกันเป็นสายโพลีเมอร์ พันธะคู่บางส่วนมีการเชื่อมต่อกันระหว่างสายโพลีเมอร์เกี่ยวพันกันเป็นร่างแหตาข่ายโพลีเมอร์ ทำให้วัสดุก่อตัว[46, 54-57]

เนื่องจากเรซินคอมโพสิตชนิดที่ก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีมีข้อด้อยหลายประการด้วยกัน[50] คือ ใช้ระยะเวลานานในการก่อตัว มีฟองอากาศเกิดขึ้นในเนื้อวัสดุเนื่องจากการผสมวัสดุก่อให้เกิดการยับยั้งปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันและมีความหยาบผิวของวัสดุเพิ่มขึ้น รวมทั้งภายหลังการบูรณะฟันด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดที่ก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีพบว่ามีการเปลี่ยนสีได้ง่าย[50] ทำให้เรซินคอมโพสิตชนิดที่ก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีไม่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เรซินคอมโพสิตชนิดก่อตัวด้วยแสงมีข้อดี[50] คือ สีสวย ใช้งานง่ายและมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี สามารถขัดแต่งได้ทันที แต่มีข้อด้อย[50] คือ จะต้องมีเครื่องฉายแสงสีน้ำเงินชนิดเห็นด้วยตาเปล่าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร และแสงจากเครื่องฉายแสงนี้อาจเป็นอันตรายต่อเรตินา (retina) ในดวงตาได้[50] นอกจากนี้ความลึกในการบ่มตัวของวัสดุมีระยะจำกัด คือ ประมาณ 3 มิลลิเมตร[50] ดังนั้นการบูรณะฟันที่มีโพรงฟันลึกมากกว่า 3 มิลลิเมตร หากจะบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดก่อตัวด้วยแสงจะต้องบูรณะเป็นชั้นๆละไม่เกิน 3 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามเรซินคอมโพสิตทั้ง 2 ชนิด เป็นวัสดุบูรณะที่มีข้อด้อยกว่าวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดอื่น คือ ไม่สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้[50, 51]

เรซินคอมโพสิตสามารถใช้บูรณะได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง แต่มีข้อจำกัดในการใช้งาน คือ ใช้บูรณะในบริเวณที่สามารถกันน้ำลายหรือความชื้นได้เท่านั้น เนื่องจากเป็นวัสดุบูรณะที่ไวต่อความชื้นและไม่สามารถใช้เรซินคอมโพสิตร่วมกับวัสดุที่มีส่วนประกอบของยูจีนอล (eugenol) หรือน้ำมันกานพลู (clove oil) เนื่องจากยูจีนอลและน้ำมันกานพลูจะขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน[50, 52]

1.4. คอมโพเมอร์

คอมโพเมอร์หรือโพลีแอซิดโมดิฟายด์เรซินคอมโพสิต (polyacid modified resin composite) เป็นวัสดุบูรณะที่ถูกคิดค้นขึ้นในปีคริสตศักราช 1993 เพื่อแก้ปัญหาความยุ่งยากในการใช้งานของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[32] โดยรวมเอาคุณสมบัติที่ดีของเรซินคอมโพสิต คือ ใช้งานสะดวก มีสีเหมือนฟัน มีปฏิกิริยาการก่อตัวด้วยแสงและคุณสมบัติที่ดีของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ คือ สามารถยึดติดกับฟันได้โดยมีพันธะการยึดติดทางเคมี สามารถยับยั้งการเกิดฟันผุด้วยการปลดปล่อยฟลูออไรด์ มีค่าสัมประสิทธิ์การหดตัวเมื่อได้รับความร้อนใกล้เคียงกับฟัน มีการหดตัวภายหลังการก่อตัวน้อยและมีการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในโพรงประสาทฟันน้อย

คอมโพเมอร์ที่ใช้เป็นวัสดุบูรณะมีองค์ประกอบหลักเช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินคอมโพสิต คือ ประกอบด้วยซิลิเกตกลาส โซเดียมฟลูออไรด์และโพลีเอซิดโมดิไฟด์โมโนเมอร์ (polyacid modified monomer) ที่ปราศจากน้ำ คอมโพเมอร์มีลักษณะบรรจุเป็นหลอดเดียว[50] มีปริมาณสารอัดแทรกร้อยละ 42 – 67 โดยปริมาตร ขนาดของสารอัดแทรกมีค่าเฉลี่ย 0.8 - 5.0 ไมครอน[40, 47] เนื่องจากขนาดของสารอัดแทรกมีผลต่อความแข็งแรงและความสวยงามของวัสดุ กล่าวคือ ขนาดของสารอัดแทรกที่เล็กลงจะทำให้ต้านทานต่อการสึกสูงขึ้น มีความแข็งแรงมากขึ้นและสามารถขัดแต่งได้สวยงามมากยิ่งขึ้น[47]

ปฏิกิริยาก่อตัวหลักของคอมโพเมอร์ คือ ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยการฉายแสงสีน้ำเงินชนิดเห็นด้วยตาเปล่าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร ปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้ส่วนของโมโนเมอร์ที่เป็นกรด (acidic monomer) เกิดการเกี่ยวพันกันเป็นร่างแหตาข่ายโพลีเมอร์ (polymer network) ทำให้เกิดการก่อตัวของวัสดุ โดยขณะเกิดปฏิกิริยานั้นวัสดุมีการดูดน้ำจากสิ่งแวดล้อมภายนอกเข้าไป ทำให้กลุ่มคาร์บอกซิลในโมเลกุลของโมโนเมอร์มีการแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออน (H^+) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารอัดแทรกที่มีฟลูออไรด์เกิดปฏิกิริยากรด-ด่างขึ้นคล้ายกับปฏิกิริยาก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[32, 58, 59]

คอมโพเมอร์สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น[35] โดยจะปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมามากในระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรกและจะลดน้อยลงเรื่อยๆตามระยะเวลาจนเกือบคงที่เมื่อผ่านไปไม่กี่สัปดาห์[35, 60] แต่มีบางการศึกษาที่แสดงว่าคอมโพเมอร์สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้นานกว่า 300 วันหรือ 1 ปีและปลดปล่อยฟลูออไรด์ไปยังบริเวณข้างเคียงได้เป็นระยะทาง 75 ไมครอน[40]

เนื่องจากคอมโพเมอร์มีความทนแรงอัดใกล้เคียงกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้บูรณะในฟันน้ำนมหรือบริเวณคอฟันในฟันแท้ และควรหลีกเลี่ยงการบูรณะด้วยคอมโพเมอร์ในบริเวณที่จะต้องรองรับแรงบดเคี้ยว[50, 52]

1.5. ไจโอเมอร์

ไจโอเมอร์เป็นวัสดุบูรณะชนิดใหม่ในวงการทันตกรรม ผลิตขึ้นโดยรวมเอาคุณสมบัติที่ดีของเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินคอมโพสิตเข้าไว้ด้วยกัน ไจโอเมอร์มีคุณสมบัติแตกต่างจากเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และคอมโพเมอร์ คือ เป็นวัสดุบูรณะที่สามารถปลดปล่อยและรับฟลูออไรด์กลับคืนมาได้ มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพที่ดี สะดวกในการใช้งานทางคลินิก ขัดแต่งได้เรียบ สวยงามและทนทานต่อการใช้งาน[61, 62]

ไจโอเมอร์ประกอบด้วยเรซินไดเมทธาคริเลท (resin dimethacrylate) ไฮดรอกซีเอทธิลเมทธาคริเลท (hydroxyethymethacrylate) โพลีเอซิด (polyacid) และพรีรีแอคเทดฟลูออโรอลูมิโนซิลิเกตกลาส (pre-reacted fluoroaluminosilicate glass)[62, 63] โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานหลักเป็นเรซิน (resin-based materials) ที่มีการเติมสารอัดแทรกชนิดพิเศษที่เรียกว่า พรีรีแอคเทดกลาส (pre-reacted glass หรือ PRG)[61, 64] ซึ่งเป็นผงแก้วของฟลูออโรอลูมิโนซิลิเกตกลาสที่ถูกนำไปทำปฏิกิริยากับกรดโพลีอัลคิโนอิกก่อนจะนำไปใส่ในเรซิน[62, 64, 65] จึงทำให้ไจโอเมอร์มีคุณสมบัติดีกว่าวัสดุบูรณะอื่นที่สามารถลดขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาในช่องปากซึ่งเป็นช่วงที่วัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีความไวต่อการสูญเสียความชื้นอันจะทำให้วัสดุสูญเสียความแข็งแรง นอกจากนี้ไจโอเมอร์ยังมีคุณสมบัติที่ดีเช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ คือ สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์และรับฟลูออไรด์กลับคืนมาได้[61, 62, 66]

ปฏิกิริยาการก่อตัวของไจโอเมอร์เป็นปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน เกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยการฉายแสงสีน้ำเงินชนิดเห็นด้วยตาเปล่าที่มีความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร จากการศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน พบว่าไจโอเมอร์มีค่าความแข็งผิวมาก[64]และจากการศึกษาความสามารถในการดูดน้ำพบว่าไจโอเมอร์เป็นวัสดุบูรณะที่มีการดูดน้ำจากสิ่งแวดล้อมภายนอกมาก ก่อให้เกิดการบวมตัวของวัสดุจากการดูดน้ำ ดังนั้นเมื่อนำไจโอเมอร์มาบูรณะในโพรงฟันจึงก่อให้เกิดแรงดันทุกทิศทาง (radial pressure) ต่อโพรงฟันเป็นอย่างมาก ซึ่งนับเป็นข้อด้อยของไจโอเมอร์[63]

ไจโอเมอร์สามารถใช้บูรณะได้ทั้งในฟันหน้า ฟันหลังและบริเวณคอฟันที่ผุและมีการสึกกร่อน[65] เนื่องจากไจโอเมอร์เป็นวัสดุบูรณะชนิดใหม่ในวงการทันตกรรม จึงทำให้มี

การศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่มากนัก ดังนั้นจึงควรต้องศึกษาคุณสมบัติต่างๆในระยะยาวต่อไป

2. ไวน์

2.1. ชนิดของไวน์

ไวน์ คือ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทสุราแช่ ทำจากการหมักน้ำผลไม้หรือผลไม้ลูกเล็กๆ โดยทั่วไปความหมายของไวน์จะหมายถึงน้ำไวน์ที่ได้จากการหมักผลองุ่นสด หากเป็นผลไม้อื่นๆมักจะใส่ชื่อผลไม้นั้นๆลงไปด้วย[67] เช่น ไวน์สับปะรด ไวน์ลิ้นจี่ ไวน์มะเม่า ไวน์มะเกี๋ยง เป็นต้น ไวน์นอกจากจะผลิตจากองุ่นและผลไม้แล้ว ยังผลิตได้จากวัตถุอื่นๆ เช่น ใบไม้ ดอกไม้ พืชผักสมุนไพร เครื่องเทศ ข้าว น้ำตาลสด น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผึ้ง เป็นต้น[11] ไวน์สามารถจำแนกได้หลายชนิด แล้วแต่ว่าจะถืออะไรเป็นหลัก[11] เช่นแบ่งตามปริมาณของแอลกอฮอล์ ความหวาน ก๊าซที่ละลายในไวน์และสี เป็นต้น ถ้าจำแนกชนิดของไวน์ตามปริมาณของแอลกอฮอล์จะแบ่งไวน์ได้เป็น 3 ชนิด คือ ไวน์ที่มีแอลกฮอล์ร้อยละ 8-14 โดยปริมาตร ไวน์ที่มีแอลกฮอล์ร้อยละ 15-17 โดยปริมาตรและไวน์ที่มีแอลกฮอล์ร้อยละ 18-22 โดยปริมาตร ถ้าจำแนกชนิดของไวน์ตามความหวาน แบ่งไวน์ได้เป็น 3 ชนิด คือ ไวน์ไม่หวาน (dry wines) ไวน์ชนิดนี้จะมีน้ำตาลไม่เกินร้อยละ 1 ภายหลังจากกระบวนการหมักไวน์เสร็จสมบูรณ์ ไวน์หวานเล็กน้อย (semi dry wines) ไวน์ชนิดนี้จะมีน้ำตาลร้อยละ 2-5 ภายหลังจากกระบวนการหมักไวน์เสร็จสมบูรณ์และไวน์หวาน (sweet wines) ไวน์ชนิดนี้จะมีน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 5 ภายหลังจากกระบวนการหมักไวน์เสร็จสมบูรณ์ ถ้าจำแนกชนิดของไวน์ตามก๊าซที่ละลายในไวน์ แบ่งไวน์ได้เป็น 2 ชนิด คือ ไวน์นิ่ง (still wines) คือ ไวน์ที่ไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในไวน์หรือมีก๊าซละลายอยู่น้อยและไวน์ฟอง (sparkling wines) หรือไวน์ซ่า (carbonated wines) คือ ไวน์ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ประมาณ 0.39 กรัมต่อ100 มิลลิลิตรไวน์ มีแรงดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 1.5 บรรยากาศที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (50 องศาฟาเรนไฮต์) ถ้าจำแนกชนิดของไวน์ตามสี จะแบ่งไวน์ได้ 3 ชนิด คือ ไวน์ขาว ไวน์แดงและไวน์ชมพู (rosé wines) ซึ่งสีที่แตกต่างนี้เกิดจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

2.2. กระบวนการผลิตไวน์

เนื่องจากไวน์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ไวน์ขาวและไวน์แดงจึงจะเปรียบเทียบกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันในไวน์ขาวและไวน์แดงจากองุ่นเท่านั้น ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้คือ[11]

2.2.1. สีและพันธุ์ขององุ่น ไวน์ขาวผลิตจากองุ่นเขียวหรืออาจผลิตจากองุ่นแดงก็ได้โดยการบีบเพื่อคั้นเอาเฉพาะน้ำองุ่นมาหมัก ส่วนไวน์แดงผลิตจากองุ่นแดงเท่านั้น

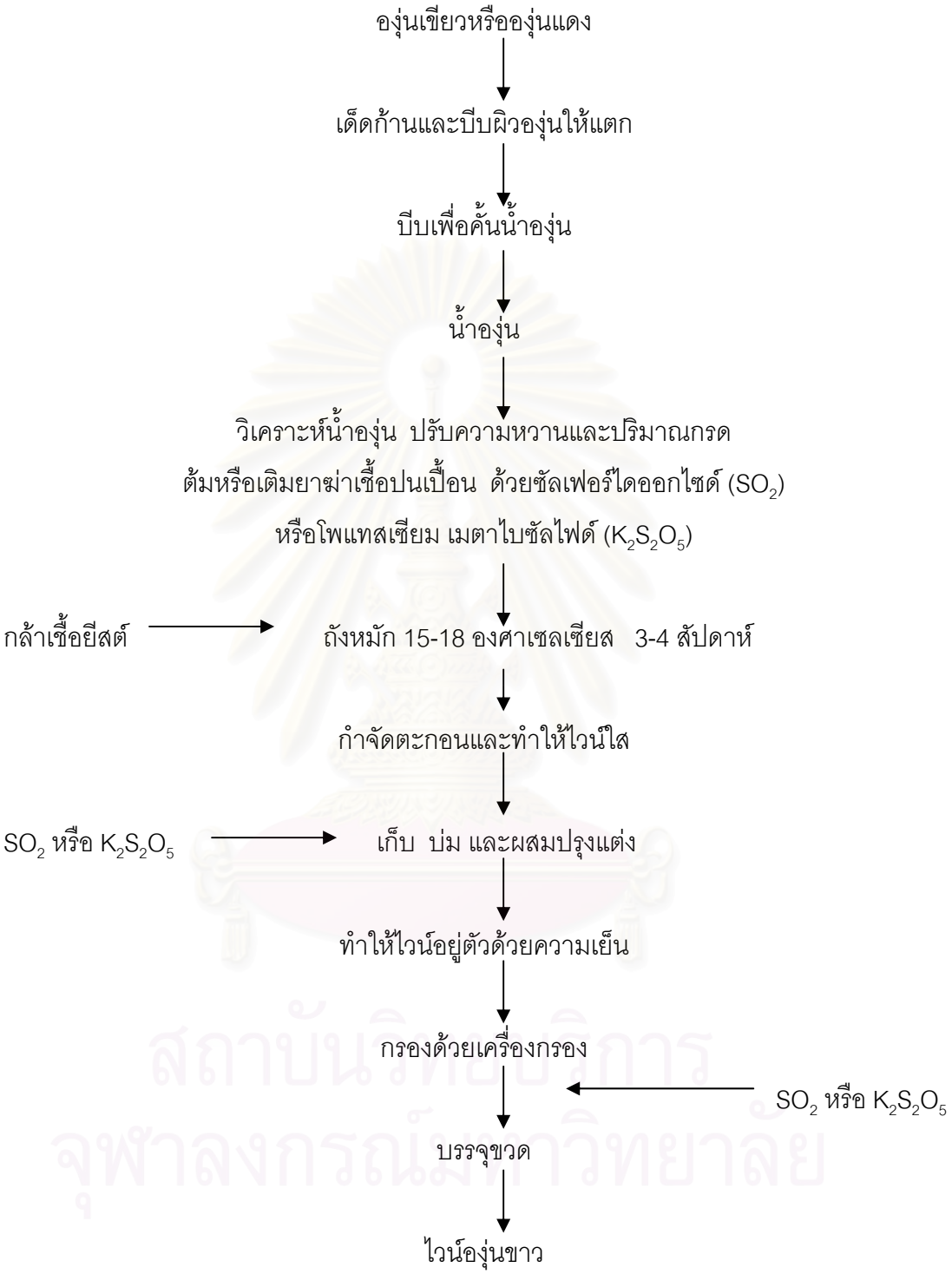
2.2.2. การบีบเพื่อคั้นน้ำองุ่น ไวน์ขาวจะบีบเพื่อคั้นน้ำองุ่นก่อนทำการหมัก ส่วนไวน์แดงจะหมักองุ่นทั้งเปลือกระยะหนึ่งก่อนที่จะทำการคั้นเอาเปลือกองุ่นทิ้งไปแล้วเอาน้ำไวน์สีแดงมาหมักต่อจนหมดความหวาน

2.2.3. การหมัก ภาชนะที่ใช้หมักและอุณหภูมิของการหมัก การหมักไวน์ขาวหมักเฉพาะน้ำองุ่น ส่วนไวน์แดงจะหมักทั้งเปลือกหรือผิวสีแดงขององุ่นที่ผ่านการเด็ดก้านและบีบให้ผิวแตกแล้ว ภาชนะที่ใช้หมักจะใช้ภาชนะที่แข็งแรง ทนทาน ไม่เป็นสนิม ทนต่อกรด-ด่าง แอลกอฮอล์และทำความสะอาดง่าย ไวน์ขาวจะหมักโดยใช้ถังหมักที่ปิดสนิท ส่วนไวน์แดงมักจะหมักในถังเปิด โดยมีแผ่นพลาสติกหรือแผ่นไม้กระดานปิดไว้แต่ไม่สนิท เพื่อกันไม่ให้แมลงและสัตว์เล็กตกลงไปและเพื่อความสะดวกในการเปิดฝาถังในการคนหรือกวนไวน์ ให้ผิวองุ่นได้สัมผัสกับน้ำไวน์ที่กำลังหมัก สกัดสี กลิ่นและรสชาติจากผิวองุ่น นอกจากนี้เป็นการระบายความร้อนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมักด้วย ถ้าจะหมักไวน์แดงในภาชนะที่ปิดสนิทจะต้องออกแบบภาชนะเป็นพิเศษ สำหรับอุณหภูมิในการหมักไวน์นั้นไวน์ขาวจะหมักที่อุณหภูมิต่ำกว่าไวน์แดง การควบคุมอุณหภูมิของการหมักไวน์ขาวค่อนข้างจะคงที่กว่าการหมักไวน์แดง

2.2.4. การบ่มไวน์ หากต้องบ่มไวน์ในถังไม้โอ๊กไม่ว่าจะเป็นถังใหม่หรือถังใช้แล้ว ไวน์ขาวจะใช้เวลาบ่มในถังไม้โอ๊กสั้นกว่าไวน์แดง ทั้งนี้ไวน์ขาวไม่ต้องการสีที่เหลืองเข้มและไม่ต้องการกลิ่นไม้โอ๊กที่รุนแรง ต้องการความนุ่มและความสดของกลิ่นองุ่น มีไวน์ขาวจากองุ่นเพียงบางพันธุ์เท่านั้นที่ต้องการกลิ่นซับซ้อน จากการบ่มในถังไม้โอ๊กในระยะเวลาที่พอเหมาะที่จะทำให้คุณภาพดีขึ้น ส่วนไวน์แดงนั้นจะบ่มในถังไม้โอ๊กที่นานกว่าไวน์ขาว เนื่องจากไวน์แดงหมักทั้งเปลือกหรือผิวองุ่นซึ่งมีความเฝื่อนและฝาดมาก โดยรสและกลิ่นจะดีและซับซ้อนขึ้นจากการบ่มในถังไม้โอ๊กทั้งใหม่และใช้แล้วในเวลาที่เหมาะสม สีของไวน์แดงจะดีขึ้นเช่นกัน ไม่เป็นสีแดงสดหรือม่วงแดงแต่จะมีสีน้ำตาลปนอยู่ ยกเว้นไวน์จากองุ่นแดงบางชนิดเท่านั้นที่ไม่ต้องการกลิ่นไม้โอ๊กต้องการกลิ่นสดหอมคล้ายดอกไม้ รสเบาและอายุการเก็บไม่นาน

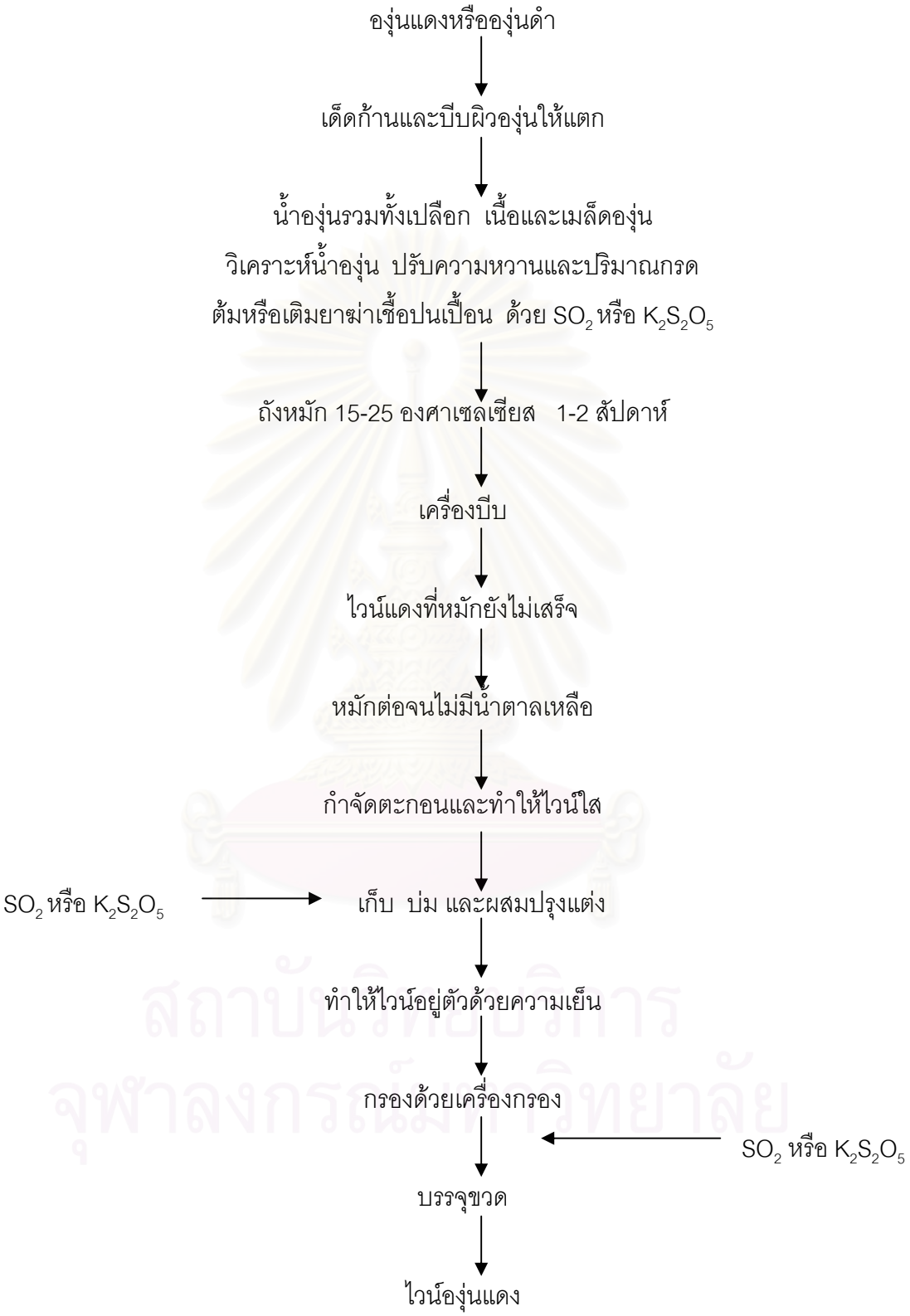
ไวน์ชมพูเป็นไวน์ที่มีกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับไวน์แดงและพันธุ์องุ่นที่ใช้เช่นเดียวกันแต่เปลือกองุ่นจะแยกออกจากน้ำองุ่นภายหลังการหมักเพียง 12-30 ชั่วโมง

แผนภูมิการผลิตไวน์ขาวและไวน์แดงจากองุ่นแสดงดังนี้[11] (ภาพที่ 1 และ 2)



ภาพที่ 1 แผนภูมิการผลิตไวน์ขาวจากองุ่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2 แผนภูมิการผลิตไวน์แดงจากองุ่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไวน์โดยทั่วไปมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.0-3.8[12, 14, 15, 17] ไวน์ขาวมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.0-3.4 และไวน์แดงมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.3-3.8[12, 17] โดยในน้ำไวน์จะประกอบด้วยกรดอินทรีย์ต่างๆ ดังนี้ (ตารางที่2)

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดอินทรีย์ในไวน์

ชนิดของกรด	ปริมาณ (กรัม/ลิตร)
กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid)	1-5
กรดมาลิก (Malic acid)	1-4
กรดซักซินิก (Succinic acid)	0.4-1
กรดแลคติก (Lactic acid)	0.1-0.4
กรดซิตริก (Citric acid)	0.04-0.7
กรดแอซีติก (Acetic acid)	0.05-0.5

ไวน์ทุกชนิดที่ผลิตขึ้นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ รสชาติและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อให้ได้มาตรฐานสากลโดยการชิมไวน์จากนักชิมไวน์ที่มีคุณภาพ[12] นักชิมไวน์อาชีพจะทำการชิมไวน์ครั้งละไม่เกิน 10 ตัวอย่าง สำหรับนักชิมที่ชำนาญอาจชิมได้ 100 ตัวอย่างภายใน 2 ชั่วโมง โดยมีการเว้นช่วงหรือพักการชิมเพื่อคลายเครียดทุก 20-25 ตัวอย่าง[11] และนักชิมไวน์อาชีพจะทำการชิมไวน์เป็นครั้งๆละ 1 หรือ 2 สัปดาห์ ในแต่ละครั้งจะทำการชิมไวน์เป็นเวลา 5 วัน ในระยะเวลา 1 สัปดาห์[12] การชิมไวน์นั้นนักชิมไวน์จะประกอบไปด้วยขั้นตอน ดู ดม อมและกลืน ไวน์[67] สำหรับในขั้นตอนการอมไวน์นั้น นักชิมไวน์จะต้องอมไวน์เข้าปาก 1 ใน 4 คำของปกติ แล้วกลั้วไวน์ทั่วปากนาน 15-60 วินาที[14] จากนั้นค่อยๆกลืนไวน์ลงสู่คอเพียงเล็กน้อยแล้วบ้วนไวน์ทิ้ง[67] ซึ่งนับว่าเป็นเวลานานเพียงพอที่ไวน์จะทำให้ฟันทุกซี่ในปากเกิดการสึกกร่อนขึ้นได้[14]

3. ความหยาบผิวและการสึกกร่อนจากการละลายของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน

ในปัจจุบันมีการนำวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆมาใช้งานในวงการทันตกรรมกันอย่างกว้างขวาง การบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันให้ประสบความสำเร็จนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้วัสดุบูรณะได้อย่างเหมาะสมแล้ว การสึกกร่อนจากการละลายของวัสดุและพื้นผิวที่เปลี่ยนไปของวัสดุบูรณะนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาประกอบ

เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สามารถบอกถึงอายุการใช้งานของวัสดุในช่องปากของผู้ป่วยได้[20] เมื่อวัสดุละลายตัวทำให้เกิดผลเสียตามมา เช่น สูญเสียลักษณะกายวิภาคที่ถูกต้อง หากเกิดการละลายบริเวณขอบอาจทำให้เกิดการรั่วซึมที่ขอบและเกิดการผุซ้ำตามมาได้[21] นอกจากนี้การละลายตัวของวัสดุบูรณะส่งผลให้ผิวของวัสดุบูรณะเกิดความขรุขระได้ ผิววัสดุบูรณะที่มีความขรุขระจะทำให้เกิดการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการระคายเคืองของเนื้อเยื่อข้างเคียง เกิดการอักเสบของเหงือก โดยเฉพาะในบริเวณที่อยู่ชิดขอบเหงือกหรือใต้เหงือก[22] นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เกิดการติดสีบริเวณผิววัสดุมากขึ้น ส่งผลให้ความสวยงามและอายุการใช้งานของวัสดุในปากลดลง[1, 23-25]

การประเมินการสึกกร่อนที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารหรือเครื่องดื่มที่นำมาทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย โดยการทดสอบอาหารหรือเครื่องดื่มที่ต้องการทดสอบด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำการวัดซ้ำอีก 5-10 ครั้ง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าที่ได้ไปแปลผล หากพบว่าอาหารหรือเครื่องดื่มที่นำมาทดสอบมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ จะทำให้วัสดุบูรณะมีการสึกกร่อนเพิ่มมากขึ้น[5]

การประเมินความขรุขระผิวของวัสดุบูรณะด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิว (Profilometer) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการประเมินความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว มีความแม่นยำ ไม่ทำลายพื้นผิวที่ทดสอบ ไม่จำกัดขนาดของชิ้นตัวอย่างที่ใช้ทดสอบและสามารถนำมาประยุกต์ใช้หาค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนในทางคลินิกได้[5] เนื่องด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตจึงแนะนำให้วางเครื่องวัดความขรุขระผิวในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้และวางบนโต๊ะที่ปราศจากการวางอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นๆเพื่อให้ได้ค่าทดสอบที่แม่นยำเนื่องจากเครื่องวัดความขรุขระผิวมีความไวต่อการสั่นสะเทือน การเลือกใช้ชนิดของเกจ (gauge) เพื่อใช้ทดสอบกับเครื่องวัดความขรุขระผิวจะขึ้นกับชนิดของพื้นผิวที่จะทดสอบ คือ พื้นผิวที่แข็งมากหรือพื้นผิวที่มีเพชรเป็นส่วนประกอบจะไม่เลือกใช้ไดมอนด์เกจ (diamond gauge) ทดสอบ เนื่องจากจะทำให้ปลายที่เป็นหัวเข็มเพชรทื่อ ส่วนพื้นผิวที่มีลักษณะมันวาวจะไม่เลือกใช้เลเซอร์เกจ (laser gauge) ทดสอบ เนื่องจากพื้นผิวที่มันวาวจะสะท้อนแสงเลเซอร์ทำให้ไม่สามารถอ่านค่าได้

การประเมินค่าความหยาบผิวของวัสดุบูรณะนิยมใช้ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (average surface roughness หรือ Ra) เป็นพารามิเตอร์ในการรายงานผล เนื่องจากเป็น

พารามิเตอร์คงที่ ในการประเมินค่าความหยาบผิวบริษัทผู้ผลิตเครื่องวัดความขรุขระผิวแนะนำให้เลือกช่วงความยาว (cut-off) ที่เหมาะสมกับค่าความหยาบผิวเฉลี่ย ดังนี้คือ ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของวัสดุบูรณะไม่เกิน 0.02 ไมครอน ควรเลือกช่วงความยาว 0.08 มิลลิเมตร ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของวัสดุบูรณะไม่เกิน 0.1 ไมครอน ควรเลือกช่วงความยาว 0.25 มิลลิเมตร ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของวัสดุบูรณะไม่เกิน 2 ไมครอน ควรเลือกช่วงความยาว 0.8 มิลลิเมตรและค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของวัสดุบูรณะไม่เกิน 10 ไมครอน ควรเลือกช่วงความยาว 8 มิลลิเมตร

การประเมินความขรุขระผิวของวัสดุบูรณะด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิว เครื่องจะคำนวณค่าปริมาตรหลุม (volume of hole) ซึ่งเป็นค่าปริมาตรช่องว่างที่ต่ำกว่าระดับพื้นผิวเฉลี่ยของวัสดุ (mean plane) และค่าปริมาตรยอด (volume of peak) ซึ่งเป็นค่าปริมาตรของวัสดุบูรณะที่สูงกว่าระดับพื้นผิวเฉลี่ยของวัสดุ ดังนั้นจึงสามารถประเมินการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะได้จากค่าปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไป[68]

นอกจากนี้การประเมินการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสามารถทำได้โดยการหาปริมาณน้ำหนักก่อนและหลังทดสอบที่เปลี่ยนแปลงไป ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่ใช้ทดสอบ[68, 69]

การวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีที่ละลายออกมาในสารละลายร่วมกับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ประเมินการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะและเป็นวิธีที่มีความถูกต้อง แม่นยำและทราบถึงชนิดและปริมาณของอิออนที่ละลายออกมาในสารละลายได้[68, 70, 71] รวมถึงไม่ต้องขัดวัสดุบูรณะที่จะใช้ทดสอบให้มีผิวเรียบ แต่เป็นวิธีที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้[68]

การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scaning electron microscope) เป็นวิธีเสริมวิธีหนึ่งที่ร่วมกับการประเมินการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะ ซึ่งจะเห็นภาพพื้นผิวของวัสดุบูรณะในกำลังขยายสูงๆได้อย่างชัดเจน[68]

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เมื่ออยู่ในกรดเป็นระยะเวลานานจะเกิดการสึกกร่อนจากการละลายได้[72] ขบวนการละลายของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ถูกแช่ในสารละลายกรดแอซีติกเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.1 ณ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด และตรวจสอบการละลายด้วยการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อตรวจสอบหาอิออนของสารต่างๆที่ถูกปล่อยออกมาจากชิ้นตัวอย่าง พบว่าปริมาณของฟลูออไรด์อิออน ซิลิกอนอิออนและแคลเซียมอิออน ซึ่งถูกปล่อยออกมาแปรผันตามรากที่สองของเวลาในการแช่และขึ้นกับความกว้างของพื้นผิวชิ้นตัวอย่าง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับรูปร่าง

และขนาดของชิ้นตัวอย่าง ส่วนการเขย่าภาชนะบรรจุสารละลายระหว่างแช่ไม่มีผลต่อการละลาย การละลายของชิ้นตัวอย่างเกิดจากการแพร่ผ่านของสารต่างๆผ่านแมทริกซ์ของซีเมนต์ ซึ่งถูกควบคุมโดยโครงสร้างของแมทริกซ์และความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน ณ ตำแหน่งพื้นผิว โดยปฏิกิริยาจะเกิดมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรด ส่วนอนุภาคของแก้วที่อยู่ใกล้บริเวณพื้นผิวจะถูกละลายออกไปทำให้เหลือเป็นรูพรุน[70, 71]

มีการศึกษาถึงผลของน้ำลายเทียมและฟลูออไรด์เจลชนิดเอซิดูเลทเทดฟอสเฟตฟลูออไรด์ (acidulated phosphate fluoride) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.23 ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวในวัสดุบูรณะกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินคอมโพสิต โดยการศึกษานี้นำวัสดุเหล่านี้แช่ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นนำวัสดุขึ้นแล้วทาด้วยฟลูออไรด์เจลเป็นระยะเวลา 4 นาทีล้างออกด้วยน้ำกลั่นแล้วนำไปแช่ในน้ำลายเทียมอีกครั้งเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นนำวัสดุขึ้น ล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วทำการประเมินด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิวและกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด จากการศึกษาพบว่าเรซินคอมโพสิตมีค่าเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวจากการสึกกร่อนน้อยที่สุด ในขณะที่กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวจากการสึกกร่อนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของสภาวะในช่องปากที่เป็นกรดอาจจะส่งผลต่อคุณสมบัติของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆได้โดยเฉพาะกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์[73]

รายงานเกี่ยวกับการสึกกร่อนจากการละลายของวัสดุบูรณะคอมโพเมอร์ 4 ยี่ห้อ ได้แก่ คอมโพกลาสเอฟ (Compoglass F) ไดแรกท์เอพี (Dyract AP) ไฮแทก (Hytac) และอนาคอมโพเมอร์ (Ana Compomer) ซึ่งถูกนำมาแช่ในสารละลายกรดแลคติกและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเรซินคอมโพสิต โดยการศึกษานี้จะชั่งน้ำหนักของชิ้นตัวอย่างก่อนทำการทดลอง จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกรดแลคติกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายและชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างอีกครั้ง ทำการเปลี่ยนสารใหม่และชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างทุกๆ 1 สัปดาห์จนครบ 6 สัปดาห์ พบว่าค่าน้ำหนักของวัสดุแต่ละชนิดหลังทดสอบมีค่าลดลงเล็กน้อยแบบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย พบว่าคอมโพเมอร์ทุกชนิดจะเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายตลอดช่วงเวลาการทดลอง ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่แช่เรซินคอมโพสิตไม่เปลี่ยนแปลง จากการสังเกตพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เปลี่ยนแปลงจะเกิด

ควบคู่กับไปกับการลดลงของน้ำหนักชิ้นตัวอย่าง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าชิ้นตัวอย่างเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะเกิดการสึกกร่อนจากการละลายได้[69]

การศึกษาในห้องปฏิบัติการถึงผลของเครื่องดื่มชนิดต่างๆต่อความแข็งผิวและความหยาบผิวของวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดต่างๆได้แก่ ไมโครฟิลล์ ไฮบริดและโฟลเอเบิล (flowable) เครื่องดื่มที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ โคคา-โคลา เหล้าและกาแฟ พบว่าเครื่องดื่มทุกชนิดที่ใช้ทดสอบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งผิวและค่าความหยาบผิวของวัสดุเรซินคอมโพสิตทุกชนิดที่ใช้ทดสอบซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของวัสดุ เครื่องดื่มและระยะเวลาที่แช่ชิ้นทดสอบในเครื่องดื่ม โดยพบว่าหากชิ้นทดสอบถูกแช่ในเครื่องดื่มนานขึ้นจะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุเรซินคอมโพสิตมากยิ่งขึ้น[74]

ผลการทดสอบเมื่อนำเรซินคอมโพสิตไปสัมผัสกับแอลกอฮอล์เป็นระยะเวลานาน พบว่าจะทำให้เรซินคอมโพสิตมีคุณสมบัติเชิงกลลดลง โดยจะมีความอ่อนตัวมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากแอลกอฮอล์จะทำให้โพลีเมอร์แมทริกซ์ (polymer matrix) มีความอ่อนตัวมากขึ้น และเมื่อนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราดพบว่ามีรอยร้าวเกิดขึ้นในเรซินแมทริกซ์และบริเวณรอยต่อระหว่างสารอัดแทรกและเรซินแมทริกซ์ ดังนั้นเมื่อเรซินคอมโพสิตเหล่านี้ต้องรับแรงบดเคี้ยวในช่องปากพบว่าสารอัดแทรกจะหลุดออกจากเรซินแมทริกซ์ เนื่องจากไม่สามารถต้านทานแรงจากการบดเคี้ยวได้จึงส่งผลให้เรซินคอมโพสิตมีความหยาบผิวและเกิดการสึกกร่อนขึ้นอย่างรวดเร็ว[19]

ปัจจุบันมีรายงานถึงผลของไวน์ต่อการสึกกร่อนของฟันเป็นจำนวนมาก[12-17] แต่มีรายงานถึงผลของไวน์ต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันค่อนข้างน้อย จึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากไวน์สัมผัสกับวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆจะมีผลการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงผลของไวน์ไทยต่อความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1. วัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน
   1.1. กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ได้แก่ คีแทคฟิลพลัสแอพพลิแคป บริษัท 3 เอ็ม เดนทัล โปรดักส์ มินเนโซตา สหรัฐอเมริกา สี A1 Lot 142178 จำนวน 40 แคปซูล
   1.2. เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ได้แก่ จีซีฟูจิทูแอลซีแคปซูล บริษัท จีซี คอร์ปอเรชัน โตเกียว ญี่ปุ่น สี A2 Lot 0406228 จำนวน 40 แคปซูล
   1.3. ไจโอเมอร์ ได้แก่ บิวตีฟิล บริษัท โชฟุ เดนทัล คอร์ปอเรชัน แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกาสี A2 Lot 020481 จำนวน 2 หลอด
   1.4. คอมโพเมอร์ ได้แก่ เอฟ 2000 คอมโพเมอร์ บริษัท 3 เอ็ม เดนทัล โปรดักส์ มินเนโซตา สหรัฐอเมริกา สี A2 Lot 20041229 จำนวน 2 หลอด
   1.5. เรซินคอมโพสิต ได้แก่ ฟิลเทคแซด 250 บริษัท 3 เอ็ม เดนทัล โปรดักส์ มินเนโซตา สหรัฐอเมริกา สี A2 Lot 20041215 จำนวน 2 หลอด
2. ไวน์
   2.1. ไวน์แดง พีบีแวลเลย์เขาใหญ่รีเซอร์ฟเรดไวน์ บริษัท บีบี กรุ๊ปส์ เทรดดิง คัมพะนี ลิมิตเทด ไทยแลนด์ ขนาด 750 ลูกบาศก์มิลลิลิตร จำนวน 10 ขวด
   2.2. ไวน์ขาว พีบีแวลเลย์เขาใหญ่รีเซอร์ฟไวต์ไวน์ บริษัท บีบี กรุ๊ปส์ เทรดดิง คัมพะนี ลิมิตเทด ไทยแลนด์ ขนาด 750 ลูกบาศก์มิลลิลิตร จำนวน 10 ขวด
3. น้ำลายเทียม 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 10 ขวด
4. น้ำปราศจากอิออน (deionized water)

5. แม่พิมพ์ทำจากเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวได้เอง (self cured acrylic resin) กว้าง 9 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร เจาะหลุมสี่เหลี่ยม กว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 6 มิลลิเมตร ลึก 2 มิลลิเมตร จำนวน 100 ชิ้น
6. แผ่นกระจกใส (glass slide) กว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 76 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร
7. บีกเกอร์ ขนาด 140 มิลลิลิตร จำนวน 20 ใบ
8. กระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร
9. ที่เปิดขวดไวน์
10. นาฬิกาจับเวลา
11. ผ้าก๊อซ
12. ใบมีดเบอร์ 12
13. กระดาษแข็งกว้าง 7.5 เซนติเมตร ยาว 7.8 เซนติเมตร
14. แผ่นพาราฟิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องทำความสะอาดอัลทราโซนิกส์ (5210, Bransonic,Germany)
2. เครื่องฉายแสง (Curing Light 2500,3M Dental products, St.Paul,USA)
3. เครื่องวัดความเป็นกรดและด่าง(GP353,EDT,England)
4. เครื่องผสมอมัลกัม (Silamat S4,Ivoclar Vivadent,Austria)
5. เครื่องวัดความขรุขระผิว (TalyScan 150,England)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีวิจัย

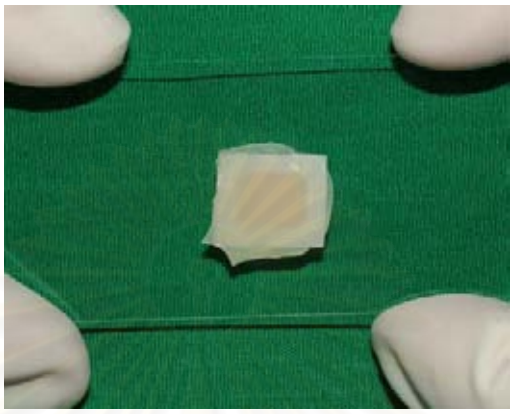
1. การเตรียมชิ้นตัวอย่างจากวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน

1.1. เตรียมแม่พิมพ์สำหรับชิ้นตัวอย่างด้วยเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวได้เอง กว้าง 9 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร เจาะหลุมสี่เหลี่ยมกว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 6 มิลลิเมตร ลึก 2 มิลลิเมตร จำนวน 20 ชิ้น ต่อวัสดุแต่ละประเภท (ภาพที่3)

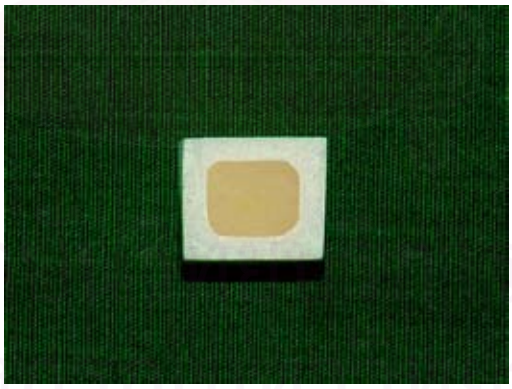
ภาพที่ 3 แม่พิมพ์สำหรับชิ้นตัวอย่าง

1.2. เตรียมชิ้นตัวอย่างจากวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันดังต่อไปนี้

1.2.1. เตรียมชิ้นตัวอย่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยนำวัสดุกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดแคปซูล ไปปั่นด้วยเครื่องผสมอมัลกัม เป็นเวลา 10 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ฉีดวัสดุลงในหลุมแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ให้เต็ม ปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิท กดเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก (ภาพที่ 4) รอจนวัสดุแข็งตัวซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 6 นาที กำจัดวัสดุส่วนเกินด้วยใบมีดเบอร์ 12 (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 ปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิทและกดเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก



ภาพที่ 5 ชิ้นตัวอย่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2.2. เตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยนำวัสดุเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ไปปั่นด้วยเครื่องผสมอมัลกัม เป็นเวลา 10 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ฉีดวัสดุลงในหลุมแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ให้เต็มปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิท กดเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง ความเข้มแสง 470 นาโนเมตร เป็นเวลา 40 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต กำจัดวัสดุส่วนเกินด้วยใบมีดเบอร์ 12

1.2.3. เตรียมชิ้นตัวอย่างไจโอเมอร์ โดยนำวัสดุไจโอเมอร์ใส่ในหลุมแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ให้เต็ม ปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิท กดเพื่อไล่วัสดุส่วนเกินออก แล้วฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง ความเข้มแสง 470 นาโนเมตร เป็นเวลา 40 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต กำจัดวัสดุส่วนเกินด้วยใบมีดเบอร์ 12

1.2.4. เตรียมชิ้นตัวอย่างคอมโพเมอร์และเรซินคอมโพสิต ด้วยวิธีเดียวกันกับข้อ 1.2.3.

1.3. เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในน้ำปราศจากอิออน ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปทดสอบ

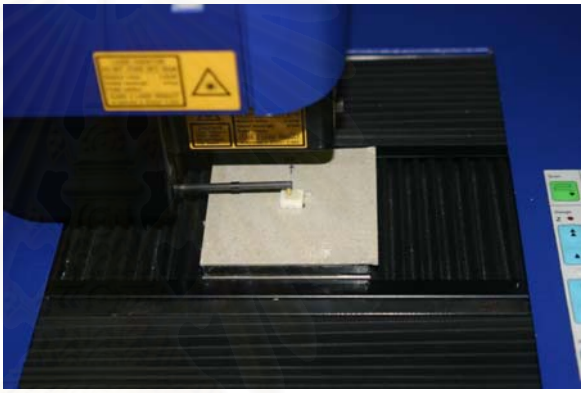
2. นำชิ้นตัวอย่างไปทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลทราโซนิกส์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วเป่าให้แห้ง

3. แบ่งชิ้นตัวอย่างเป็น 5 กลุ่มตามชนิดของชิ้นตัวอย่าง กลุ่มละ 20 ชิ้น จากนั้นแบ่งชิ้นตัวอย่างแต่ละกลุ่มออกเป็นจำนวนเท่าๆกัน เพื่อนำไปทดสอบกับไวน์แดงและไวน์ขาว ตามลำดับ

4. การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังแช่ในไวน์

4.1. การทดสอบจะใช้แผ่นกระดาษแข็งกว้าง 7.5 เซนติเมตร ยาว 7.8 เซนติเมตร เจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมตรงกลางขนาดเท่ากับชิ้นตัวอย่างเพื่อ

ยึดชิ้นตัวอย่างให้อยู่ในตำแหน่งเดิมตลอด จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างวางลงในช่องสี่เหลี่ยม แล้วทำการกำหนดตำแหน่งที่จะวัดค่าปริมาตรหลุม (volume of hole) และปริมาตรยอด (volume of peak) ของชิ้นตัวอย่าง โดยมีขนาด 2 x 2 ตารางมิลลิเมตร เพื่อนำไปหาค่าความสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างและวัดค่าความหยาบผิวที่ตำแหน่ง 1 มิลลิเมตรด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิว (Profilometer) ที่มีส่วนปลายเป็นหัวเข็มเพชร (diamond stylus tip) ส่วนปลายมีรัศมี 2 ไมครอน (ภาพที่6)



ภาพที่ 6 การทดสอบชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิว

4.2. การวัดเลือกใช้ค่า Ra (Average surface roughness)ที่มีหน่วยการวัดเป็นไมครอน ร่วมกับการแสดงค่าความหยาบผิวเป็นเส้นกราฟ(Surface roughness profile) และมีช่วงความยาว (Cut-off) เท่ากับ0.8 มิลลิเมตร เพื่อหาค่าความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่าง และเลือกใช้ค่าปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างที่มีหน่วยการวัดเป็นลูกบาศก์ไมครอน เพื่อนำไปหาค่าความสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่าง บันทึกค่าที่ได้

5. วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์ทั้ง 2 ชนิดที่นำมาใช้ทดสอบทุกครั้งที่เปิดไวน์ขวดใหม่ ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง บันทึกค่าที่ได้

6. ขั้นตอนการแช่ชิ้นตัวอย่างลงในไวน์

6.1. เตรียมบีกเกอร์ขนาด 140 มิลลิลิตร จำนวน 20 ใบ โดยใส่ไวน์แดง 5 ใบ ไวน์ขาว 5 ใบและน้ำลายเทียม 10 ใบ ใบละ 20 มิลลิลิตร

6.2. นำชิ้นตัวอย่างแต่ละกลุ่มใส่ในผ้าก๊อซแล้วนำลงแช่ในไวน์ตามกลุ่มที่แบ่งไว้ เป็นเวลา 25 นาที จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปแช่น้ำลายเทียม เป็นเวลา 5 นาที สลับกันไปจนครบ 4 ครั้ง จากนั้นแช่ชิ้นตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องต่อไปจนครบ 22 ชั่วโมง

6.3. ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 6.2. จนครบ 5 รอบ โดยในแต่ละรอบจะทำการเปิดไวน์ขวดใหม่ เพื่อคงสภาพความสดและใหม่ของไวน์ที่ใช้ในการศึกษา

6.4. นำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำลายเทียม ล้างด้วยน้ำปราศจากอิออน แล้วเป่าให้แห้ง

7. ทำการวัดความหยาบผิว ปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างอีกครั้ง บันทึกค่าที่ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจะถูกบันทึกลงในตารางและนำไปประมวลผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังการแช่ในไวน์

1.1. กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงปกติ จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติแพร์ทีเทส (Paired T-test)

1.2. กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่ปกติ จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติวิลคอกสันแมชแพร์ซายน์แรงเทส (Wilcoxon matched pairs signed-ranks test)

2. ทดสอบความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างระหว่างกลุ่มเมื่อนำไปแช่ในไวน์ชนิดเดียวกัน

   2.1. กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงปกติ จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติวันเวย์อโนวา (One-way ANOVA) และทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดทูคี (Tukey's multiple comparison)

   2.2. กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่ปกติ จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติครูสคัล-วัลลิสเฮชเทส (Kruskal-Wallis H test) และทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างกลุ่ม (Multiple comparisons between treatments)

3. ทดสอบความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ต่างชนิดกัน

   3.1. กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงปกติ จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติอินดีเพนเดนท์ทีเทส (Independent T-test)

   3.2. กรณีที่ประชากรมีการแจกแจงไม่ปกติ จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติแมนวิทนีย์ยูเทส (Mann-Whitney U test)

โดยทั้งหมดจะทำการคำนวณด้วยโปรแกรม เอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 10 (SPSS version 10) กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value< 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

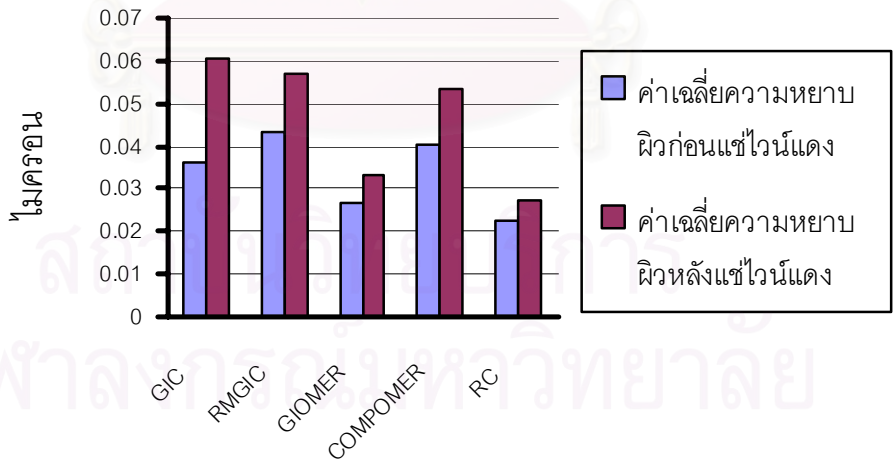
บทที่ 4
รายงานผลการวิจัย

การทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์

ค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์มีดังนี้ คือ ไวน์แดงมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง 3.80 และไวน์ขาวมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง 3.45 โดยไวน์ขาวมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าไวน์แดง

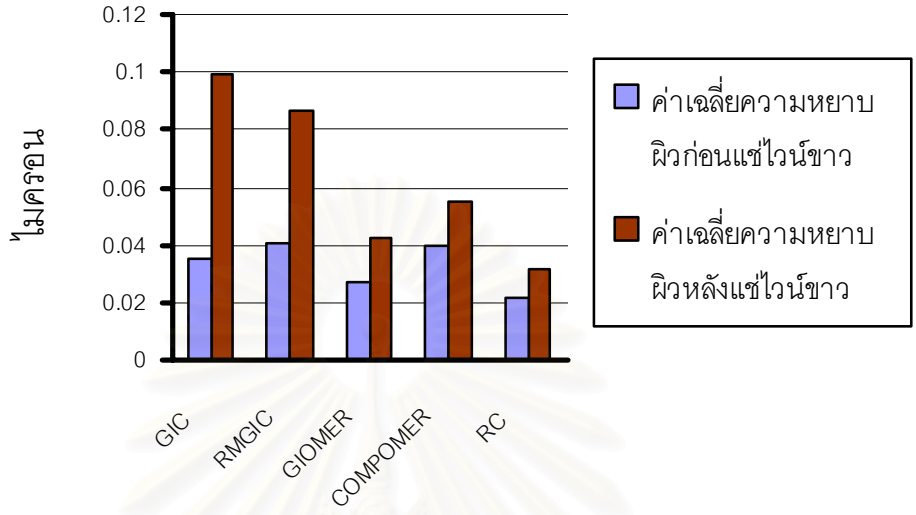
การทดสอบค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังแช่ในไวน์โดยใช้สถิติแพร์ทีเทส

ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์แดงแสดงดังภาพที่ 7 และค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์ขาวแสดงดังภาพที่ 8 โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ ทุกกลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์ทั้งในไวน์แดงและไวน์ขาวมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value <0.05) โดยทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยความหยาบผิวเพิ่มขึ้นหลังจากแช่ไวน์



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

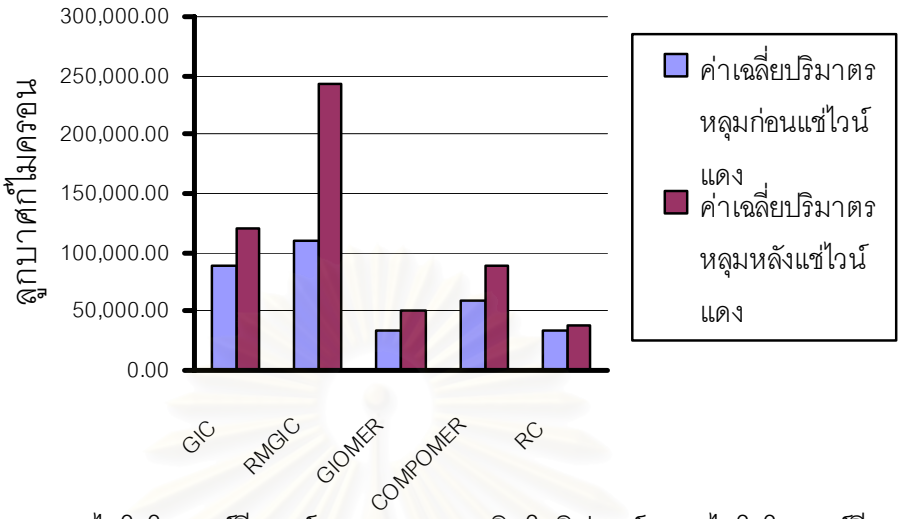
ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์แดง



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

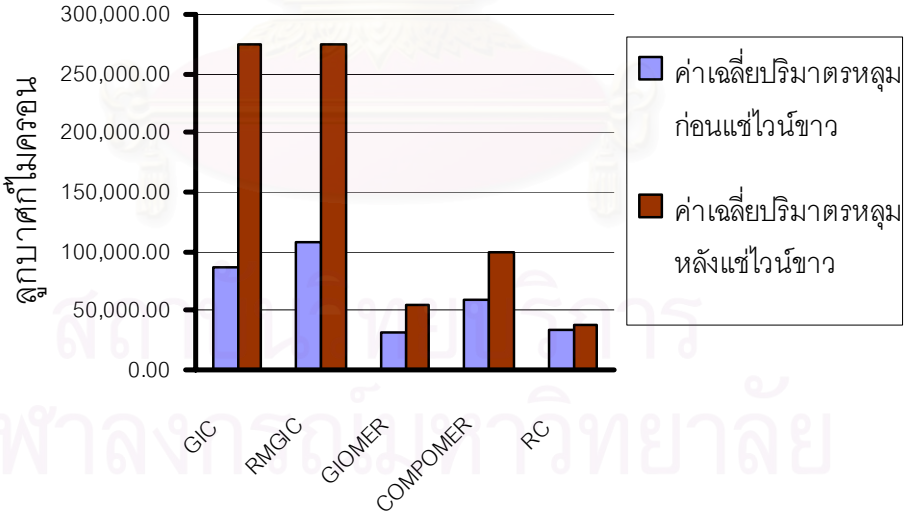
ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว

ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์แดง แสดงดังภาพที่ 9 และค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์ขาวแสดงดังภาพที่ 10 โดยพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ ทุกกลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์ทั้งในไวน์แดงและไวน์ขาวมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value <0.05) โดยทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมเพิ่มขึ้นหลังจากแช่ไวน์



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

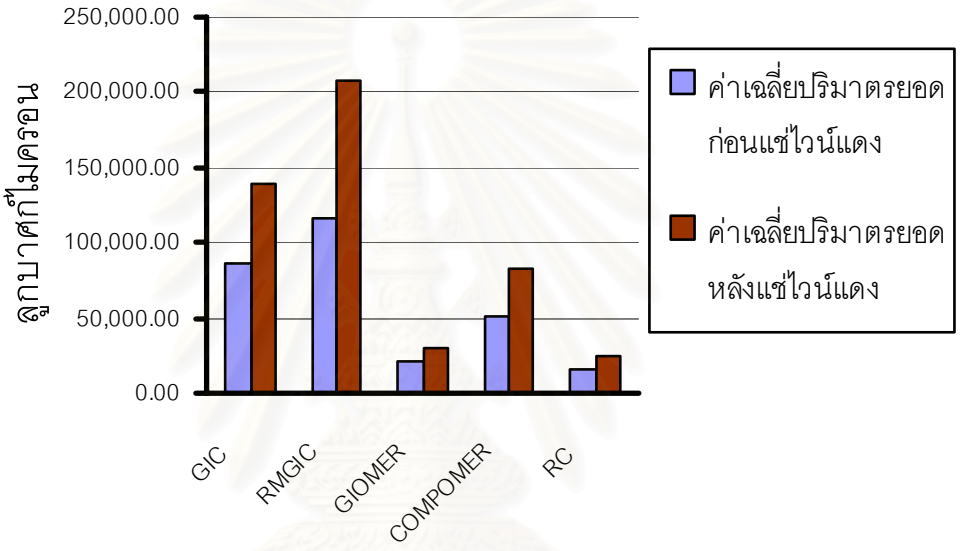
ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์แดง



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว

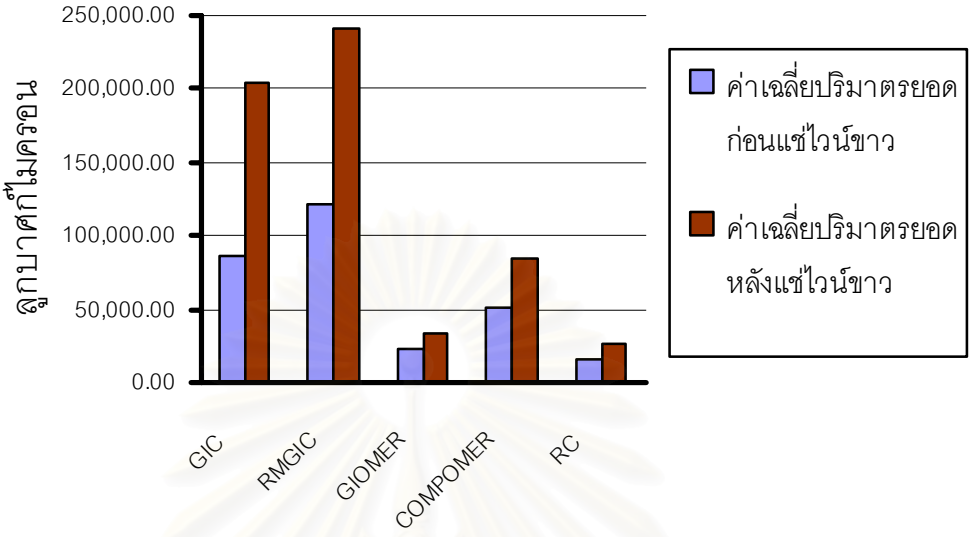
ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์แดง แสดงดังภาพที่ 11 และค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์ขาวแสดงดังภาพที่ 12 โดยพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ ทุกกลุ่มก่อนและหลังแช่ในไวน์ทั้งในไวน์แดงและไวน์ขาวมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value <0.05) โดยทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดเพิ่มขึ้นหลังจากแช่ไวน์



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์แดง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



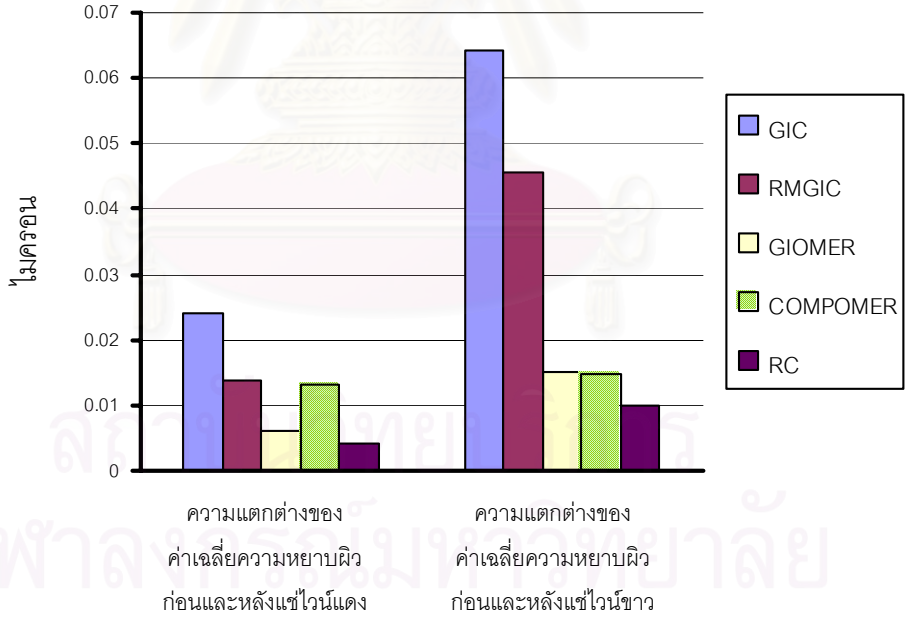
(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดก่อนและหลังแซ่ไวน์ขาว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างระหว่างกลุ่มวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิดเมื่อนำไปแช่ในไวน์ชนิดเดียวกัน โดยใช้สถิติวันเวย์อโนวา

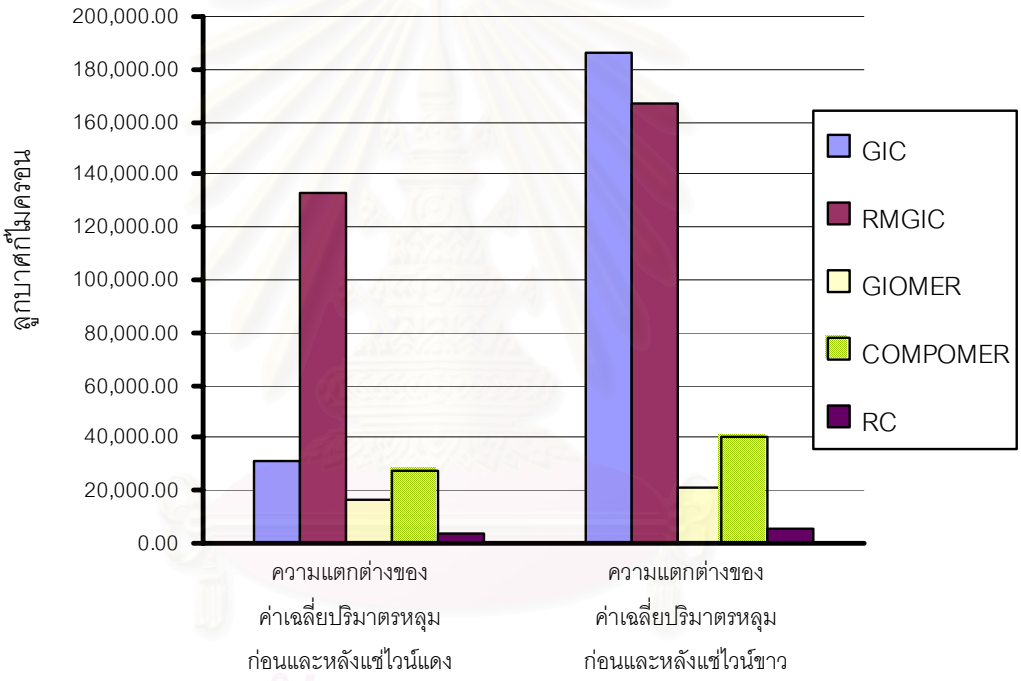
เมื่อพิจารณาถึงผลของไวน์ชนิดใดชนิดหนึ่งต่อการเปลี่ยนแปลงความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่างระหว่างกลุ่มวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ภาพที่ 13 แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value<0.05) โดยพบว่าหลังแช่ไวน์แดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ เรซินคอมโพสิต ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หลังแช่ไวน์ขาวความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ เรซินคอมโพสิต คอมโพเมอร์ ไจโอเมอร์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่ 13 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว

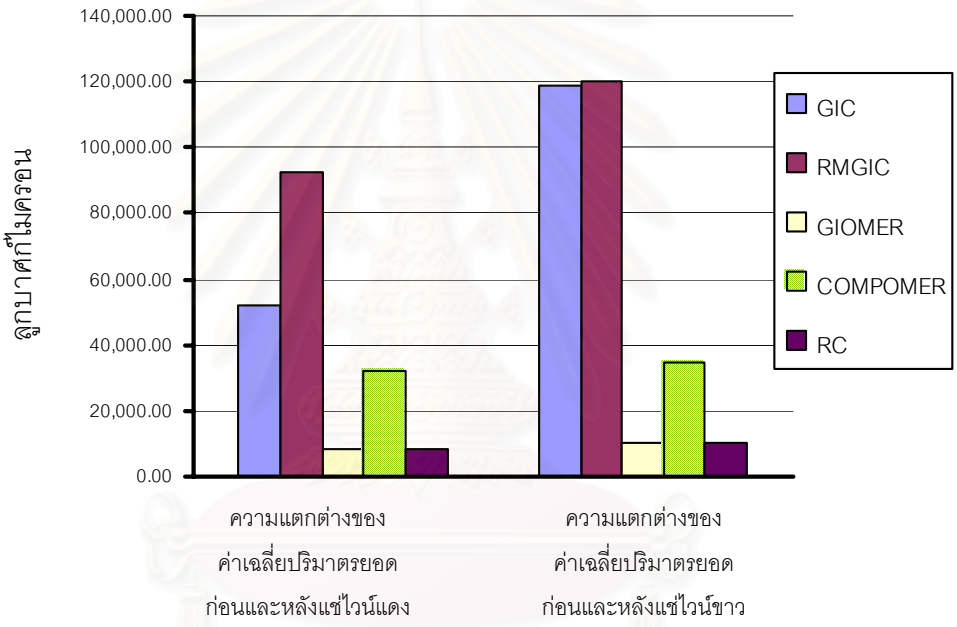
ภาพที่ 14 แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value<0.05) โดยพบว่าหลังแช่ไวน์แดงความแตกต่างปริมาตรหลุมเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ เรซินคอมโพสิต ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หลังแช่ไวน์ขาวความแตกต่างปริมาตรหลุมเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ เรซินคอมโพสิต ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่ 14 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว

ภาพที่ 15 แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value<0.05) โดยพบว่าหลังแช่ไวน์แดงความแตกต่างปริมาตรยอดเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ ไจโอเมอร์ เรซินคอมโพสิต คอมโพเมอร์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หลังแช่ไวน์ขาวความแตกต่างปริมาตรยอดเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้ คือ เรซินคอมโพสิต ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

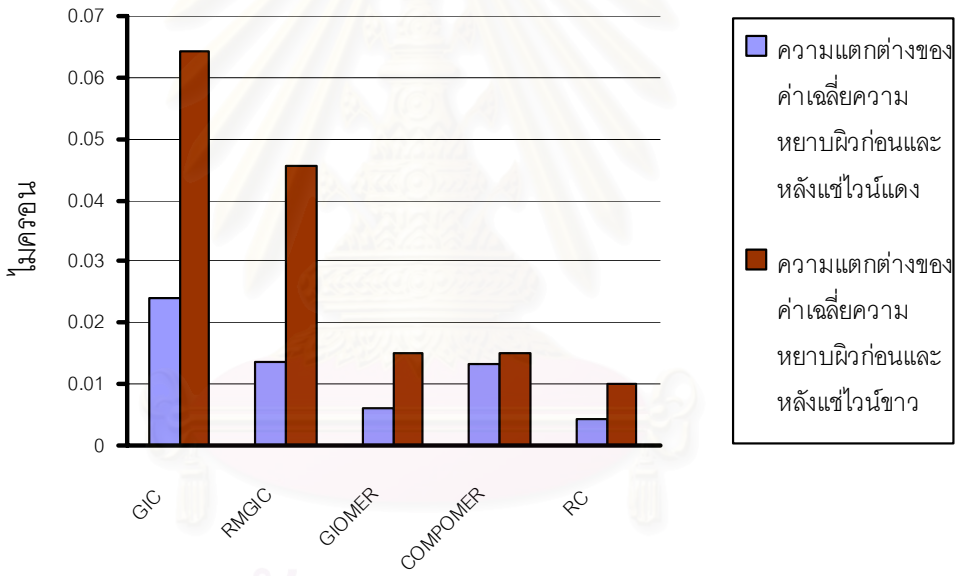


(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่ 15 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาว

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ต่างชนิดกัน โดยใช้สถิติอินดีเพนเดนท์ทีเทส

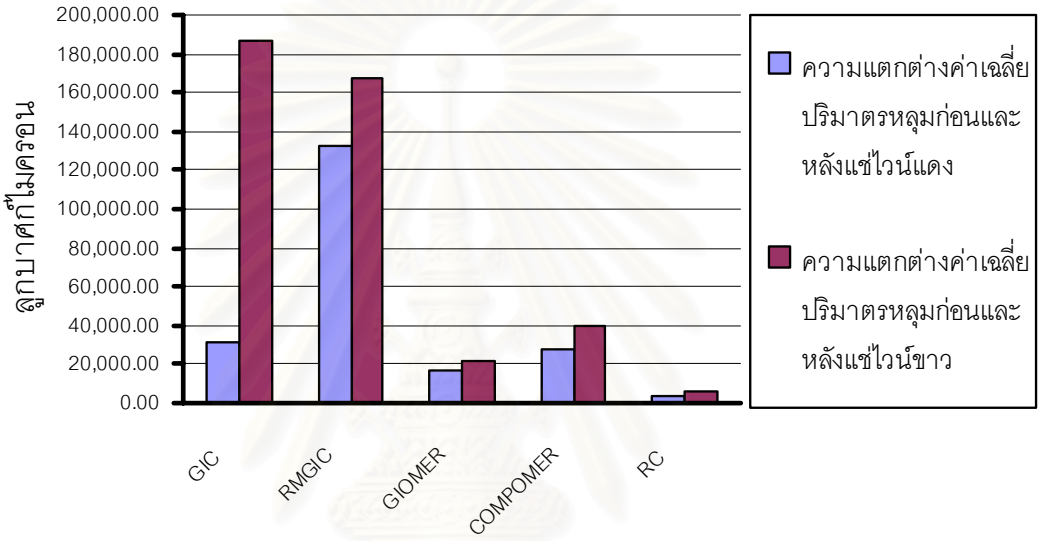
เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ต่างชนิดกัน ภาพที่16 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์ ในไวน์แดงและไวน์ขาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value<0.05) ในขณะที่ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์และเรซินคอมโพสิตไม่มีความแตกต่างความหยาบผิวอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05)



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่16 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์ เปรียบเทียบไวน์แดงและไวน์ขาว

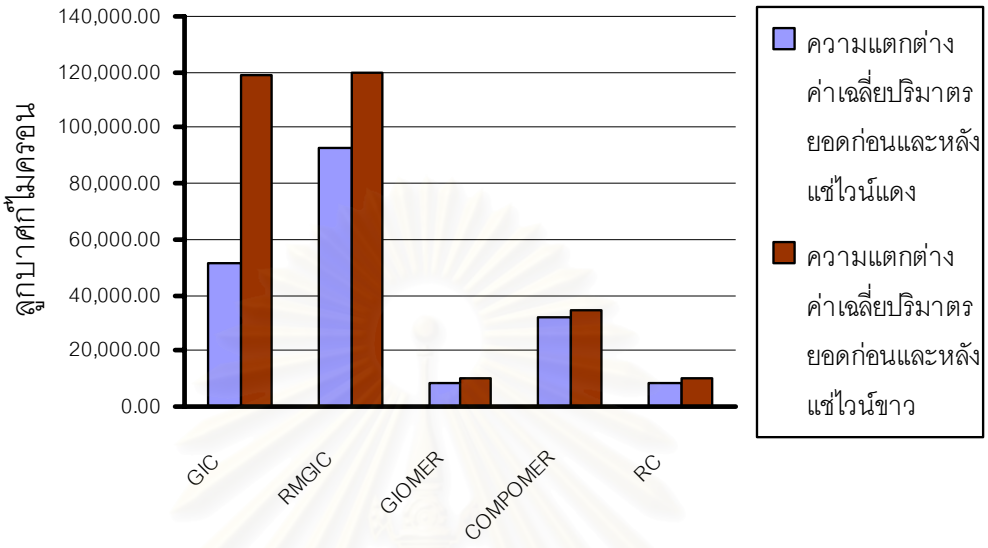
ภาพที่ 17 และ 18 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์ ระหว่างไวน์แดงและไวน์ขาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value<0.05) ขณะที่เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์ และเรซินคอมโพสิตไม่มีความแตกต่างค่าปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05)



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่17 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์ เปรียบเทียบไวน์แดงและไวน์ขาว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GIOMER = ไจโอเมอร์, COMPOMER = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ภาพที่18 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟัน 5 ชนิด ก่อนและหลังแช่ไวน์ เปรียบเทียบไวน์แดงและไวน์ขาว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ออกแบบการศึกษาที่เลียนแบบสภาวะจริงในการชิมไวน์ของนักชิมไวน์ โดยกำหนดให้ชิ้นตัวอย่างถูกนำมาแช่ในไวน์สลับกับการแช่ในน้ำลายเทียม เนื่องจากในสภาพจริงของการชิมไวน์นั้น ไวน์ไม่ได้สัมผัสกับฟันหรือวัสดุบูรณะในช่องปากตลอดเวลาแต่จะมีการหยุดพักเป็นช่วงๆ ฟันหรือวัสดุบูรณะในช่องปากจะมีการสัมผัสกับน้ำลายและเป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำลายมีบทบาทในการชะล้างและช่วยลดสภาพความเป็นกรดของอาหารและเครื่องดื่มในช่องปากโดยการปรับสภาพให้เป็นกลาง[75] ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงนำเอาน้ำลายเทียมมาใช้ในการขบวนการทดสอบเพื่อเลียนแบบสภาวะจริงในช่องปาก

ชิ้นตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ถูกเตรียมโดยนำวัสดุที่จะทดสอบใส่ในหลุมแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ให้เต็ม แล้วปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสให้แนบสนิทเพื่อให้เกิดพื้นผิวของวัสดุที่จะทดสอบเรียบที่สุดเหมือนกระจกซึ่งจะได้ไม่ต้องขัดวัสดุให้เรียบ[76, 77] และหลีกเลี่ยงปัจจัยกวน (confounding factor) ที่จะเกิดขึ้นจากขั้นตอนในการขัดวัสดุให้เรียบ สำหรับวัสดุบูรณะชนิดอื่นนั้นเพื่อเป็นการควบคุมขบวนการทดสอบให้เหมือนกันและเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างวัสดุบูรณะแต่ละชนิดได้

การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เครื่องวัดความขรุขระผิวประเมินค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ไม่ทำลายพื้นผิวที่ทดสอบและมีความแม่นยำ โดยเป็นการประเมินในเชิงปริมาณ (quantitative measurement) ที่สามารถบอกค่าความหยาบผิวได้ละเอียดเป็นไมครอน เนื่องด้วยเครื่องวัดความขรุขระผิวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้นจึงควบคุมอุณหภูมิห้องขณะทดสอบให้มีอุณหภูมิคงที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส และเลือกใช้ความหยาบผิวเฉลี่ยเป็นพารามิเตอร์ในการประเมินค่าความหยาบผิวของวัสดุบูรณะ ค่าปริมาตรยอดและปริมาตรหลุมในการประเมินการสึกกร่อนของผิววัสดุบูรณะ เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์ที่คงที่และมีวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ที่ง่าย โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าพารามิเตอร์มาให้ เนื่องจากความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ มีค่าความหยาบผิวไม่เกิน 2 ไมครอน ดังนั้นจึงเลือกใช้ช่วงความยาว 0.08 มิลลิเมตรตามคำแนะนำของการใช้เครื่องวัดความขรุขระผิว

เนื่องจากนักชิมไวน์มีปริมาณและความถี่ในการชิมไวน์มากกว่าผู้ที่นิยมดื่มไวน์โดยทั่วไป ประกอบกับผู้ที่นิยมดื่มไวน์โดยทั่วไปมักจะดื่มไวน์ร่วมกับการรับประทานอาหาร ซึ่งผลจากอาหารที่รับประทานร่วมกับไวน์ อัตราการไหลของน้ำลายจะช่วยชะล้างความเป็นกรดของไวน์และองค์ประกอบของน้ำลายทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ จึงทำให้นักชิมไวน์มีความเสี่ยงต่อการเกิดการสึกกร่อนในช่องปากมากกว่าผู้ที่นิยมดื่มไวน์โดยทั่วไป ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกใช้นักชิมไวน์เป็นตัวแทนของผู้ที่นิยมดื่มไวน์

อุณหภูมิของไวน์ที่ใช้ในการทดสอบไม่ได้ใช้อุณหภูมิช่องปาก (37 องศาเซลเซียส) เนื่องจากไวน์แดงและไวน์ขาวดื่มที่อุณหภูมิต่างกัน โดยไวน์แดงควรดื่มที่อุณหภูมิประมาณ 19-21 องศาเซลเซียสในขณะที่ไวน์ขาวควรดื่มที่อุณหภูมิประมาณ 9-11 องศาเซลเซียส[11] ดังนั้นอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบไวน์จึงอาจไม่จำเป็นต้องปรับให้เป็นอุณหภูมิช่องปาก แต่เพื่อง่ายต่อการควบคุมและเปรียบเทียบผลการศึกษาจึงใช้อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ในการทดสอบ

จากผลการศึกษานี้แสดงว่าไวน์มีความเป็นกรด โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.4-3.8 สอดคล้องกับการศึกษาของ Gray, Ferguson และ Wall[15] ชนิดของกรดในไวน์ส่วนใหญ่เป็นกรดทาร์ทาริกซึ่งมีปริมาณ 1-5 กรัมต่อลิตร กรดมาลิกปริมาณ 1-4 กรัมต่อลิตร และมีกรดอื่นๆปะปนเล็กน้อย ได้แก่ กรดซักซินิก กรดแลคติก กรดซิตริกและกรดแอซีติก[67] ไวน์ขาวมีความเป็นกรดมากกว่าไวน์แดง โดยไวน์ขาวมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง 3.45 และปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.5 ส่วนไวน์แดงมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง 3.8 และปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.5

หลังจากนำวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆมาแช่ในไวน์ พบว่าวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันทุกชนิดมีค่าความหยาบผิวและมีปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sarrett, Coletti และ Peluso[19] ซึ่งทำการทดสอบในห้องทดลองพบว่าไวน์และเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ปริมาณร้อยละ 9 ทำให้เรซินคอมโพสิตมีการสึกกร่อนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากแอลกอฮอล์ที่เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มทำให้โพลีเมอร์แมทริกซ์มีความอ่อนตัวมากขึ้น สารอัดแทรกหลุดออกจากเรซินแมทริกซ์ง่ายขึ้น ส่งผลให้เรซินคอมโพสิตมีความหยาบผิวและเกิดการสึกกร่อนขึ้นอย่างรวดเร็ว Yip, To และ Smale[73] อธิบายว่าแนวโน้มของสภาวะในช่องปากที่เป็นกรดอาจจะส่งผลต่อคุณสมบัติของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆ รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและเกิดการสึกกร่อนขึ้นได้ โดยมีค่าความแตกต่างความหยาบผิวเรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ คือ

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินคอมโพสิต นอกจากนี้ความสามารถในการดูดน้ำของวัสดุเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันมีค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน[31, 78] ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการดูดน้ำของวัสดุบูรณะที่มีส่วนของโพลีเมอร์เป็นส่วนประกอบ (polymer-based material) ได้แก่[78] ชนิดของเรซิน พบว่าไฮโดรฟิลิคเรซิน (hydrophilic resin) เช่น ไฮดรอกซีเอทธิลเมทธาคริเลทจะดูดน้ำมากกว่าไฮโดรโฟบิคเรซิน (hydrophobic resin) เช่น บีสจีเอ็มเอ ในส่วนของปริมาณและชนิดของ สารอัดแทรกพบว่าเมื่อปริมาณของสารอัดแทรกเพิ่มขึ้นความสามารถในการดูดน้ำของวัสดุจะลดลง[79, 80] ปัจจัยสุดท้าย คือ ฟองอากาศที่แทรกอยู่ในเนื้อวัสดุซึ่งเกิดจากการผสมวัสดุหรือจากขบวนการผลิตวัสดุ[73] หากมีปริมาณฟองอากาศมากวัสดุสามารถดูดน้ำได้มาก เนื่องจากน้ำจะเข้าไปแทนที่ฟองอากาศเหล่านี้ เมื่อวัสดุมีการดูดน้ำจะทำให้สารคู่ควบระหว่างสารอัดแทรกและเรซินแมทริกซ์เกิดไฮโดรไลซิส (hydrolysis) สูญเสียแรงยึดระหว่างสารอัดแทรกและเรซินแมทริกซ์ ส่งผลให้สารอัดแทรกหลุดออกจากส่วนผิวได้ง่ายขึ้น ทำให้วัสดุเกิดความหยาบผิวเพิ่มขึ้น[81]

เมื่อพิจารณาถึงผลของไวน์ชนิดใดชนิดหนึ่งต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะทั้ง 5 ชนิด โดยหลังจากแช่ไวน์แดงพบว่าเรซินคอมโพสิตมีค่าความแตกต่างความหยาบผิวและปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์แดงน้อยที่สุด ในขณะที่ไจโอเมอร์มีค่าความแตกต่างปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์แดงน้อยที่สุด ส่วนกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าความแตกต่างความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์แดงมากที่สุดและเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าความแตกต่างปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์แดงมากที่สุด Yap และ Mok[65] ได้ทำการทดสอบความหยาบผิวของวัสดุบูรณะ 5 ชนิด หลังจากแช่ในน้ำกลั่นเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าความหยาบผิวมากกว่าคอมโพเมอร์ ไจโอเมอร์และเรซินคอมโพสิต อธิบายได้ว่าความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างและขนาดโดยเฉลี่ยของสารอัดแทรกของวัสดุบูรณะ[65, 82, 83]

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีขนาดสารอัดแทรกเรียงจากใหญ่ไปเล็กดังนี้ คือ กลาสไอโอโนเมอร์ (คีแทคฟิลพลัสแอพพลิแคป) เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (จีซีฟูจิทูแอลซีแคปซูล) คอมโพเมอร์ (เอฟ 2000 คอมโพเมอร์) ไจโอเมอร์ (บิวตีฟิล) และเรซินคอมโพสิต (ฟิลเทคแซด 250) ดังภาคผนวก ข โดยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุบูรณะที่

ประกอบด้วยผงแก้วที่ถูกล้อมด้วยไฮโดรเจลแมทริกซ์ ขณะที่วัสดุบูรณะที่มีส่วนประกอบของโพลีเมอร์นั้นประกอบด้วยสารอัดแทรกที่ฝังอยู่ในโพลีเมอร์เรซิน หากส่วนของเรซินหรือไฮโดรเจลแมทริกซ์ถูกกำจัดออกไปทำให้สารอัดแทรกหรือผงแก้วเผยออก ส่งผลให้วัสดุบูรณะนั้นมีค่าความหยาบผิวเพิ่มขึ้นได้[21, 65] และสารอัดแทรกหรือผงแก้วที่ไม่มีเรซินหรือไฮโดรเจลแมทริกซ์รองรับหลุดออกมา ส่งผลให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุได้[21, 65, 82] ดังนั้นวัสดุบูรณะที่มีสารอัดแทรกขนาดใหญ่จะมีความหยาบผิวและการสึกกร่อนมากกว่าวัสดุบูรณะที่มีสารอัดแทรกขนาดเล็ก[65, 84] นอกจากนี้ควรพิจารณาถึงความเปราะของสารอัดแทรกร่วมด้วย เพราะการนำวัสดุบูรณะที่มีสารอัดแทรกที่เปราะเป็นองค์ประกอบไปบูรณะบริเวณที่รองรับแรงบดเคี้ยวจะทำให้สารอัดแทรกแตกหักและเกิดการสึกกร่อนได้ง่าย[84] ดังนั้นนักชิมไวน์ที่จะต้องชิมไวน์แดงเพียงอย่างเดียว หากมีความจำเป็นต้องได้รับการบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันควรพิจารณาเลือกบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตหรือไจโอเมอร์และหลีกเลี่ยงการบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หลังจากแช่ไวน์ขาวพบว่าเรซินคอมโพสิตมีค่าความแตกต่างความหยาบผิว ปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์ขาวน้อยที่สุด กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าความแตกต่างความหยาบผิวและปริมาตรหลุมมากที่สุดและเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีค่าความแตกต่างปริมาตรยอดมากที่สุด ดังนั้นนักชิมไวน์ที่จะต้องชิมไวน์ขาวเพียงอย่างเดียว หากมีความจำเป็นต้องได้รับการบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันควรพิจารณาเลือกบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตและหลีกเลี่ยงการบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่ความเป็นจริงนักชิมไวน์ส่วนใหญ่จะชิมทั้งไวน์แดงและไวน์ขาว ดังนั้นหากนักชิมไวน์เหล่านี้มีความจำเป็นต้องได้รับการบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันควรพิจารณาเลือกบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตและหลีกเลี่ยงการบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในกรณีผู้ป่วยที่มีอาชีพชิมไวน์และมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุสูงอาจพิจารณาเลือกบูรณะฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้ โดยวิธีการบูรณะแบบแซนวิชเทคนิค (sandwich technique) ซึ่งเป็นการบูรณะด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในส่วนที่เป็นเนื้อฟัน แล้วทำการบูรณะทับด้วยเรซินคอมโพสิตเป็นการทดแทนในส่วนที่เป็นผิวเคลือบฟัน[28, 85, 86] เนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์หรือเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุบูรณะที่มีความสามารถในการปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้สูงและสามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ไปยังผิวเคลือบฟัน เนื้อฟันและวัสดุบูรณะบริเวณ

ข้างเคียง ทำให้ฟันมีความต้านทานต่อการสูญเสียแร่ธาตุจากกรด จึงสามารถป้องกันการเกิดฟันผุซ้ำรอบๆวัสดุบูรณะได้[34, 39, 87]

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างความหยาบผิวของวัสดุบูรณะชนิดเดียวกันเมื่อนำไปแช่ในไวน์ต่างชนิดกัน คือ ไวน์แดงและไวน์ขาว พบว่าเมื่อแช่กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในไวน์ขาวมีค่าความแตกต่างความหยาบผิวมากกว่าไวน์แดงอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) ในขณะที่ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์และเรซินคอมโพสิตไม่มีความแตกต่างความหยาบผิวอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีการสึกกร่อนในไวน์ขาวมากกว่าไวน์แดงอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) ขณะที่เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์และเรซินคอมโพสิตไม่มีความแตกต่างการสึกกร่อนอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) เนื่องจากไวน์ขาวมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าไวน์แดง Fukazawa, Matsuya และ Yamane[70, 71]กล่าวว่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการละลายตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจะทำให้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีการละลายตัวที่เพิ่มขึ้น โดยกรดจะเริ่มละลายในส่วนของแมทริกซ์ต่อมาเมื่อแช่วัสดุในกรดนานขึ้นจะมีการละลายในส่วนของผงแก้วที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยา (unrelated glass particles) ทำให้มีรูพรุนเกิดขึ้นมากมายบริเวณพื้นผิวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

นอกจากปัจจัยด้านไวน์และวัสดุบูรณะฟันแล้ว การสึกกร่อนในช่องปากนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ พฤติกรรมการบริโภค ความถี่ในการบริโภค ระยะเวลาและปริมาณของไวน์ที่สัมผัสกับฟันหรือวัสดุบูรณะในช่องปาก อัตราการไหลของน้ำลายซึ่งจะช่วยชะล้างความเป็นกรดของไวน์ องค์ประกอบอนินทรีย์ของน้ำลายที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์และผลจากอาหารที่รับประทานร่วมกับไวน์ เป็นต้น[15, 16] ในการชิมไวน์นั้นนักชิมไวน์จะทำการชิมไวน์เป็นครั้งๆ ละ 1 หรือ 2 สัปดาห์ แต่ละครั้งจะทำการชิมไวน์เป็นเวลา 5 วัน ในระยะเวลา 1 สัปดาห์[12] การชิมไวน์นั้นนักชิมไวน์จะมีขั้นตอนที่ประกอบไปด้วยการดู ดม อมและกลืนไวน์[67] สำหรับในขั้นตอนการอมไวน์นั้น นักชิมไวน์จะต้องอมไวน์เข้าปากปริมาณ 1 ใน 4 คำของปกติ แล้วกลั้วไวน์ทั่วปากนาน 15-60 วินาที[14]จากนั้นค่อยๆกลืนไวน์ลงสู่คอเพียงเล็กน้อยแล้วบ้วนไวน์ทิ้ง[67] ซึ่งนับว่าเป็นเวลานานเพียงพอที่ไวน์จะทำให้ฟันทุกซี่ในปากเกิดการสึกกร่อนขึ้นได้[14] ในการชิมไวน์นั้นหากนักชิมไวน์มีการรับประทานอาหารเป็นกับแกล้มร่วมด้วย ควรหลีกเลี่ยงชนิดของกับแกล้มชนิดที่มีความเป็นกรดและไม่มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชู เพราะจะทำให้เสี่ยงต่อการสึกกร่อนมากขึ้นและส่งผลต่อคุณภาพการชิมไวน์[11]

จากการศึกษาในครั้งนี้นอกจากไวน์จะมีผลทำให้ความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันเพิ่มขึ้นแล้ว พบว่ามีการติดสีของไวน์แดงที่วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันเหล่านี้ด้วย Patel และคณะ[88] รายงานว่าเรซินคอมโพสิตชนิดไมโครไฮบริดมีการติดสีอย่างชัดเจนหลังจากนำมาแช่ในไวน์แดงเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยความหยาบผิวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการติดสีของวัสดุบูรณะ[89]และความหยาบผิวของวัสดุที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการยึดเกาะของแผ่นคราบจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย[90] ค่าความหยาบผิวที่มากกว่า 0.2 ไมครอนจะเพิ่มการยึดเกาะของเชื้อแบคทีเรียได้อย่างมีนัยสำคัญ[90] นอกจากนี้ค่าหยาบผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้วัสดุบูรณะเกิดการสึกกร่อนได้อย่างรวดเร็วและทำให้ผิวเคลือบฟันของฟันคู่สบเกิดการสึกกร่อนได้[84] ค่าความหยาบผิวที่เปลี่ยนแปลงไปเพียง 0.5 ไมครอนจะทำให้ปลายลิ้นสัมผัสถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้และทำให้ผู้ป่วยเกิดความรู้สึกไม่สบายได้ ดังนั้นวัสดุบูรณะในช่องปากควรจะมีค่าความหยาบผิวไม่เกิน 0.5 ไมครอน[91] แต่จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าวัสดุบูรณะมีค่าเฉลี่ยความหยาบผิวไม่เกิน 0.1 ไมครอน ซึ่งต่ำกว่าค่าที่จะทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายในช่องปาก

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันนี้ยังไม่มีทางเลือกอื่นในการตรวจสอบคุณภาพ รสชาติและองค์ประกอบทางเคมีของไวน์เพื่อให้ได้มาตรฐานสากล นอกจากการชิมไวน์จากนักชิมไวน์ที่มีคุณภาพ ดังนั้นทันตแพทย์ควรแนะนำให้นักชิมไวน์บ้วนปากด้วยน้ำสะอาดทันทีหลังจากการชิมไวน์เพื่อลดความเป็นกรดของไวน์ในช่องปาก[15] หลีกเลี่ยงการบ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนผสมของสารอัลคาไลน์เพื่อช่วยลดความเป็นกรดในช่องปากเนื่องจากจะทำให้การรับรู้รสชาติอาหารมีการเปลี่ยนแปลงไปได้[15] การบ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากฟลูออไรด์ในนักชิมไวน์จะช่วยลดการละลายของผิวเคลือบฟันได้ โดยบ้วนปากด้วยน้ำยาบ้วนปากโซเดียมฟลูออไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เป็นประจำทุกวัน[15] รวมถึงการดูแลสุขภาพช่องปากให้สะอาดอยู่เสมอ เลือกใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์และแปรงฟันเบาๆด้วยแปรงสีฟันขนอ่อน[15] อย่างไรก็ตามมีรายงานการศึกษาในห้องทดลองว่าการแปรงฟันร่วมกับการใช้ยาสีฟันมีผลทำให้วัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตมีค่าความหยาบผิวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุบูรณะอมัลกัมและเซรามิก[82] สำหรับในกรณีที่ทันตแพทย์พบว่าฟันของนักชิมไวน์มีการสึกกร่อนเกิดขึ้นและเมื่อพิจารณาแล้วว่าสมควรได้รับการบูรณะนั้น การเลือกวัสดุที่จะมาบูรณะฟันในนักชิมไวน์นั้นนอกจากจะพิจารณาคุณสมบัติในแง่ของความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะแล้วทันตแพทย์ควรจะพิจารณาถึงคุณสมบัติอื่นๆร่วมด้วยและเลือกวัสดุบูรณะให้เหมาะสมกับงานที่จะบูรณะต่อไป

ผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ที่ไวน์ทำให้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันมีความหยาบผิวและการสึกกร่อนเพิ่มขึ้นในนักชิมไวน์ และอาจใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นแก่ผู้ที่นิยมดื่มไวน์เป็นประจำ เพื่อที่จะได้ตระหนักถึงผลจากการดื่มไวน์และมีความระมัดระวังในการดื่มไวน์มากขึ้น อย่างไรก็ตามหากดื่มไวน์ในปริมาณเฉลี่ยวันละ 2-3 แก้ว เป็นประจำ หรือดื่มไวน์ในปริมาณที่เหมาะสมตามคำแนะนำของแพทย์ จะช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน (ischemic heart disease) และโรคความดันโลหิตต่ำ (hypotension) เป็นต้น[6-10]

ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าไวน์ไทยทำให้วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันมีความหยาบผิวและการสึกกร่อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่ค่าความหยาบผิวที่เกิดขึ้น เกิดเพียง 0.1 ไมครอน ซึ่งไม่เกินกว่าค่าที่จะทำให้เกิดอันตรายหรือความรู้สึกไม่สบายในช่องปาก ดังนั้นถ้าดื่มไวน์ร่วมกับอาหารและมีการดูแลสุขภาพช่องปากให้ถูกต้องไม่น่าที่จะเกิดอันตรายร้ายแรงต่อตัวฟัน แม้การศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถลอกเลียนสภาวะในช่องปากอันซับซ้อนที่เกิดขึ้นจริงกับผู้ป่วยได้ทั้งหมด แต่สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการเลือกวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันชนิดต่างๆได้อย่างเหมาะสมในการบูรณะฟันแก่ผู้ป่วยได้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ความหยาบผิวและการสึกกร่อนของวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันทั้ง 5 ชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อแช่ในไวน์แดงและไวน์ขาว (P-value<0.05)

เมื่อนำวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันทั้ง 5 ชนิด มาแช่ในไวน์ชนิดเดียวกันทั้งในไวน์แดงและไวน์ขาว พบว่าวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันแต่ละชนิดมีค่าความแตกต่างความหยาบผิวและการสึกกร่อนก่อนและหลังแช่ไวน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05)

เมื่อนำวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันแต่ละชนิดมาแช่ในไวน์แดงเปรียบเทียบกับไวน์ขาว พบว่าชนิดของไวน์มีผลต่อความแตกต่างความหยาบผิวของวัสดุในกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์และเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) ส่วนวัสดุในกลุ่มไจโอเมอร์ คอมโพเมอร์และเรซินคอมโพสิตพบว่าชนิดของไวน์ไม่มีผลต่อความแตกต่างความหยาบผิวของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) ชนิดของไวน์มีผลต่อความแตกต่างการสึกกร่อนของวัสดุในกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05) แต่ไม่มีผล

ต่อความแตกต่างการสึกกร่อนของวัสดุในกลุ่มเรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ไจโอเมอร์คอมโพเมอร์และเรซินคอมโพสิตอย่างมีนัยสำคัญ (P-value<0.05)

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่การนำผลไปใช้ในทางคลินิกโดยตรงต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่ทำให้สภาวะในปากมีความซับซ้อนและแตกต่างจากสภาวะในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น อาจใช้ผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยเพิ่มเติมในทางคลินิกต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1.Chan KC, Fuller JL, Hormati AA. The ability of foods to stain two composite resins. J Prosthet Dent 1980;43(5):542-5.

2.Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. Dent Mater 1994;10(6):353-62.

3.Wiltshire WA, Labuschagne PW. Staining of light-cured aesthetic resin restorative materials by different staining media: an in vitro study. J Dent Assoc S Afr 1990;45(12):561-5.

4.Gomec Y, Dorter C, Ersev H, Guray Efes B, Yildiz E. Effects of dietary acids on surface microhardness of various tooth-colored restoratives. Dent Mater J 2004;23(3):429-35.

5.Rees JS. The role of drinks in tooth surface loss. Dent Update 2004;31(6):318-20, 322-4, 326.

6.กมลศักดิ์ ตั้งธรรมนิยม. All about wine: คู่มือไวน์. 2 ed. กรุงเทพฯ: เฮลท์แคร์ พลับบลิชชิ่ง; 2546.

7.Rimm EB, Ellison RC. Alcohol in the Mediterranean diet. Am J Clin Nutr 1995;61 (6 Suppl):1378S-1382S.

8.Rayo Llerena I, Marin Huerta E. [Wine and heart]. Rev Esp Cardiol 1998;51(6):435-49.

9.Ruidavets JB, Bataille V, Dallongeville J, Simon C, Bingham A, Amouyel P, et al. Alcohol intake and diet in France, the prominent role of lifestyle. Eur Heart J 2004;25(13):1153-62.

10.van der Gaag MS, van Tol A, Scheek LM, James RW, Urgert R, Schaafsma G, et al. Daily moderate alcohol consumption increases serum paraoxonase activity; a diet-controlled, randomised intervention study in middle-aged men. Atherosclerosis 1999;147(2):405-10.

11.ประดิษฐ์ ครุวัณณา. ไวน์ ศาสตร์และศิลป์. 2 ed. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2546.

12.Wiktorsson AM, Zimmerman M, Angmar-Mansson B. Erosive tooth wear: prevalence and severity in Swedish winetasters. Eur J Oral Sci 1997;105(6):544-50.

13.Chaudhry SI, Harris JL, Challacombe SJ. Dental erosion in a wine merchant: an occupational hazard? Br Dent J 1997;182(6):226-8.

14.Mandel L. Dental erosion due to wine consumption. J Am Dent Assoc 2005; 136(1): 71-5.

15.Gray A, Ferguson MM, Wall JG. Wine tasting and dental erosion. Case report. Aust Dent J 1998;43(1):32-4.

16.Lupi-Pegurier L, Muller M, Leforestier E, Bertrand MF, Bolla M. In vitro action of Bordeaux red wine on the microhardness of human dental enamel. Arch Oral Biol 2003;48(2):141-5.

17.Meurman JH, Vesterinen M. Wine, alcohol, and oral health, with special emphasis on dental erosion. Quintessence Int 2000;31(10):729-33.

18.Joiner A, Muller D, Elofsson UM, Malmsten M, Arnebrant T. Adsorption from black tea and red wine onto in vitro salivary pellicles studied by ellipsometry. Eur J Oral Sci 2003;111(5):417-22.

19.Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. Dent Mater 2000;16(1):62-7.

20.Wu SS, Yap AUJ, Chelven S, Tan ESF. Effect of prophylaxis regimens on surface roughness of glass ionomer cements. Oper Dent 2005;30(2):180-184.

21.Yap AUJ, Wu SS, Chelven S, Tan ESF. Effect of hygiene maintenance procedures on surface roughness of composite restoratives. Oper Dent 2005;30(1):99-104.

22.Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra- and subgingival plaque:results of *in vitro* and *in vivo* experiments. J Dent 1994;22(Suppl.1):s13-s16.

23.Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. J Am Dent Assoc 1975;91(1):101-6.

24.Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of Streptococcus mutans HS-6 on composite resins. Dent Mater 1985;1(6):225-7.

25.Dunkin RT, Chambers DW. Gingival response to class V composite resin restorations. J Am Dent Assoc 1983;106(4):482-4.

26.Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry:the glass ionomer cement. Br Dent J 1972;132:133-135.

27.Smith DC. Development of glass-ionomer cement systems. Biomater 1998;19:467-478.

28.Wilson AD, McLean JW. Glass-ionomer cement. Chicago: Quintessence Publishing; 1988.

29.Walls AWG. Glass polyalkenoate(glass-ionomer) cements:a review. J Dent 1986;14:231-246.

30.Mount G. Glass Ionomers:A review of their current status. Oper Dent 1999;24: 115-124.

31.Small ICB, Watson TF, Chadwick AV, Sidhu SK. Water sorption in resin-modified glass-ionomer cements:An in vitro comparison with other materials. Biomater 1998;19:545-550.

32.George LCAT, Tyler CM. Glass ionomer cements. Clinical Update 1999;21(8):1-8.

33.Tobias RS, Browne RM, Plant CG, Ingram DV. Pulpal response to a glass-ionomer cement. Br Dent J 1978;144:345-350.

34.Cho Sy, Cheng AC. A review of glass ionomer restorations in the primary dentition. J Can Dent Assoc 1999;65:491-5.

35.Attar N, Onen A. Fluoride release and uptake characteristics of aesthetic restorative materials. J Oral Rehabil 2002;29:791-798.

36.Mount GJ. Clinical performance of glass-ionomer. Biomater 1998;19:573-579.

37.McLean JW. The clinical use of glass-ionomer cements. Dent Clin North Am 1992;36(3):693-711.

38.Mitra SB. In vito fluoride release from light-cured glass-ionomer liner/base. J Dent Res 1991b;70:75-78.

39.Sidhu SK, Watson TF. Resin-modified glass ionomer materials. Am J Dent 1995;8: 59-67.

40.Hse KMY, Leung SK, Wei SHY. Resin-ionomer restorative materials for childrens:A review. Aust Dent J 1999;44(1):1-11.

41.Wilson AD. Resin-modified glass ionomer cements. Int. J. Prosthodont 1990;3:425-429.

42.Momoi Y, McCabe JF. Fluoride release from light-activated glass ionomer restorative cements. Dent Mater 1993;9:151-154.

43.Dias-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJJr. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. Dent Mater 1995;11:96-101.

44.Takahashi K, Emilson CG, Birkhed D. Fluoride release in vitro from various glass ionomer cements and resin composites after exposure to NaF solutions. Dent Mater 1993;9:350-354.

45.Preston AJ, Higham SM, Agalamnyi EA, Mair LH. Fluoride recharge of aesthtic dental materials. J Oral Rehabil 1999;26:936-940.

46.Seixas LC, Seixas FH, Ciccone JC, Souza WVS, Palma-Dibb RG. Demineralization around restorations with different restorative materials containing fluoride. Mater Res 2004;7(2):235-240.

47.Craig RG, Powers JM. Restorative dental materials. eleventh ed. St.Louis: Mosby; 2002.

48.Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc 1963;66:57-64.

49.Lutz F, Setcos J, Phillips R, Roulet J. Dental restorative resins:types and characteristics. Dent Clin North Am 1983;27:697-711.

50.Albers HF. Tooth-colored restoratives principle and techniques. ninth ed. Hamilton: BC Decker Inc; 2002.

51.Van Noort R. Introduction to dental materials. second ed. London: Mosby; 2002.

52.Roberson TM, Heymann HO, Swift JR ED. Sturdevant's art & science of operative dentistry. 4th ed. Missouri: Mosby; 2002.

53.Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. J Am Dent Assoc 2003;134:1382-1390.

54.Ersoy M, Civelek A, HoTelier EL, Say Ec, Soyman M. Physical properties of different composites. Dent Mater J 2004;23(3):278-283.

55.Kukletova M, Kuklova J, Christoforidis G. Ariston pHc restorative material clinical and morphological study. Scripta Medica (BRNO) 2003;76(1):39-48.

56.Ferracane JL. Current trends in dental composites. Crit Rev Oral Biol Med 1995;6:302-318.

57.Stanbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. J Esthet Dent 2000;12:300-308.

58.Ruse ND. What is a compomer? J Can Dent Assoc 1999;65:500-4.

59.Yap AUJ, Khor E, Foo SF. Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives. Oper Dent 1999;24:297-305.

60.Attar N, Turgut M. Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. Oper Dent 2003;28(4):395-402.

61.Yap AUJ, Shah KC, Chew CL. Marginal gap formation of composites in dentine: effect of water storage. J Oral Rehabil 2003;30:236-242.

62.Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer,compomer and resin composite. Dent Mater 2004;20:789-795.

63.McCabe JF, Rusby S. Water absorption,dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. Biomater 2004;25:4001-4007.

64.Yap AUJ, Wang X, WU X, Chung SM. Comparative hardness and modulus of tooth-colored restoratives:A depth-sensing microindentation study. Biomater 2004;25:2179-2185.

65.Yap AUJ, Mok BYY. Surface finishing of a new hybrid aesthetic restorative material. Oper Dent 2002;27:161-166.

66.Yap AUJ, Tham S, Zhu L, Lee H. Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. Oper Dent 2002;27:259-265.

67.โชคชัย วนภู, นันทกร บุญเกิด, ลำไพร ดิษฐวิบูลย์. คนทำไวน์. 1 ed. นครราชสีมา: สมบูรณ์พริ้นติ้ง; 2546.

68.Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion:a review. Journal of Dentistry 2004;32:591-602.

69.Nicholson JW, Millar BJ, Czarnecka B, Limanawska-Shaw H. Storage of polyacid-modified resin composite ("compomer") in lactic acid solution. Dent Mater 1999;15:413-416.

70.Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M. Mechanism for erosion of glass-ionomer cements in an acidic buffer solution. J Dent Res 1987;66(12):1770-1774.

71.Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M. The mechanism for erosion of glass-ionomer cements in organic-acid buffer solutions. J Dent Res 1990;69(5):1175-1179.

72.De Moor RJG, Verbeeck RMH. Effect of acetic acid on the fluoride release profiles of restorative glass ionomer cements. Dent Mater 1998;14:261-268.

73.Yip HK, To WM, Smale RJ. Effects of artificial saliva and APF gel on the surface roughness of newer glass ionomer cements. Oper Dent 2004;29(6):661-8.

74.Badra VV, Faraoni JJ, R.P. R, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. Oper Dent 2005;30(2):213-9.

75.Thylstrup A, Fejerskov O. Textbook of clinical cariology. In. 2 ed. Copenhagen: Munksgaard; 1994. p. 17-18.

76.Yap AUJ, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. Oper Dent 2004;29(3):269-274.

77.Bassiouny MA, Grant AA. The surface finish of a visible light-cured composite resin. J Prosthet Dent 1980;44(2):175-182.

78.Martin N, Jedynakiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. Biomater 1998;19:77-83.

79.Hirasawa T, Hirano S, Hirabayashi S, Harashima I, Aizawa M. Initial dimensional change of composites in dry and wet conditions. J Dent Res 1983;62(1):28-31.

80.Li Y, Swartz ML, Philips RW, Moore BK, Robert TA. Effect of filler content and size on properties of composites. J Dent Res 1985;64(12):1396-1401.

81.Wilson F, Heath JR, Watts DC. Finishing composite restorative materials. J Oral Rehabil 1990;17:79-87.

82.Heintze SD, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing *in vitro*. Oper Dent 2005;30(5):617-626.

83.Ryba T, Dunn W, Murchison D. Surface roughness of various packable composites. Oper Dent 2002;27:243-247.

84.Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke WM, Vanherle G. The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. J Dent Res 1991;70(9):1299-1305.

85.McLean JW. Dentinal bonding agents versus glass-ionomer cements. Quintessence Int 1996;27:659-667.

86.Knibbs PJ. The clinical performance of a glass polyalkenoate (glass ionomer) cement used in a 'sandwich' technique with a composite resin to restore Class II cavities. Br Dent J 1992;172:103-107.

87.Donly kJ, Segura A, wefel JS, Hogan MM. Evaluating the effects of fluoride-releasing dental materials on adjacent interproximal caries. J Am Dent Assoc 1999;130:817-25.

88.Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. J Am Dent Assoc 2004;135:587-594.

89.Reis FA, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. Dent Mater 2003;19:12-18.

90.Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention. Dent Mater 1997;13(4):258-269.

91.Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The *in vivo* perception of roughness of restorations. Br Dent J 2004;196(1):42-45.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. ส่วนประกอบของน้ำลายเทียม

1.โพแทสเซียม คลอไรด์	0.750	กรัม
2.แมกนีเซียม คลอไรด์	0.070	กรัม
3.แคลเซียม คลอไรด์	0.199	กรัม
4.ไดโพแทสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต	0.965	กรัม
5.โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต	0.439	กรัม
6.โซเดียม คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส	7.8	กรัม
7.ซอร์บิทอล	36	กรัม
8.โซเดียมเบนโซเอท	2.4	กรัม
9.น้ำปราศจากอิออน	1,200	มิลลิลิตร

โดยมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 6.9- 7.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข. วัสดุบูรณะที่ใช้ในการวิจัย

ชนิดของวัสดุบูรณะ	ชื่อทางการค้า	บริษัทผู้ผลิต	องค์ประกอบ		ขนาดสารอัดแทรกเฉลี่ย (ไมครอน)
			แมทริกซ์	สารอัดแทรก	
กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์	Ketac Fil Plus Applicap	3M ESPE Dental Products , St.Paul , MN, USA	polyacrylic acid, polymaleic acid, tartaric acid	calciumsodium fluorophosphoaluminosilicate glass	น้อยกว่า 10
เรซินมอดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์	GC Fuji II LC Capsule	GC Corporation, Tokyo , Japan	polyacrylic acid, HEMA, TEGDMA, UDMA, water, catalyst	fluoroaluminosilicate glass	4.5
ไจโอเมอร์	Beautifil	Shofu Dental Corporation, San Marcos, CA , USA	Bis-GMA, TEGDMA, catalyst	S-PRG, fluoroboroaluminosilicate glass	1
คอมโพเมอร์	F2000 Compomer	3M Dental Products , St.Paul , MN, USA	CDMA oligomer, GDMA, high molecular weight hydrophilic polymer, photoinitiator	fluoroaluminosilicate glass, colloidal silica	3
เรซินคอมโพสิต	Filtek™ Z250	3M Dental Products , St.Paul , MN, USA	TEGDMA, UDMA, Bis-GMA, catalyst	zirconia, silica,	0.6

ภาคผนวก ค. ค่าความเป็นกรด-ด่างของไวน์

ชนิดของไวน์ / วันที่	ความเป็นกรด-ด่าง				
	1	2	3	4	5
ไวน์แดง	3.81	3.79	3.81	3.80	3.79
ไวน์ขาว	3.46	3.44	3.45	3.45	3.44

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง. ค่าความหยาบผิว ปริมาตรหลุมและปริมาตรยอดของแต่ละชิ้นตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์/ไวน์แดง

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0295	0.0406	78,739	108,804	70,403	105,365
2	0.0353	0.0597	79,154	108,941	107,686	132,103
3	0.0421	0.0743	72,466	106,856	48,266	97,614
4	0.0390	0.0558	76,915	112,749	65,266	95,416
5	0.0426	0.0578	103,120	145,535	108,304	166,917
6	0.0337	0.0828	79,180	114,275	107,680	170,143
7	0.0435	0.0357	121,280	140,066	106,107	156,606
8	0.0366	0.0591	74,758	105,342	44,966	97,364
9	0.0337	0.0575	81,341	112,388	116,751	133,967
10	0.0281	0.0822	121,317	144,443	88,354	226,905

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์/ไวน์ขาว

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0310	0.0975	104,221	303,908	107,600	176,180
2	0.0369	0.0761	92,600	270,640	34,921	281,142
3	0.0279	0.0818	68,506	236,173	91,430	187,281
4	0.0454	0.1120	111,197	344,138	111,745	183,226
5	0.0471	0.1560	102,377	332,430	60,045	156,466
6	0.0387	0.0595	76,906	282,650	92,917	177,917
7	0.0368	0.0648	66,050	204,155	43,224	135,185
8	0.0249	0.0924	87,503	271,575	101,641	235,481
9	0.0279	0.1620	69,000	218,850	91,400	292,755
10	0.0313	0.0886	94,291	273,698	121,684	218,646

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์/ไวน์แดง

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0560	0.0630	125,828	164,170	123,327	208,499
2	0.0465	0.0560	113,127	250,276	66,175	187,981
3	0.0549	0.0681	44,393	534,002	161,466	286,857
4	0.0313	0.0530	56,791	195,659	108,097	179,415
5	0.0420	0.0642	189,356	218,741	92,692	171,841
6	0.0418	0.0672	110,294	200,137	110,350	197,484
7	0.0322	0.0505	82,598	355,762	69,390	136,658
8	0.0387	0.0469	172,089	261,633	159,847	279,578
9	0.0476	0.0543	87,545	114,764	128,979	204,861
10	0.0420	0.0473	121,428	139,476	135,682	227,346

กลุ่มตัวอย่างที่ 4 เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์/ไวน์ขาว

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0324	0.1020	103,913	296,426	103,540	189,711
2	0.0403	0.0894	101,339	140,553	96,344	141,730
3	0.0332	0.0770	145,205	577,649	156,401	326,095
4	0.0470	0.1020	110,927	207,449	117,587	277,992
5	0.0478	0.0829	99,087	148,500	113,971	270,055
6	0.0538	0.0570	44,947	218,650	114,823	228,359
7	0.0391	0.0689	174,098	577,570	150,304	304,880
8	0.0320	0.0900	160,644	264,224	156,508	298,266
9	0.0505	0.1120	93,646	162,998	103,710	192,486
10	0.0322	0.0833	36,791	148,500	108,097	190,055

กลุ่มตัวอย่างที่ 5 ไจโอเมอร์/ไวน์แดง

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0250	0.0267	32,576	42,758	19,453	21,215
2	0.0238	0.0323	31,392	41,655	14,689	33,337
3	0.0299	0.0394	31,497	36,624	19,108	29,035
4	0.0370	0.0384	30,994	68,638	27,832	35,670
5	0.0248	0.0391	35,897	57,580	20,527	30,356
6	0.0233	0.0248	34,282	39,428	19,859	20,126
7	0.0233	0.0255	35,906	35,120	16,580	24,290
8	0.0292	0.0391	38,270	69,326	26,485	29,672
9	0.0268	0.0310	35,428	59,834	24,500	22,641
10	0.0262	0.0350	32,055	56,355	20,697	45,312

กลุ่มตัวอย่างที่ 6 ไจโอเมอร์/ไวน์ขาว

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0230	0.0475	30,913	62,676	20,300	21,648
2	0.0348	0.0465	44,897	62,321	19,915	26,521
3	0.0200	0.0316	29,216	43,528	16,512	29,624
4	0.0341	0.0450	42,792	52,090	29,327	33,802
5	0.0279	0.0298	30,899	45,899	24,673	34,854
6	0.0248	0.0553	28,353	50,780	22,213	37,091
7	0.0234	0.0253	26,645	42,662	24,006	36,807
8	0.0361	0.0666	29,488	66,135	22,429	36,535
9	0.0236	0.0465	35,592	75,095	14,637	28,482
10	0.0234	0.0286	27,954	38,741	29,961	41,495

กลุ่มตัวอย่างที่ 7 คอมโพเมอร์/ไวน์แดง

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0401	0.0329	60,956	76,752	44,915	61,156
2	0.0365	0.0525	56,018	80,446	54,907	70,441
3	0.0395	0.0692	63,628	105,966	56,495	136,536
4	0.0353	0.0478	55,657	92,066	55,689	56,067
5	0.0399	0.0675	62,592	91,645	50,706	141,000
6	0.0437	0.0684	62,395	83,273	49,056	54,184
7	0.0458	0.0413	50,163	54,956	53,856	127,730
8	0.0394	0.0499	69,609	145,937	30,720	93,071
9	0.0412	0.0635	60,248	73,958	58,360	45,993
10	0.0391	0.0408	60,820	74,728	53,012	45,324

กลุ่มตัวอย่างที่ 8 คอมโพเมอร์/ไวน์ขาว

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0383	0.0588	55,818	101,521	42,499	96,758
2	0.0349	0.0462	62,703	95,075	40,456	68,446
3	0.0445	0.0427	53,246	96,333	48,089	64,393
4	0.0469	0.0501	74,051	99,203	54,679	83,858
5	0.0423	0.0555	57,238	98,648	54,259	83,328
6	0.0335	0.0579	54,282	98,867	52,591	86,597
7	0.0324	0.0572	54,932	98,251	50,885	104,564
8	0.0486	0.0522	63,859	98,032	59,505	81,285
9	0.0342	0.0526	58,214	80,305	50,458	68,100
10	0.0456	0.0775	61,538	129,888	50,246	113,234

กลุ่มตัวอย่างที่ 9 เรซินคอมโพสิต/ไวน์แดง

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0252	0.0325	32,017	38,599	16,211	24,237
2	0.0253	0.0303	34,280	36,763	12,508	24,352
3	0.0200	0.0270	30,510	32,241	15,900	26,543
4	0.0289	0.0322	29,554	31,082	17,943	23,055
5	0.0259	0.0288	34,859	35,506	17,190	26,424
6	0.0235	0.0280	38,743	39,947	14,799	23,428
7	0.0206	0.0225	34,015	39,593	14,089	24,965
8	0.0185	0.0246	36,184	39,719	15,898	24,417
9	0.0195	0.0208	32,159	39,409	13,841	20,274
10	0.0199	0.0240	37,077	40,295	19,998	24,851

กลุ่มตัวอย่างที่ 10 เรซินคอมโพสิต/ไวน์ขาว

ลำดับที่	ค่าความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์	ค่าความหยาบผิวหลังแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ไวน์	ปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังแช่ไวน์
1	0.0255	0.0268	35,985	36,556	17,310	25,003
2	0.0226	0.0357	37,109	49,154	14,522	26,413
3	0.0223	0.0463	35,694	46,495	15,344	29,625
4	0.0253	0.0371	35,180	49,660	17,181	27,008
5	0.0193	0.0265	30,343	35,587	14,567	24,102
6	0.0219	0.0328	32,302	35,900	12,369	25,021
7	0.0209	0.0302	32,075	30,572	19,453	25,839
8	0.0179	0.0191	28,623	32,857	13,089	23,478
9	0.0182	0.0260	29,746	32,352	16,382	24,367
10	0.0196	0.0346	30,862	33,114	16,732	27,947

ค่าความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังแช่ในไวน์ (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

เครื่องดื่ม	วัสดุ	ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวหลังแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		โอกาสความน่าจะเป็น (P-value)
		mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	
ไวน์แดง	GIC	0.0364	0.0054	0.0606	0.0157	0.0241	0.0179	0.002*
	RMGIC	0.0433	0.0083	0.0571	0.0080	0.0137	0.0075	0.000*
	GM	0.0269	0.0042	0.0331	0.0059	0.0062	0.0045	0.002*
	CM	0.0401	0.0031	0.0534	0.0131	0.0133	0.0132	0.011*
	RC	0.0227	0.0035	0.0271	0.0040	0.0043	0.0020	0.000*
ไวน์ขาว	GIC	0.0348	0.0075	0.0991	0.0351	0.0642	0.0347	0.000*
	RMGIC	0.0408	0.0084	0.0865	0.0165	0.0456	0.0190	0.000*
	GM	0.0271	0.0058	0.0423	0.0132	0.0151	0.0111	0.002*
	CM	0.0401	0.0062	0.0551	0.0094	0.0149	0.0109	0.002*
	RC	0.0214	0.0027	0.0315	0.0075	0.0101	0.0066	0.001*

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังแช่ในไวน์ (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

เครื่องดื่ม	วัสดุ	ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมก่อนแช่ไวน์ (mean)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		ค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมหลังแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		โอกาสความน่า จะเป็น (P-value)
		mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	
ไวน์แดง	GIC	88,827.00	19,046.84	119,939.90	16,433.95	31,112.90	6,629.11	0.000*
	RMGIC	110,344.90	45,865.49	243,462.00	122,854.11	133,117.10	147,089.60	0.019*
	GM	33,829.70	2,476.70	50,731.80	13,098.97	16,902.10	12,664.11	0.002*
	CM	60,208.60	5,277.27	87,972.70	24,450.49	27,764.10	20,456.48	0.002*
	RC	33,939.80	2,920.85	37,315.40	3,349.67	3,375.60	2,339.72	0.001*
ไวน์ขาว	GIC	87,265.10	16,361.87	273,821.70	45,546.54	186,556.60	31,208.23	0.000*
	RMGIC	107,059.70	44,618.41	274,251.90	168,020.50	167,192.20	140,954.06	0.005*
	GM	32,674.90	6,376.59	53,992.70	11,960.40	21,317.80	10,871.20	0.000*
	CM	59,588.10	6,259.23	99,612.30	12,158.11	40,024.20	12,966.33	0.000*
	RC	32,791.90	2,983.12	38,224.70	7,316.22	5,432.80	5,260.76	0.010*

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างก่อนและหลังแช่ในไวน์ (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

เครื่องดื่ม	วัสดุ	ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดก่อนแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)		ค่าเฉลี่ยปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาตยอดก่อนและหลังแช่ไวน์ (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		โอกาสความน่า จะเป็น (P-value)
		mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	
ไวน์แดง	GIC	86,378.30	27,023.87	138,240.00	42,597.42	51,861.70	33,980.38	0.001*
	RMGIC	115,600.50	33,150.00	208,052.00	46,489.88	92,451.50	21,871.07	0.000*
	GM	20,973.00	4,162.79	29,165.40	7,698.28	8,192.40	8,268.50	0.012*
	CM	50,771.60	8,065.49	83,150.20	38,458.79	32,378.60	39,671.43	0.030*
	RC	15,837.70	2,183.94	24,254.60	1,789.07	8,416.90	2,384.74	0.000*
ไวน์ขาว	GIC	85,660.70	29,561.99	204,427.90	51,846.36	118,767.20	59,072.37	0.000*
	RMGIC	122,128.50	23,183.92	241,962.90	61,822.71	119,834.40	42,489.62	0.000*
	GM	22,397.30	4,926.70	32,685.90	5,978.10	10,288.60	4,611.85	0.000*
	CM	50,366.70	5,654.93	85,056.30	16,065.39	34,689.60	16,488.97	0.000*
	RC	15,694.90	2,137.27	25,880.30	1,902.70	10,185.40	2,424.62	0.000*

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ. ค่าโอกาสความน่าจะเป็น

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นจากการทดสอบความแปรปรวนของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์แดง (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง	F-test	P-value
ความแตกต่างความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์แดง	5.260	0.001*
ความแตกต่างปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์แดง	6.032	0.001*
ความแตกต่างปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์แดง	18.860	0.000*

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นจากการทดสอบความแปรปรวนของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ขาว (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง	F-test	P-value
ความแตกต่างความหยาบผิวก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว	15.180	0.000*
ความแตกต่างปริมาตรหลุมก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว	17.451	0.000*
ความแตกต่างปริมาตรยอดก่อนและหลังแช่ไวน์ขาว	28.199	0.000*

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์แดง โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	RC (0.0043± 0.0132)	GM (0.0062± 0.0045)	CM (0.0133± 0.0132)	RMGIC (0.0137± 0.0075)	GIC (0.0241± 0.0179)
RC (0.0043±0.0132)	_	0.952	0.467	0.031*	0.067
GM (0.0062±0.0045)	0.952	_	0.765	0.149	0.113
CM (0.0133±0.0132)	0.467	0.765	_	1.000	0.790
RMGIC (0.0137±0.0075)	0.031*	0.149	1.000	_	.0714
GIC (0.0241±0.0179	0.067	0.113	0.790	0.714	_

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์แดง โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	RC (3,375.60± 2,339.72)	GM (16,902.10± 12,664.11)	CM (27,764.10± 20,456.48)	GIC (31,112.90± 6,629.11)	RMGIC (133,117.10± 147,089.60)
RC (3,375.60±2,339.72)	_	0.079	0.043	0.000*	0.192
GM (16,902.10±12,664.11)	0.079	_	0.852	0.072	0.293
CM (27,764.10±20,456.48)	0.043	0.852	_	1.000	0.404
GIC (31,112.90±6,629.11)	0.000*	0.072	1.000	_	0.438
RMGIC (133,117.10±147,089.60)	0.192	0.293	0.404	0.438	_

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์แดง โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	GM (8,192.40± 8,268.50)	RC (8,416.90± 2,384.74)	CM (32,378.60± 39,671.43)	GIC (51,861.70± 33,980.38)	RMGIC (92,451.50± 21,871.07)
GM (8,192.40±8,268.50)	_	1.000	0.607	0.027*	0.000*
RC (8,416.90±2,384.74)	1.000	_	0.605	0.029*	0.000*
CM (32,378.60±39,671.43)	0.607	0.605	_	0.947	0.009*
GIC (51,861.70±33,980.38)	0.027*	0.029*	0.947	_	0.059
RMGIC (92,451.50±21,871.07)	0.000*	0.000*	0.009*	0.059	_

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ขาว โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	RC (0.0101± 0.0066)	CM (0.0149± 0.0109)	GM (0.0151± 0.0111)	RMGIC (0.0456± 0.0190)	GIC (0.0642± 0.0347)
RC (0.0101±0.0066)	_	0.948	0.937	0.002*	0.008*
CM (0.0149±0.0109)	0.948	_	1.000	0.006*	0.014*
GM (0.0151±0.0111)	0.937	1.000	_	0.006*	0.014*
RMGIC (0.0456±0.0190)	0.002*	0.006*	0.006*	_	0.823
GIC (0.0642±0.0347)	0.008*	0.014*	0.014*	0.823	_

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ขาว โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	RC (5,432.80± 5,260.76)	GM (21,317.80± 10,871.20)	CM (40,024.20± 12,966.33)	RMGIC (167,192.20± 140,954.06)	GIC (186,556.60± 31,208.23)
RC (5,432.80±5,260.76)	_	0.011*	0.000*	0.054	0.000*
GM (21,317.80±10,871.20)	0.011*	_	0.026*	0.092	0.000*
CM (40,024.20±12,966.33)	0.000*	0.026*	_	0.175	0.000*
RMGIC (167,192.20±140,954.06)	0.054	0.092	0.175	_	1.000
GIC (186,556.60±31,208.23)	0.000*	0.000*	0.000*	1.000	_

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างเมื่อนำไปแช่ในไวน์ขาว โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง (ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	RC (10,185.40± 2,424.62)	GM (10,288.60± 4,611.85)	CM (34,689.60± 16,488.97)	GIC (118,767.20± 59,072.37)	RMGIC (119,834.40± 42,489.62)
RC (10,185.40±2,424.62)	_	1.000	0.011*	0.003*	0.000*
GM (10,288.60±4,611.85)	1.000	_	0.010*	0.003*	0.000*
CM (34,689.60±16,488.97)	0.011*	0.010*	_	0.013*	0.001*
GIC (118,767.20±59,072.37)	0.003*	0.003*	0.013*	_	1.000
RMGIC (119,834.40±42,489.62)	0.000*	0.000*	0.001*	1.000	_

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างความหยาบผิวของชิ้นตัวอย่างหลังนำไปแช่ในไวน์แดงและไวน์ขาว (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง	P-value
ความแตกต่างความหยาบผิวหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม GIC	0.005*
ความแตกต่างความหยาบผิวหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม RMGIC	0.000*
ความแตกต่างความหยาบผิวหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม GM	0.069
ความแตกต่างความหยาบผิวหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม CM	0.744
ความแตกต่างความหยาบผิวหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม RC	0.118

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างปริมาตรหลุมของชิ้นตัวอย่างหลังนำไปแช่ในไวน์แดงและไวน์ขาว (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง	P-value
ความแตกต่างปริมาตรหลุมหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม GIC	0.000*
ความแตกต่างปริมาตรหลุมหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม RMGIC	0.646
ความแตกต่างปริมาตรหลุมหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม GM	0.568
ความแตกต่างปริมาตรหลุมหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม CM	0.194
ความแตกต่างปริมาตรหลุมหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม RC	0.727

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นของค่าความแตกต่างปริมาตรยอดของชิ้นตัวอย่างหลังนำไปแช่ในไวน์แดงและไวน์ขาว (กำหนดค่านัยสำคัญที่ P-value<0.05)

ชิ้นตัวอย่าง	P-value
ความแตกต่างปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม GIC	0.006*
ความแตกต่างปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม RMGIC	0.183
ความแตกต่างปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม GM	0.268
ความแตกต่างปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม CM	0.887
ความแตกต่างปริมาตรยอดหลังแช่ไวน์แดงและไวน์ขาวกลุ่ม RC	0.065

(* มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95, GIC = กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, RMGIC = เรซินโมดิฟายด์กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์, GM = ไจโอเมอร์, CM = คอมโพเมอร์, RC = เรซินคอมโพสิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสายใจ ตัณฑนุช เกิดเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พุทธศักราช 2520 ณ จังหวัด สงขลา สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีพุทธศักราช 2543 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ ประจำสาขาทันตกรรมหัตถการ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย