

ผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมและควันบุหรี่ต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์

นายสุเชียร อัมพรศิริรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)

are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

THE EFFECTS OF ARTIFICIAL SALIVA CONTAMINATION AND CIGARETTE SMOKE
ON COLOR STABILITY OF RESIN CEMENTS

Mr. Suthean Umpronsirirat

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

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมและควันทูหรือต่อ

เสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์

โดย

นายสุเชียร อัมพรสิริวัฒน์

สาขาวิชา

ทันตกรรมประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. นิยม อังรงค์อนันต์สกุล

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชรภรณ์ ทศจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ปรารมภ์ ชาลิมี่)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.นิยม อังรงค์อนันต์สกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.วิวิทธิพล ศรีมณีพงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง จำไพ โจรณกิจ)

สุธีธร อัมพรสิริรัตน์ : ผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมและควันบุหรี่ต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์. (THE EFFECTS OF ARTIFICIAL SALIVA CONTAMINATION AND CIGARETTE SMOKE ON COLOR STABILITY OF RESIN CEMENTS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ. ทพ. ดร.นิยม อังรงค์อนันต์สกุล, 71 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือเพื่อประเมินผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียม และผลของควันบุหรี่ต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งทำการทดสอบเป็น 2 ตอน การทดสอบตอนที่หนึ่ง เรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ (Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Cement, Panavia F2.0 และ Multilink Speed) ได้ถูกเลือกนำมาทดสอบ เรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์จะแยกออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (N) และกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (S) เตรียมขึ้นตัวอย่างจากเรซินซีเมนต์จำนวน 10 ชิ้นในแต่ละกลุ่ม จำนวน 12 กลุ่มโดยใช้แม่แบบอะคริลิก นำขึ้นตัวอย่างมาผ่านการเร่งอายุด้วยเครื่องทดสอบการเร่งอายุเป็นเวลา 120 ชั่วโมง ทำการวัดสีก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุด้วยเครื่องวัดสี ผลของการทดสอบตอนที่หนึ่งพบว่า การปนเปื้อนน้ำลายเทียมไม่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ ในขณะที่กลุ่ม Multilink Speed และกลุ่ม Superbond C&B มีการเปลี่ยนสีอย่างเห็นได้ชัดมากที่สุดตามลำดับ ส่วนกลุ่ม Variolink Veneer มีการเปลี่ยนสีที่น้อยที่สุด ส่วนการทดสอบตอนที่สอง นำขึ้นตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้นของแต่ละผลิตภัณฑ์จากเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์มาทำการรวมควันบุหรี่อย่างต่อเนื่องจำนวน 12 มวน โดยใช้บุหรี่ 1 มวนในการรวมควันในกล่องนาน 6 นาที ใช้เวลารวมทั้งหมด 72 นาที แล้วจึงนำมาทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ด้วยเครื่องอัลตราโซนิก โดยทำการวัดสีจำนวน 3 ครั้งคือ การวัดสีก่อนการรวมควันบุหรี่ การวัดสีหลังการรวมควันบุหรี่ และการวัดสีหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ แล้วจึงคำนวณผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุหรืกับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ (ΔE_{13}) ผลของการทดสอบตอนที่สองพบว่าหลังการรวมควันบุหรื สามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ด้วยสายตามนุษย์ได้ ($\Delta E_{12} \geq 3.3$) ยกเว้นกลุ่ม Clearfil SA Luting และกลุ่ม Panavia F2.0 และเมื่อทำความสะอาดคราบควันบุหรืที่ขึ้นตัวอย่างด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่ามีการติดสีจากคราบควันบุหรืลดน้อยลงในเรซินซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบ ($p \leq 0.05$) ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางเบื้องต้นในการเลือกใช้เรซินซีเมนต์ให้เหมาะสมกับงานทันตกรรมด้านความสวยงาม และอาจใช้เป็นข้อมูลในการนำไปใช้ศึกษางานวิจัยขั้นต่อไปในอนาคตได้

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์.....ลายมือชื่อ.....
 สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา 2554.....

5276138132 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEYWORDS : CIGARETTE SMOKE/ COLOR STABILITY/ RESIN CEMENT/ SALIVA

SUTHEAN UMPRON SIRIRAT : THE EFFECTS OF ARTIFICIAL SALIVA CONTAMINATION AND CIGARETTE SMOKE ON COLOR STABILITY OF RESIN CEMENTS. ADVISOR : NIYOM THAMRONGANANSKUL, Ph.D., 71 pp.

The purpose of this in vitro study was to investigate the effects of artificial saliva contamination and cigarette smoke on color stability of resin cements. The tests were divided into two parts. In first part, Six resin cements (Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Cement, Panavia F2.0 and Multilink Speed) were selected for this study. Each product of resin cements was divided into two groups; specimen group that was not contaminated with artificial saliva (N) and specimen group that was contaminated with artificial saliva (S) before polymerization of resin cements. Ten specimen disks of twelve groups were prepared using an acrylic mold. The specimen disks were subjected to accelerated aging for 120 hours. The color was measured before and after accelerated aging by using Spectrophotometer. The results of this part revealed that the artificial saliva contamination did not affect color stability of resin cements. Multilink Speed and Superbond C&B had the most obvious color change, respectively, while Variolink Veneer had the least color change. In second part, ten specimen disks of six resin cements were subjected to continuous smoke of twelve cigarettes at the rate of 1 cigarette/6 min for a total exposure time of 72 minutes. The specimen disks were cleaned with ultrasonic cleaner. The color was measured before smoke exposure (baseline), after smoke exposure, and after ultrasonic cleaning. Color changes were calculated between baseline and after smoke exposure measurements (ΔE_{12}), and between baseline and after ultrasonic cleaning measurements (ΔE_{13}). The results showed that after exposure to cigarette, Most resin cements had perceptible color changes ($\Delta E_{12} \geq 3.3$) except Clearfil SA Luting and Panavia F2.0. While ultrasonic cleaning could reduce stains from cigarette smoke attached on all tested resin cements ($p \leq 0.05$). The knowledge from this study can be a preliminary suggestion for selection of resin cements for esthetic dentistry, and may be used for further research in the future.

Department : ..Prosthodontics..... Student's Signature

Field of Study : ..Prosthodontics..... Advisor's Signature

Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้เลย หากปราศจากการให้คำแนะนำและคำปรึกษาเป็นอย่างดีจาก ผศ. ทพ. ดร.นิยม อังรอนันต์สกุล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างยิ่งที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาอันมีประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย ทำให้ขั้นตอนต่างๆในการดำเนินงานมีความราบรื่น และมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณ อ.ไพพรรณ พิทยานนท์ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัย และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามงานวิจัย.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	3
1.7 คำสำคัญ.....	3
1.8 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.9 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.11 รูปแบบการวิจัย.....	4
1.12 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เรซินซีเมนต์.....	6
2.1.1 เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี หรือชนิดก่อตัวด้วยตัวเอง.....	6
2.1.2 เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสง.....	7
2.1.3 เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี หรือชนิดก่อตัว ควบคู่.....	8

	หน้า
2.2 การเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์.....	8
2.3 สี.....	10
2.3.1 ระบบสีมันเชล (Munsell).....	11
2.3.2 ระบบสีซีไออี (CIELAB system).....	11
2.4 บุษรี.....	13
2.4.1 สารพิษในบุษรี.....	13
2.4.2 บุษรีกับโรคในช่องปาก.....	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	15
3.1 ประชากร.....	15
3.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย.....	15
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	16
3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	18
3.4.1 ตอนที่หนึ่ง: การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ.....	18
3.4.2 ตอนที่สอง : การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูบบุษรี.....	23
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	28
4.1 ผลการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ.....	28
4.2 ผลการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูบบุษรี.....	33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	39
5.1 อภิปรายระเบียบวิธีการวิจัย.....	39
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	40

5.2.1 อภิปรายการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ จากผลของการ ปนเปื้อนน้ำลายเทียบก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่ง อายุ.....	40
5.2.2 อภิปรายการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควีน นุหรี.....	44
5.2.3 อภิปรายการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากการทดสอบ ตอนที่หนึ่งและตอนที่สอง.....	46
5.3 สรุปผลการวิจัย.....	47
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	48
รายการอ้างอิง.....	49
ภาคผนวก.....	56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	71

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานวิจัย..... 5
ตารางที่ 2	แสดงเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาทำการทดสอบ..... 15
ตารางที่ 3	แสดงกลุ่มทดลองจำนวน 12 กลุ่มที่นำมาทดสอบในตอนหนึ่ง 18
ตารางที่ 4	แสดงค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังผ่านกระบวนการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม..... 28
ตารางที่ 5	แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบรายคู่ภายหลัง ชนิดแทมเฮนส์ ที่ทุของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม..... 32
ตารางที่ 6	แสดงค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยก่อนการรวมค้อนบูหรือ หลังการรวมค้อนบูหรือ และหลังการทำความสะอาดคราบค้อนบูหรือในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์. 34
ตารางที่ 7	แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับ หลังการรวมค้อนบูหรือ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมค้อนบูหรือกับ หลังทำความสะอาดคราบค้อนบูหรือ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบรายคู่ภายหลังแบบแพร์แชมเปิล ทีเทสต์..... 38
ตารางที่ 8	แสดงการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม..... 57
ตารางที่ 9	แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบอิทธิพลร่วมของการไม่ปนเปื้อนหรือ ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว กับเรซินซีเมนต์ในแต่ละ ผลิตภัณฑ์ ต่อผลต่างเฉลี่ยของสีของเรซินซีเมนต์หลังผ่านการเร่งอายุ 60
ตารางที่ 10	แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการใช้การทดสอบแบบเลอวี (Levene's test) ค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม..... 60
ตารางที่ 11	แสดงการทดสอบค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์ จำนวน 12 กลุ่ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว (One-way ANOVA) และด้วยวิธีการของบราวน์-ฟอร์ไซท์ (Brown-Forsythe test)..... 61
ตารางที่ 12	แสดงการทดสอบค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์ จำนวน 12 กลุ่ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์รายคู่ภายหลังแบบแทมเฮนส์ ที่ทุ (Tamhane T2)..... 62

ตารางที่ 13	แสดงการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรีกับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์.....	66
ตารางที่ 14	แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการใ้การทดสอบแบบเลอวิน (Levene's test) ของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์.....	67
ตารางที่ 15	แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว (One-way ANOVA).....	68
ตารางที่ 16	แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์รายคู่ภายหลังแบบ HSD ของ ทูคีย์ (Tukey's HSD test).....	68
ตารางที่ 17	แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการใ้การทดสอบแบบเลอวิน (Levene's test) ของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรีกับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์.....	69
ตารางที่ 18	แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรีกับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว (One-way ANOVA).....	69
ตารางที่ 19	แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรีกับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์รายคู่ภายหลังแบบ HSD ของทูคีย์ (Tukey's HSD test).....	70

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นของปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน.....	7
ภาพที่ 2 แสดงสีในระบบมันเซล.....	11
ภาพที่ 3 แสดงสีในระบบระบบสีซีไออี.....	12
ภาพที่ 4 แสดงเครื่องอัลตราโซนิก.....	16
ภาพที่ 5 แสดงเครื่องวัดสี.....	16
ภาพที่ 6 แสดงเครื่องทดสอบการเร่งอายุ.....	17
ภาพที่ 7 แสดงผู้ควบคุมคุณภาพ.....	17
ภาพที่ 8 แสดงจำนวนชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 12 กลุ่มที่นำมาทดสอบ ในตอนทีหนึ่ง.....	19
ภาพที่ 9 แสดงขั้นตอนการทดสอบในตอนทีหนึ่ง.....	19
ภาพที่ 10 แสดงชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์.....	20
ภาพที่ 11 แสดงการเตรียมชิ้นตัวอย่าง.....	20
ภาพที่ 12 แสดงการทำสัญลักษณ์ไว้ที่ขอบของชิ้นตัวอย่าง.....	21
ภาพที่ 13 แสดงตำแหน่งชิ้นตัวอย่างที่วางแนบกับช่องวัดสีของเครื่องวัดสี.....	22
ภาพที่ 14 แสดงจำนวนชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 6 กลุ่ม ที่นำมาทดสอบ ในตอนที่สอง.....	23
ภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนการทดสอบในตอนที่สอง.....	24
ภาพที่ 16 แสดงกล่องสำหรับรมควันบุหรี่และมอเตอร์ดูดอากาศ.....	25
ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยหลังผ่านการเร่งอายุใน เรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม.....	29
ภาพที่ 18 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม.....	30
ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยหลังการรมควันบุหรี่และ หลังทำความสะอาดควันบุหรี่ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรมควันบุหรี่..	34
ภาพที่ 20 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}).....	35
ภาพที่ 21 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรี่ กับหลังทำความสะอาด ควันบุหรี่ (ΔE_{13}).....	36

ภาพที่ 22 แสดงผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุหรี่กับหลังทำความสะอาดควันบุหรี่ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์.....	37
ภาพที่ 23 แสดงขึ้นตัวอย่าง Multilink Speed ก่อนผ่านการเร่งอายุ.....	42
ภาพที่ 24 แสดงขึ้นตัวอย่าง Multilink Speed หลังผ่านการเร่งอายุ.....	42
ภาพที่ 25 แสดงขั้นตอนการเสื่อมสลายของพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	43
ภาพที่ 26 แสดงการดูดซับ (Adsorption) และการดูดซึม (Absorption).....	45
ภาพที่ 27 แสดงคราบน้ำมันทาร์ที่ติดบริเวณท่อย่างที่ดูดควันบุหรี่และกล่องสำหรับรวมควันบุหรี่.....	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันงานทันตกรรมบูรณะได้มีการพัฒนาขึ้นมา ซึ่งในการบูรณะนั้นนอกจากจะรักษาสภาพฟันให้กลับสู่สภาวะปกติเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังต้องให้ความสำคัญกับความสวยงามด้วย ผู้ป่วยจำนวนมากต้องการให้ทันตแพทย์บูรณะฟันด้วยวัสดุที่มีสีที่เหมือนกับสีของฟันธรรมชาติ ในด้านของความสวยงามนั้นวัสดุบูรณะฟันที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ พอร์ซเลนและเรซินคอมโพสิต โดยไม่ว่าจะทำการบูรณะด้วยวัสดุชนิดใดก็ตามพบว่าความสำเร็จเริ่มต้นด้านทันตกรรมสวยงามขึ้นกับสีที่เข้ากันได้ระหว่างฟันกับวัสดุบูรณะ ส่วนผลสำเร็จระยะยาวของงานด้านทันตกรรมสวยงามขึ้นกับเสถียรภาพของสีของวัสดุบูรณะและซีเมนต์ที่ใช้ในการยึด [1, 2]

การบูรณะฟันเพื่อให้เกิดความสวยงาม อาทิเช่น ครอบฟันชนิดกระเบื้องล้วน (all ceramic) ต้องอาศัยเรซินซีเมนต์เป็นสารเชื่อมในการยึดขึ้นตัวอย่างให้ติดกับฟันหลัก โดยเรซินซีเมนต์ที่มีสมบัติที่เหนือกว่าซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม คือ มีค่ากำลังแรงยึดและความแข็งแรงสูง [3] มีการละลายตัวในน้ำต่ำ [3, 4] มีการฉีกบริเวณขอบดีซึ่งช่วยลดการเกิดรอยร้าวบริเวณขอบ และมีสีที่หลากหลายให้เลือกใช้เพื่อความสวยงาม แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือ บางผลิตภัณฑ์มีขั้นตอนในการยึดวัสดุบูรณะที่ยุ่งยาก (technique sensitive) [3]

ในปัจจุบันมีการนำเรซินซีเมนต์มาใช้ในงานทันตกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะใช้ในการยึดขึ้นพอร์ซเลนหรือเรซินคอมโพสิตวีเนียร์กับตัวฟัน เริ่มแรกได้นำเรซินซีเมนต์ที่เกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ด้วยตัวเองมาใช้เพื่อจุดประสงค์นี้ แต่เนื่องจากมีข้อเสียคือระยะเวลาทำงานและระยะเวลาการก่อตัวที่นาน จึงมีการนำเรซินซีเมนต์ที่เกิดปฏิกิริยาการก่อตัวได้ด้วยแสงมาใช้ แต่มีการศึกษาพบว่าร้อยละของจำนวนพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนไปเป็นพันธะเดี่ยว (degree of conversion) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ [5-7] เนื่องจากแสงไม่สามารถทะลุผ่านขึ้นตัวอย่างได้ [8, 9] รวมทั้งการที่แสงไม่สามารถผ่านไปยังขอบเหงือกได้ ดังนั้นจึงได้มีการผลิตเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี (dual-cure) ที่เกิดทั้งปฏิกิริยาการก่อตัวได้ด้วยแสงและเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวได้ด้วยตัวเอง

มีการศึกษาจำนวนมากเกี่ยวกับเสถียรภาพของสีของวัสดุที่ทำการบูรณะโดยเฉพาะชิ้นตัวอย่างเรซินคอมโพสิตที่พบว่ามีความเสถียรภาพของสีที่ดีสามารถยอมรับได้ [10-14] แต่มีการศึกษาที่เน้นเฉพาะเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จำนวนไม่มาก และผลการศึกษาก็ยังหาข้อสรุปไม่ได้ [1, 15-17] Noie และคณะ [17] ได้ศึกษาการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์หลังจากผ่านการเร่งอายุพบว่าไม่สามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ที่ทำการทดสอบ แต่การศึกษาของ Lu และ Powers [2] พบว่าเรซินซีเมนต์ที่ทำการทดสอบมีการเปลี่ยนสีจนสังเกตเห็นได้

เรซินซีเมนต์เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในงานทันตกรรมด้านความสวยงาม ถึงแม้ว่าเรซินซีเมนต์จะถูกปิดทับด้วยชั้นวัสดุบูรณะ แต่เรซินซีเมนต์บริเวณขอบของชั้นวัสดุบูรณะจะปรากฏออกมาสัมผัสกับสภาวะในช่องปากและอาจเกิดการเปลี่ยนสีได้ [18] ในเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงและเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี จะต้องทำการฉายแสงโดยครอบคลุมถึงบริเวณขอบของชั้นวัสดุบูรณะที่ทำการยึด ซึ่งบริเวณนี้อาจจะสัมผัสกับน้ำลายในช่องปากได้ แต่ยังไม่มีการศึกษาว่า ถ้าในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์มีการสัมผัสน้ำลายก่อนเกิดการปฏิกิริยาการก่อดัว จะมีผลต่อการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์หรือไม่ รวมทั้งเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์จะเกิดการติดสีจากคราบคาวานูหรือแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเรื่องผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมและคาวานูหรือต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ โดยทดสอบเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีบางผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้มีการศึกษาสมบัติต่าง ๆ เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตเริ่มออกนำมาใช้งานได้ไม่นาน

1.2 คำถามงานวิจัย

1.2.1 การปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อดัวจะมีผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์หรือไม่ หลังผ่านการเร่งอายุ

1.2.2 คาวานูหรือจะมีผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์หรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อประเมินผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อดัว ต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ หลังผ่านการเร่งอายุ

1.3.2 เพื่อประเมินผลของคาวานูหรือ ต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบเท่านั้น โดยไม่ได้ศึกษาถึงความแข็งแรงหรือการยึดติดของเรซินซีเมนต์

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

ถึงแม้ว่าการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ แต่ชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบจะมีขนาดความหนามากกว่าความหนาของเรซินซีเมนต์ที่นำมาใช้ในงานในคลินิก เนื่องจากถ้าทำชิ้นตัวอย่างที่มีความหนาใกล้เคียงกับความหนาของเรซินซีเมนต์ที่นำมาใช้ในงานในคลินิก ชิ้นตัวอย่างจะเปราะ และแตกหักได้ง่าย

สีของชิ้นตัวอย่างบูรณะที่นำมายึดติดในทางคลินิกจะมีปัจจัยหลายอย่างร่วมกัน เช่น สีของตัวฟัน สีของเรซินซีเมนต์ หรือสีของชิ้นตัวอย่างบูรณะที่นำมายึดติด แต่ในงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์เพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น

1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) เท่านั้น โดยปฏิบัติการภายใต้ภาวะที่กำหนด โดยควบคุมปัจจัยบางอย่างให้ใกล้เคียงกับสภาพในช่องปาก ซึ่งไม่สามารถจำลองสภาพแวดล้อมให้เหมือนสภาพแวดล้อมในช่องปากได้ทุกประการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ผลจากการปนเปื้อนน้ำลายจริง เป็นต้น ดังนั้นการตีความผลเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิกอาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

1.7 คำสำคัญ

- 1.7.1 Cigarette smoke
- 1.7.2 Color stability
- 1.7.3 Resin cement
- 1.7.4 Saliva

1.8 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

- 1.8.1 เสถียรภาพของสี (color stability) หมายถึง ความคงทนของวัสดุต่อการเปลี่ยนสี

1.8.2 การเปลี่ยนสี (color change) หมายถึง การที่วัสดุเปลี่ยนสี ในงานวิจัยนิยมวัดจากการเปลี่ยนสีจากเครื่องวัดสีซึ่งถ้าค่าผลต่างของสี (ΔE) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3.3 หน่วย จะสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนสีได้ด้วยตาปกติของมนุษย์

1.8.3 การเร่งอายุ (accelerated aging) หมายถึง กระบวนการเร่งสสารหรือวัสดุให้เหมือนผ่านการใช้งานมาเป็นระยะเวลาสั้น

1.9 สมมติฐานการวิจัย

1.9.1 การปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว จะมีผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือไม่ หลังผ่านการเร่งอายุ

สมมติฐานว่าง: ผลต่างของสีก่อนและหลังการการเร่งอายุ ระหว่างการปนเปื้อนหรือไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง: ผลต่างของสีก่อนและหลังการการเร่งอายุ ระหว่างการปนเปื้อนหรือไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ แตกต่างกัน

1.9.2 ควันบูหรือจะมีผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หรือไม่

สมมติฐานว่าง: ผลต่างของสีก่อนและหลังการรวมควันบูหรือ ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานแย้ง: ผลต่างของสีก่อนและหลังการรวมควันบูหรือ ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ แตกต่างกัน

1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.10.1 เพื่อให้มีแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้ชนิดหรือประเภทของเรซินซีเมนต์ที่เหมาะสมในงานด้านทันตกรรมสวยงาม

1.10.2 ผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้อาจใช้เป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ศึกษางานวิจัยขั้นต่อไปในอนาคต

1.11 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research)

1.12 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย	ระยะเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
กำหนดหัวข้อและตั้งสมมติฐาน	■											
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	■	■										
ทำการศึกษานำร่อง		■	■									
ดำเนินการวิจัย				■	■	■	■					
เก็บข้อมูล					■	■	■	■				
วิเคราะห์ สรุปผลและอภิปรายข้อมูล								■	■	■		
เตรียมรายงานและเสนอผลงานวิจัย										■	■	

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เรซินซีเมนต์

ปัจจุบันเรซินซีเมนต์ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในทางทันตกรรม เนื่องจากข้อดีของเรซินซีเมนต์ที่เหนือกว่าซีเมนต์อื่น ๆ คือ เกิดการยึดติดกับซี่ฟันได้ด้วยพันธะเคมีและทางจุลกลศาสตร์ ไม่ละลายเมื่ออยู่ในสภาวะช่องปาก และมีสีใกล้เคียงกับเนื้อฟัน เรซินซีเมนต์นั้นพัฒนาต่อเนื่องมาจากการพัฒนาวัสดุเรซินคอมโพสิต ดังนั้นเรซินซีเมนต์โดยทั่วไปมีส่วนประกอบหลักคล้ายวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต คือมีเรซินเมทริกซ์ (resin matrix) เป็นตัวประสาน และมีวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ที่ปรับปรุงผิวด้วยไซเลน (silane-treated inorganic filler) เพิ่มการยึดกันของทั้งสองส่วนประกอบ วัสดุอัดแทรกช่วยส่งเสริมทำให้สมบัติทางกลดีขึ้น เช่น ความแข็งแรง และโมดูลัสของความยืดหยุ่น (modulus of elasticity) เป็นต้น รวมทั้งเพิ่มความต้านทานต่อการขัดสี (abrasion resistance) [3]

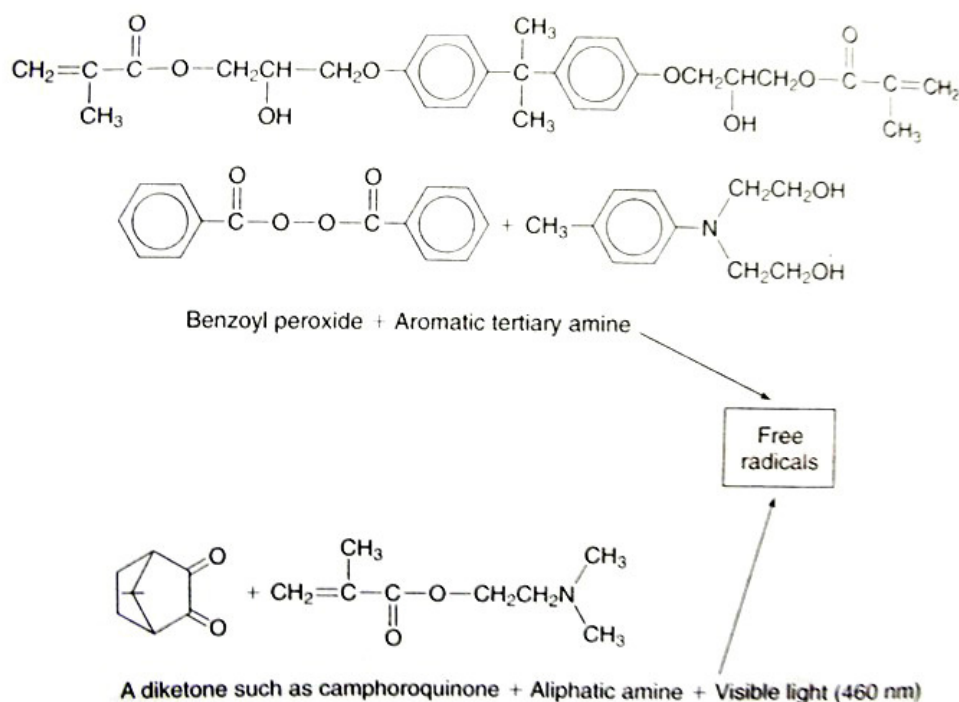
การจำแนกแบ่งเรซินซีเมนต์ตามกลไกการก่อตัวเป็นพอลิเมอร์ (polymerization) ได้ 3 ชนิด [3, 4, 19-22] คือ

1. ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี หรือชนิดก่อตัวด้วยตัวเอง (chemical-cure or self-cure)
2. ชนิดก่อตัวด้วยแสง (light-cure)
3. ชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี หรือชนิดก่อตัวควบคู่ (dual-cure)

2.1.1 เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี หรือชนิดก่อตัวด้วยตัวเอง

เรซินซีเมนต์ชนิดนี้ใช้เวลาการก่อตัวค่อนข้างคงที่ตามแต่ละที่ผลิตภัณฑ์กำหนดไว้ สามารถเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวได้เกือบสมบูรณ์ โดยไม่ขึ้นกับความหนาของเซรามิกบูรณะฟัน [19] เหมาะกับชิ้นตัวอย่างที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบซึ่งมีความทึบแสง เนื่องจากปฏิกิริยาการบ่มตัวเกิดขึ้นจากสารเคมีเป็นตัวกระตุ้น ไม่ต้องอาศัยพลังงานแสงในการเริ่มต้นปฏิกิริยา กลไกการก่อตัวของแต่ละบริษัทผู้ผลิตอาจแตกต่างกัน เช่น ใช้เพอร์ออกไซด์ (peroxide) เป็นตัวตั้งต้นปฏิกิริยาร่วมกับเอมีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (amine accelerator) โดยเร่งให้เพอร์ออกไซด์แตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) ดังแสดงในภาพที่ 1 ต่อมาอนุมูลอิสระก็ทำหน้าที่เปิดพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนในส่วนของมอนอเมอร์ แล้วจับกันเป็นสายโซ่ที่ยาวขึ้น [3] บางผลิตภัณฑ์เช่นซูเปอร์บอนด์ซีแอนบี (Superbond C&B) ใช้ไตรเอินบิวทิลบอเรนในอะซิโตน (Tri-n butyl

borane/acetone) หรือทีบีพี (TBB) เป็นตัวตั้งต้นปฏิกิริยา ซึ่งจะถูกกระตุ้นด้วยออกซิเจนเพื่อให้ เกิดเป็นอนุมูลอิสระในการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันต่อไป [23]



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นของปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน

(ที่มา: Craig และ Power. Restorative dental materials. 11th ed. St. louis:

The C.V. Mosby Company Inc, 2002: 152.)

2.1.2 เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสง

มีตัวตั้งต้นปฏิกิริยาเป็นสารพวกไดคีโตน (diketone) เช่น แคมโฟโรควิโนน (camphoroquinone) ซึ่งจะถูกกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 460-480 นาโนเมตร โดยมีเอมีน (amine) เป็นตัวตั้งต้นร่วม (co-initiator) ดังแสดงในภาพที่ 1 เรซินซีเมนต์ชนิดนี้เหมาะที่จะใช้ยึดชิ้นตัวอย่างที่ไม่มีโลหะเป็นโครง (non-metal substructure) ไม่ควรใช้กับชิ้นตัวอย่างที่หนาหรือมีสีเข้ม เพราะจะลดการส่องผ่านของแสง ทำให้การเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวลดลงหรือไม่สมบูรณ์ เรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงมีข้อดีที่ใช้สะดวก ไม่ต้องผสมส่วนเบสเข้ากับส่วนของแคทาลิสต์ (catalyst) มีเวลาการทำงานนานจนกระทั่งเริ่มฉายแสง และมีเสถียรภาพของสีสูงกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี

2.1.3 เรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี หรือชนิดก่อดัวควบคู่

มีตัวตั้งต้นของเรซินซีเมนต์ทั้งชนิดกระตุ้นด้วยแสง และส่วนประกอบที่เป็นตัวกระตุ้นของเรซินซีเมนต์ชนิดที่ก่อดัวด้วยสารเคมี จึงได้สมบัติที่ดีของเรซินซีเมนต์ที่ก่อดัวทั้งสองชนิดข้างต้น คือได้ทั้งเวลาที่เหมาะสม และการก่อดัวที่สมบูรณ์ภายใต้ชั้นตัวอย่างที่หนา มีสีเข้ม หรือ ค่อนข้างทึบแสง (opaque)

2.2 การเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์

ในปัจจุบันเรซินซีเมนต์บางผลิตภัณฑ์มีสีให้เลือกใช้หลากหลาย จึงสามารถเลือกใช้ให้กลมกลืนกับสีของฟันธรรมชาติและวัสดุบูรณะได้มากขึ้น แต่พบว่าวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตหรือเรซินซีเมนต์อาจจะมีการเปลี่ยนสีเมื่อผ่านการใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง ซึ่งการเปลี่ยนสีอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยต้องการเปลี่ยนวัสดุบูรณะใหม่ [24] การเปลี่ยนสีอาจเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงหลังเกิดปฏิกิริยาการก่อดัว [22] แต่ส่วนใหญ่การเปลี่ยนสีมักจะเกิดหลังจากการใช้งาน

การเปลี่ยนสีของวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตหรือเรซินซีเมนต์เกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ [10] คือ การเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายนอก (extrinsic factor) และการเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายใน (intrinsic factor)

1. การเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายนอก ได้แก่ การติดสีจากอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีสี หรือการติดสีจากคราบควันบุหรี่ [25] เป็นต้น

2. การเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายใน เป็นการเปลี่ยนสีภายในองค์ประกอบของวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตหรือเรซินซีเมนต์ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาการก่อดัวไม่สมบูรณ์ ความไม่เสถียรในองค์ประกอบในวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตหรือเรซินซีเมนต์ หรือการได้รับพลังงานจากแหล่งพลังงานต่าง ๆ เช่น ความร้อนจากน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส [26, 27] รังสีอัลตราไวโอเล็ต หรือแสงจากหลอดซีเอ็นอน

การเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายในของเรซินซีเมนต์ขึ้นกับองค์ประกอบในแต่ละชนิด [16] ขึ้นกับชนิดของเอมีนที่ใช้ ความแตกต่างในองค์ประกอบสามารถเป็นสาเหตุให้รูปแบบในการเปลี่ยนสีแตกต่างกันไปในเรซินซีเมนต์ รวมทั้งการเกิดรอยแตกและรอยร้าวก็อาจส่งผลต่อค่าของสีที่ทำการวัดได้ [2] ซึ่งสาเหตุหลักของการเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายในเกิดจากการออกซิเดชัน (oxidation) ของเอมีนซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาการก่อดัว โดยวัสดุประเภทเรซินชนิดก่อดัวด้วยแสงจะใช้อะลิฟาติกเทอเทียรีเอมีน (aliphatic tertiary amine) ส่วนในวัสดุประเภทเรซินชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีจะใช้อะโรมาติกเทอเทียรีเอมีน (aromatic tertiary amine) โดยที่อะโรมาติกเทอเทียรีเอมีนจะเกิดการออกซิไดส์มากกว่าอะลิฟาติกเทอเทียรีเอมีน

เพราะฉะนั้นวัสดุประเภทเรซินชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีจะมีแนวโน้มในการเปลี่ยนสีมากกว่าวัสดุประเภทเรซินชนิดก่อดัวด้วยแสง [2, 22, 28]

มีการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายในของวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีไม่ได้ขึ้นกับปริมาณของอะโรมาติกเทอเทียรีเอมีนที่อยู่ในองค์ประกอบ แต่ขึ้นกับอัตราส่วนระหว่างเอมีนกับเบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) [28, 29] ส่วนในวัสดุพวกเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยแสงจะไม่มีอะโรมาติกเทอเทียรีเอมีนอยู่ในองค์ประกอบจึงลดการเปลี่ยนสีที่เกิดจากปัจจัยภายในได้ [28, 30]

Schulze และคณะ [31] ทำการศึกษาการเปลี่ยนของสีของเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยแสง และเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมี โดยนำมาผ่านการเร่งอายุ พบว่าเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีมีเสถียรภาพของสีต่ำกว่าเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยแสงเช่นเดียวกับผลการศึกษาในหลายงานวิจัย [28, 32] และพบว่าคอมโพสิตที่มีวัสดุอัดแทรก (filler) น้อยที่สุดก็มีเสถียรภาพของสีดีด้วย [31, 33]

ในการศึกษาของ Koishi [18] พบว่าการนำเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในรูปแบบการก่อดัวแบบด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี จะมีการเปลี่ยนสีน้อยกว่าการใช้รูปแบบการก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีเพียงอย่างเดียวหลังจากนำไปขึ้นตัวอย่างไปแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 อาทิตย์ โดยที่การก่อดัวด้วยแสงในเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มปริมาณร้อยละของจำนวนพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนไปเป็นพันธะเดี่ยว (degree of conversion) [34-36] และมีงานวิจัยพบว่าการเพิ่มปริมาณการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันทำให้มีเสถียรภาพของสีที่ดีด้วย [37] เพราะฉะนั้นการฉายแสงจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี [18] แต่ก็มีปัจจัยอื่นที่ควรพิจารณาด้วย เช่น สีของซีเมนต์ซึ่งมีผลต่อสีของขึ้นวัสดุบูรณะเซรามิกที่จะทำการยึดติด [38] รวมทั้งองค์ประกอบในเรซินซีเมนต์ที่ใช้ด้วย

ส่วนในการศึกษาของ Raptis และคณะ [25] ได้ทำการทดสอบการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิต 3 ผลิตภัณฑ์ จากผลของคราบควันนุหรี และหลังจากทำความสะอาดด้วยสารลดแรงตึงผิว และทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่าในเรซินคอมโพสิต 2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นประเภททั่วไป (conventional composite) มีการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรของสี (color parameter) หลังการรวมควันนุหรี แต่เมื่อได้ทำความสะอาดแล้วก็มีค่าตัวแปรของสีใกล้เคียงกับก่อนการอบควันนุหรี ส่วนเรซินคอมโพสิตที่เป็นประเภทไมโครฟิลล์ (microfilled composite) มีค่าตัวแปรของสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญไม่ว่าจะหลังการรวมควันนุหรีหรือหลังทำความสะอาด

การทดสอบการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตหรือเรซินซีเมนต์ทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การแช่น้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน โดยการศึกษาของ Asmussen [26] ในปี 1981 ได้ทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินคอมโพสิตโดยนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน พบว่าการทำให้เรซินคอมโพสิตเปลี่ยนสีโดยการแช่น้ำในอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน เทียบเท่ากับนำเรซินคอมโพสิตที่แช่น้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน
2. การทดสอบด้วยแสงจากหลอดซีนอน โดยนำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบในเครื่องทดสอบการเร่งอายุ โดยใช้แสงจากหลอดซีนอน (xenon lamp) ส่องไปที่ชิ้นตัวอย่างที่จะทำการทดสอบ หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการเร่งอายุมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีกับชิ้นตัวอย่างในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ (ISO 7491, 2000) [39] หรือเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีระหว่างก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุ
3. การนำชิ้นตัวอย่างมาแช่ในอาหาร เครื่องดื่ม หรือสารละลายต่างๆที่มีสี เช่น ชา กาแฟ น้ำผลไม้ และไวน์ เป็นระยะเวลาต่างๆกัน แล้วนำค่าการเปลี่ยนสีมาเปรียบเทียบกับค่าสีของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่ในสารละลาย [22, 27, 40, 41]

2.3 สี

การเลือกสีของการทำงานทางทันตกรรมให้เหมือนกับฟันธรรมชาตินั้นมีความสำคัญ โดยมีวิธีการเลือกสีฟันที่น่าเชื่อถือมีส่วนช่วยให้สามารถเลือกสีที่ใกล้เคียงสีฟันมากยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีในการประเมินสีฟันนั้นแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การกำหนดสีด้วยตา (visual color determination) และการวิเคราะห์สีด้วยเครื่องมือ (instrumental color analysis)

ในระยะแรกการวัดการเปลี่ยนสีจะใช้ตามนุษย์ในการสังเกต แต่การสังเกตด้วยตาเปล่านั้นมีปัญหา เนื่องจากสายตาของมนุษย์แต่ละคนจะมีความสามารถในการสังเกตเห็นสีได้ไม่เท่ากัน โดยขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ประสบการณ์ การฝึกฝนของแต่ละบุคคล หรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ดังนั้นสายตาจึงไม่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ความสามารถในการมองสีขึ้นกับแสงและมุมของสายตาที่มองวัตถุที่มีสี และตามนุษย์ไม่สามารถบันทึกหรือบอกค่าที่แน่นอนว่าสีของตัวอย่างจะเปลี่ยนไปมากน้อยเพียงใดเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นปัจจุบันจึงมีการใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ซึ่งช่วยให้บอกความแตกต่างของสีได้ง่ายขึ้น มีมาตรฐาน และสามารถบอกค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ [42] โดยปัจจุบันระบบสีที่นิยมในการวัดสี ได้แก่

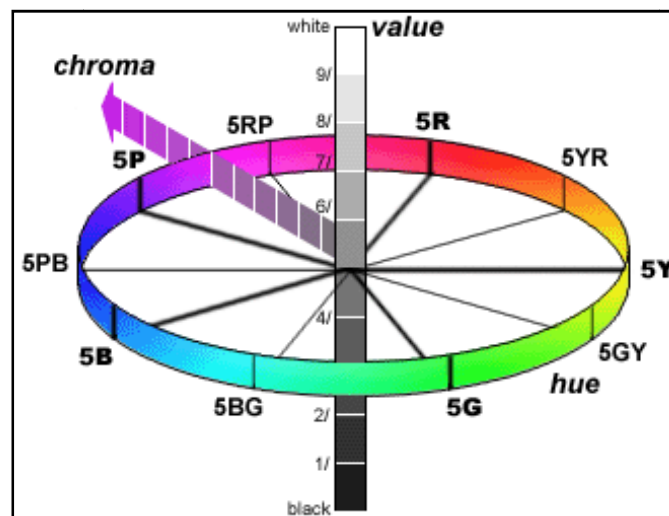
2.3.1 ระบบสีมันเชล (Munsell) [22, 43]

ระบบนี้ได้พัฒนาขึ้นมาโดย Albert H. Munsell ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1905 ก่อนที่จะมีการนำเครื่องวัดสีมาใช้ในการวัดสี โดยวัดคุณสมบัติสี 3 ลักษณะดังนี้

Hue คือ สีต่าง ๆ ที่เราจำแนกแยกแยะได้เป็น แดง เหลือง น้ำเงิน

Value คือ ความสว่างของสี (lightness) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเลือกสี

Chroma คือ ความเข้มของสี (color intensity) หรือความอิ่มตัวของสี โดย chroma จะแสดงปริมาณของ Hue ในสีนั้น ๆ



ภาพที่ 2 แสดงสีในระบบมันเชล

(ที่มา: [http://colorineverydaylife.wordpress.com/2011/04/28/munsell\[2011,Oct19\]](http://colorineverydaylife.wordpress.com/2011/04/28/munsell[2011,Oct19]))

2.3.2 ระบบสีซีไอเออี (CIELAB system) [11, 22, 41, 42]

เป็นระบบวิเคราะห์สีด้วยเครื่องมือระบบหนึ่งที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1931 โดยคณะกรรมการระหว่างชาติว่าด้วยแสงสว่าง (Commission International de l'Eclairage, the French title of the international committee หรือ International Commission on illumination)

หลักการพื้นฐานของระบบนี้ พัฒนามาจากกระบวนการรับรู้สีของมนุษย์ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ต้องมีแหล่งกำเนิดแสง วัตถุมีสี และผู้สังเกต ระบบสีซีไอเออีจะวัดสีออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งยอมมีข้อดีคือ ถึงแม้วัตถุหนึ่งสีจะเปลี่ยนไปเนื่องจากเวลาผ่านไปนานเพียงใดก็ตาม เราก็ยังทราบได้ว่าสีเดิมเป็นอย่างไร และเนื่องจากเป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับการสังเกตเห็นของแต่ละบุคคล จึงสามารถลดปัญหาความเห็นสีที่ไม่ตรงกันได้

ระบบนี้จะแยกสีออกเป็น 3 องค์ประกอบโดยแสดงค่าที่วัดออกมาเป็นตัวเลขในรูปของแกน 3 มิติของ CIE color space โดย

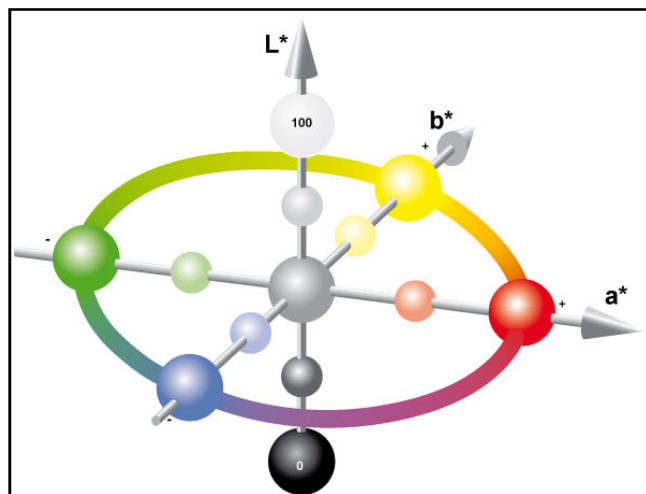
L^* เป็นแกนในแนวตั้ง แทนค่าความสว่างของสี (lightness of color) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 (มืด) กับ 100 (สว่าง)

a^* , b^* เป็นแกนในแนวราบตั้งฉากกัน โดย

a^* แทนตัวแปรสีในแนวแกนแดง-เขียว หากค่า a เป็นบวก (+) สีจะค่อนข้างแดง หาก a เป็นลบ (-) สีจะค่อนข้างเขียว

b^* แทนตัวแปรสีในแนวแกนเหลือง-น้ำเงิน หากค่า a เป็นบวก (+) สีจะค่อนข้างเหลือง หาก a เป็นลบ (-) สีจะค่อนข้างน้ำเงิน

พบว่า ตัวแปร L^* ในระบบสี CIE จะเทียบได้กับความสว่างของสี (value) ในระบบสี มันทเซลล์ สำหรับค่า a^* , b^* จะมีความสัมพันธ์กับ hue และ chroma



ภาพที่ 3 แสดงสีในระบบระบบสีซีไออี

(ที่มา: [http://www.ery50.com/content/view/89/122/lang,en\[2011,Oct19\]](http://www.ery50.com/content/view/89/122/lang,en[2011,Oct19]))

ค่าที่ได้จากระบบสี CIE สามารถนำมาคำนวณหาผลต่างของสี (ΔE) ระหว่างขึ้นตัวอย่าง เทียบกับตัวอย่างมาตรฐาน ได้ตามสูตร [2, 15, 17, 18, 26, 31]

$$\Delta E = [(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2]^{1/2}$$

L_2^* , a_2^* , b_2^* แทนค่า $L^*a^*b^*$ ที่วัดได้จากตัวอย่างมาตรฐาน

L_1^* , a_1^* , b_1^* แทนค่า $L^*a^*b^*$ ที่วัดได้จากตัวอย่างที่ทำการทดลอง

จากการศึกษาของ Seghi และคณะ [44] ถ้าผลต่างของสีมากกว่าหรือเท่ากับ 1 หน่วย พบว่ามีผู้สังเกตเห็นครั้งหนึ่งจากจำนวนผู้สังเกตทั้งหมดสามารถเห็นการเปลี่ยนสีได้ ส่วน Ruyter และคณะ [45] ทำการศึกษาเรซินคอมโพสิต พบว่าถ้ามีการเปลี่ยนสีที่สังเกตเห็นได้ในทางคลินิกต้องมีผลต่างของสีมากกว่าหรือเท่ากับ 3.3 หน่วย

2.4 บุหรี่

บุหรี่เป็นสิ่งเสพติดที่มีพิษภัยสูง ก่อให้เกิดโรคร้ายแรงมากกว่า 25 ชนิด ในแต่ละปีการเสียชีวิตด้วยบุหรี่มีอัตราสูงกว่าจากโรคเอดส์ การดื่มสุรา ยาเสพติด อุบัติเหตุรถยนต์ การถูกฆาตกรรม และการฆ่าตัวตายรวมกัน อันตรายจากบุหรี่ขยายวงกว้างถึงคนทุกเพศทุกวัย และทุกเศรษฐกิจฐานะ ทำอันตรายแก่เด็กทารกตั้งแต่วัยยังไม่เกิด เป็นภัยต่อทารก เด็กเล็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่ ตลอดจนผู้สูงอายุ การสูบบุหรี่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตที่ป้องกันได้ สิ่งที่แปลกอย่างหนึ่งคือ บุหรี่เป็นสารเสพติดร้ายแรงชนิดเดียวที่จำหน่ายและเสพได้โดยไม่ผิดกฎหมาย [46]

2.4.1 สารพิษในบุหรี่ [46, 47]

ในบุหรี่ 1 มวน เมื่อเกิดการเผาไหม้ จะทำให้เกิดสารเคมีมากกว่า 4,000 ชนิด สารหลายร้อยชนิดมีผลต่อการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย และมีสารก่อมะเร็งมากกว่า 40 ชนิด สารพิษที่สำคัญในบุหรี่บางชนิดเป็นอันตรายที่สำคัญ คือ

1. นิโคติน (nicotine) เป็นสารที่มีลักษณะคล้ายน้ำมัน ไม่มีสี นิโคตินสามารถออกฤทธิ์โดยตรงที่สมอง ทำให้ผู้สูบบุหรี่มีความรู้สึกที่เป็นสุข สบายใจ ติดบุหรี่และเลิกได้ยาก นิโคตินที่เข้าสู่ร่างกายส่วนใหญ่จะไปจับที่ปอด และบางส่วนถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือด โดยจะไปมีผลต่อต่อมหมวกไต ทำให้เกิดการหลั่งอิพิเนฟริน ทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น หัวใจเต้นแรงเร็วกว่าปกติ และไม่เป็นจังหวะ และเส้นเลือดแดงหดตัว

2. ทาร์ (tar) เป็นละอองเหลวเหนียวสีน้ำตาลคล้ายน้ำมันดิน เกิดจากการเผาไหม้ของใบยาสูบ กระดาษมวน และส่วนประกอบอื่น ๆ ในบุหรี่ ทาร์ประกอบด้วยสารหลายชนิดผสมรวมกัน ร้อยละ 50 ของทาร์จะไปจับอยู่ที่ปอด และเมื่อทาร์รวมตัวกับฝุ่นต่าง ๆ ที่หายใจเข้าไปก็จะขังอยู่ในถุงลมปอด ทำให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจ ทำให้ไอเรื้อรังและมีเสมหะ

3. คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เกิดจากการเผาไหม้ใบยาสูบที่ไม่สมบูรณ์ ก๊าซนี้จะแย่งจับกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจนประมาณ 200 เท่า ดังนั้นร่างกายของผู้ที่สูบบุหรี่จึงได้รับออกซิเจนน้อยลง การลำเลียงออกซิเจนไปให้อวัยวะต่าง ๆ ลดลง มีผลทำให้หัวใจทำงานหนักเพิ่มขึ้นเพื่อให้เลือดนำออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ได้เพียงพอ และถ้าได้รับก๊าซนี้จำนวนมาก จะทำให้เกิดอาการมึนงง คลื่นไส้ และเหนื่อยง่าย

4. ไนโตรเจนไดออกไซด์ (nitrogen dioxide) เป็นก๊าซพิษที่ทำลายเยื่อหุ้มหลอดลมส่วนปลายและถุงลม ทำให้ผนังถุงลมโป่งพอง ถุงลมในปอดลดจำนวนลง ส่งผลให้การทำงานของปอดลดลง และเป็นสาเหตุของการเกิดโรคถุงลมโป่งพอง

5. ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (hydrogen cyanide) เป็นก๊าซพิษที่ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของสัตว์ชั้นต้น ทำให้ไอเรื้อรัง มีเสมหะ และหลอดลมอักเสบเรื้อรัง
6. แอมโมเนีย (ammonia) เป็นก๊าซมีฤทธิ์ระคายเคืองเนื้อเยื่อ ทำให้แสบตา แสบจมูก หลอดลมอักเสบ ไอมีเสมหะ
7. สารกัมมันตรังสี ในควันบุหรี่มีสารกัมมันตรังสีต่าง ๆ เช่น โพลonium 210 (Polonium 210) ที่มีรังสีแอลฟาและเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น ทำให้เกิดมะเร็งปอด

2.4.2 บุหรี่กับโรคในช่องปาก

บุหรี่เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคในช่องปากได้ เช่น เหงือกอักเสบ โรคปริทันต์ มะเร็ง การติดเชื้อราในช่องปาก รวมทั้งบุรี่ยังมีผลกระทบต่อความสวยงาม โดยทำให้เกิดคราบบนตัวฟัน วัสดุอุดฟัน และฟันปลอม [48, 49] โดยพบว่าการสูบบุหรี่ทำให้เกิดคราบมากกว่าการดื่มชาและกาแฟ [50]

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร

ชิ้นตัวอย่างที่ทำจากเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งขึ้นรูปเป็นแผ่นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร โดยแบ่งทำการทดสอบเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่หนึ่ง ทำการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ จำนวน 12 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น รวมเป็น 120 ชิ้น

ตอนที่สอง ทำการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูบไฟ จำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น รวมเป็น 60 ชิ้น

3.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาทำการทดสอบ

ชื่อผลิตภัณฑ์	การก่อตัว เป็นพอลิเมอร์	สี	บริษัทผู้ผลิต
Nexus 3	light-cure mode	clear	Kerr USA, Orange, CA, USA
Variolink Veneer	light-cure	medium value 0	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Superbond C&B	chemical-cure	clear	Sun Medical Co., Moriyama, Japan
Clearfil SA Luting	dual-cure	universal	Kuraray Medical Inc., Kurashiki, Okayama, Japan
Panavia F 2.0	dual-cure	light	Kuraray Medical Inc., Kurashiki, Okayama, Japan
Multilink Speed	dual-cure mode	transparent	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein

- 3.2.2 แผ่นอะคริลิกขนาดความหนา 1 มิลลิเมตร
- 3.2.3 บุหรียี่ห้อกรองทิพย์ จำนวน 5 ซอง
- 3.2.4 น้ำปราศจากอิออน (deionized water)
- 3.2.5 น้ำลายเทียม จากภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 3.2.6 ฟูกัน
- 3.2.7 ที่หนีบกระดาษ

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 3.3.1 เครื่องฉายแสง (light curing unit; Curing light 2500, 3M ESPE, U.S.A)
- 3.3.2 เครื่องอัลตราโซนิก (Ultrasonic cleaner; Branson 5210, Branson, Germany)



ภาพที่ 4 แสดงเครื่องอัลตราโซนิก

- 3.3.3 เครื่องวัดสี (Spectrophotometer; UltraScan XE, The Color Management Company, Hunter Associates Laboratory, Inc.U.S.A.)



ภาพที่ 5 แสดงเครื่องวัดสี

3.3.4 เครื่องทดสอบการเร่งอายุ (Ci3000+ Weather-Ometer, Atlas Electronic Devices Co., Chicago, IL, USA)



ภาพที่ 6 แสดงเครื่องทดสอบการเร่งอายุ

3.3.5 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator; Contherm 1200, CONTHERM SCIENTIFIC LTD, Lower Hutt, New Zealand)



ภาพที่ 7 แสดงตู้ควบคุมอุณหภูมิ

3.3.6 เครื่องวัดขนาดชนิดดิจิทัล (Digital caliper; Micrometer, Mitutoyo, Japan)

3.3.7 กล้องสำหรับรวมควันทูริ

3.3.8 มอเตอร์ดูดอากาศ

3.3.9 ตู้ดูดควัน

3.3.10 ไมโครปีเปตต์

3.3.11 นาฬิกาจับเวลา

3.3.12 ไขมีดผ่าตัดเบอร์ 12

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.4.1 ตอนที่หนึ่ง: การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ

เรซินซีเมนต์ 6 ผลิตภัณฑ์ โดยแต่ละผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (N) และกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (S) จึงแบ่งได้เป็น 12 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น รวมเป็น 120 ชิ้น ตามตารางที่ 3 และภาพที่ 8

ตารางที่ 3 แสดงกลุ่มทดลองจำนวน 12 กลุ่มที่นำมาทดสอบในตอนที่ยี่หนึ่ง

กลุ่มที่	กลุ่มทดลอง	สัมผัสน้ำลายเทียมก่อนทำการฉายแสงหรือก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว
1	Nexus 3 (N)	
2	Nexus 3 (S)	/
3	Variolink Veneer (N)	
4	Variolink Veneer (S)	/
5	Superbond C&B (N)	
6	Superbond C&B (S)	/
7	Clearfil SACement (N)	
8	Clearfil SA Cement (S)	/
9	Panavia F 2.0 (N)	
10	Panavia F 2.0 (S)	/
11	Multilink Speed (N)	
12	Multilink Speed (S)	/

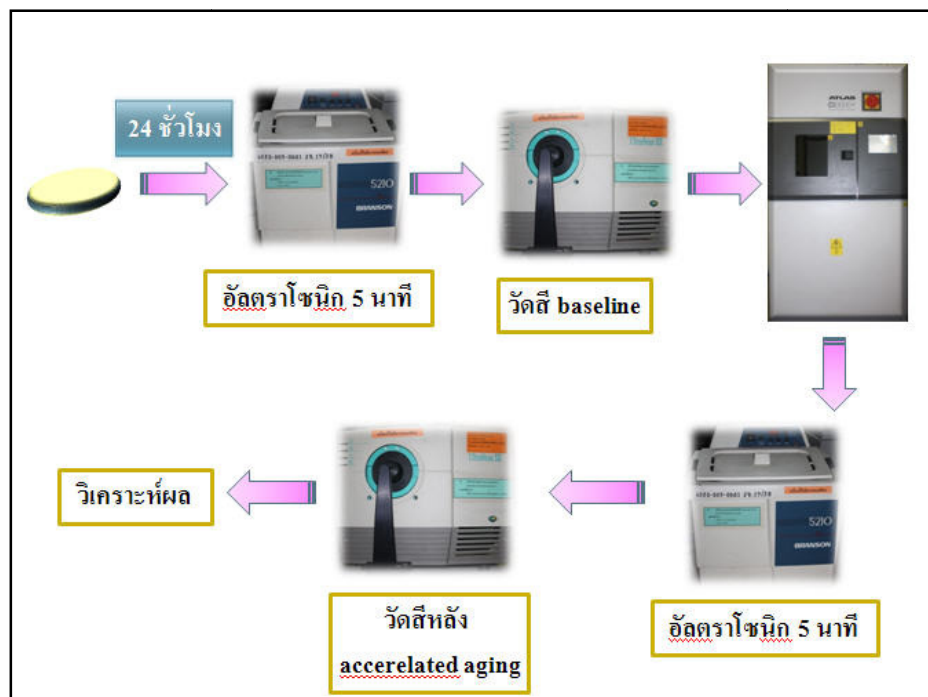
(N) แสดงถึงกลุ่มตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

(S) แสดงถึงกลุ่มตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

Nexus 3	<ul style="list-style-type: none"> กลุ่ม N จำนวน 10 ชั้น กลุ่ม S จำนวน 10 ชั้น 	} รวมทั้งหมด จำนวน 120 ชั้น
Variolink Veneer	<ul style="list-style-type: none"> กลุ่ม N จำนวน 10 ชั้น กลุ่ม S จำนวน 10 ชั้น 	
Superbond C&B	<ul style="list-style-type: none"> กลุ่ม N จำนวน 10 ชั้น กลุ่ม S จำนวน 10 ชั้น 	
Clearfil SA Luting	<ul style="list-style-type: none"> กลุ่ม N จำนวน 10 ชั้น กลุ่ม S จำนวน 10 ชั้น 	
Panavia F2.0	<ul style="list-style-type: none"> กลุ่ม N จำนวน 10 ชั้น กลุ่ม S จำนวน 10 ชั้น 	
Multilink Speed	<ul style="list-style-type: none"> กลุ่ม N จำนวน 10 ชั้น กลุ่ม S จำนวน 10 ชั้น 	

ภาพที่ 8 แสดงจำนวนชั้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 12 กลุ่ม
ที่นำมาทดสอบในตอนต้น

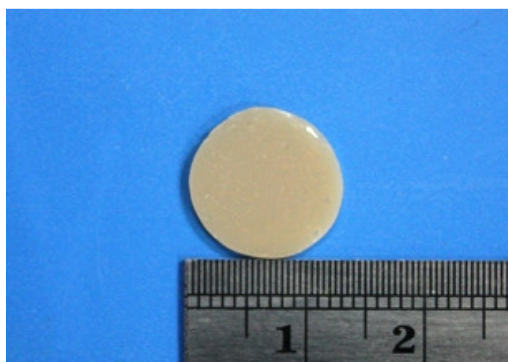
ขั้นตอนการทดสอบในตอนต้น มีดังนี้ (แสดงดังภาพที่ 9)



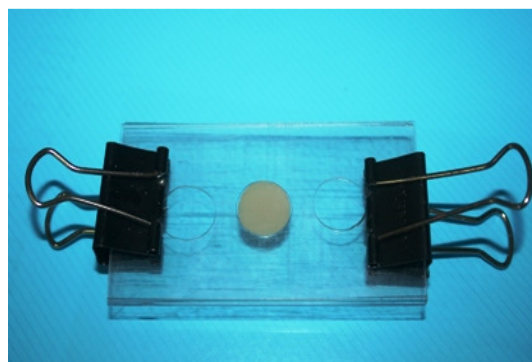
ภาพที่ 9 แสดงขั้นตอนการทดสอบในตอนต้น

3.4.1.1 การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

เตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์เป็นรูปแผ่นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร (ภาพที่ 10) โดยในกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (N) ทำการผสมเรซินซีเมนต์ตามวิธีการที่แต่ละผลิตภัณฑ์ระบุไว้ แล้วอัดลงในแม่แบบแผ่นอะคริลิกที่เจาะรูตรงกลางเป็นรูปแผ่นวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร และมีแผ่นอะคริลิกรองด้านล่าง เมื่ออัดเรซินซีเมนต์จนเต็มแม่แบบ นำแผ่นอะคริลิกอีก 1 แผ่นมาวางประกบด้านบนบนของแม่แบบให้สนิท จากนั้นยึดเข้ากับแม่แบบด้วยที่หนีบกระดาษ 2 อัน (ภาพที่ 11) แล้วทำการฉายแสงในเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงและชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี ด้วยเครื่องฉายแสงที่ความเข้ม 500 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยให้ปลายท่อหน้าแสงของเครื่องฉายแสงแนบตั้งฉากกับแผ่นอะคริลิก แต่เนื่องจากชิ้นตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่าปลายท่อหน้าแสง จึงทำการฉายแสงในแต่ละบริเวณครั้งละ 40 วินาที แล้วเลื่อนปลายท่อหน้าแสงเพื่อทำการฉายแสงจนครบทั้งพื้นที่ของชิ้นตัวอย่างเป็นจำนวน 3 ครั้ง โดยทำการฉายแสงทั้งสองด้านของชิ้นตัวอย่าง ส่วน Superbond C&B ที่เป็นกลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี จะทำการผสมด้วยวิธีนำส่วนผสมและส่วนมอนอเมอร์ผสมพร้อมกัน (bulk-mix technique) แล้วจึงใส่เรซินซีเมนต์จนเต็มแม่แบบดังวิธีการที่กล่าวมาแล้ว จากนั้นเก็บชิ้นตัวอย่างไว้ในภาชนะที่ไม่มีแสงเข้าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีเพื่อให้เกิดการก่อตัวอย่างสมบูรณ์



ภาพที่ 10 แสดงชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์



ภาพที่ 11 แสดงการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

ส่วนการเตรียมชิ้นตัวอย่างกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (S) เริ่มจากวางแม่แบบแผ่นอะคริลิกบนแผ่นอะคริลิกที่รองอยู่ด้านล่าง ใช้ไมโครปิเปตต์หยดน้ำลายเทียมเป็นปริมาตร 15 ไมโครลิตรบนแผ่นอะคริลิกที่รองอยู่ด้านล่าง แล้วทำให้ทั่วด้วยพู่กัน แล้วทำการผสมเรซินซีเมนต์ตามวิธีการที่แต่ละผลิตภัณฑ์ระบุไว้ แล้วอัดลงในแม่แบบแผ่นอะคริลิก แล้วนำแผ่นอะคริลิกอีก 1 แผ่นที่จุ่มน้ำลายเทียมมาวางประกบด้านบนบนของแม่แบบ ทำ

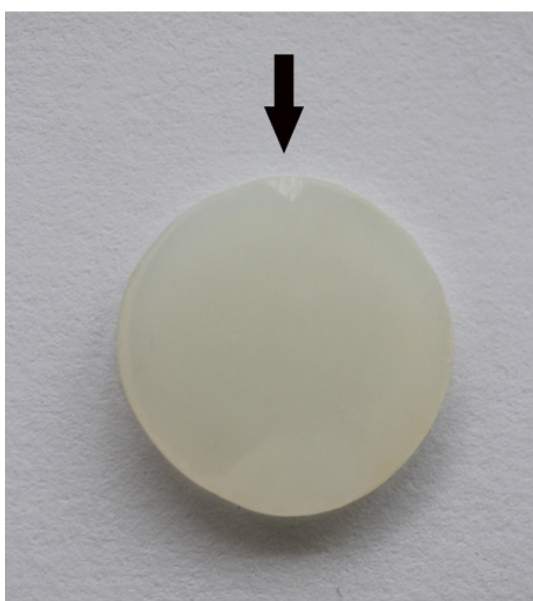
การฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงหรือทิ้งไว้ให้เกิดการก่อตัวอย่างสมบูรณ์ตามวิธีการที่กล่าวไว้แล้ว ในแต่ละผลิตภัณฑ์ของเรซินซีเมนต์

หลังจากที่ขึ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเกิดการก่อตัวอย่างสมบูรณ์ จึงนำขึ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ออกจากแม่แบบ ตรวจสอบความสมบูรณ์เรียบร้อยและทำการตัดแต่งขอบของขึ้นตัวอย่างด้วยใบมีดผ่าตัดเบอร์ 12 นำขึ้นตัวอย่างทั้งหมดมาแช่น้ำปราศจากไอออนในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาทำการวัดสีและผ่านการเร่งอายุ

3.4.1.2 ขั้นตอนการวัดสีก่อนผ่านการเร่งอายุ

กำหนดให้ขึ้นตัวอย่างที่ต้องการวัด มีขนาดใหญ่กว่าช่องรับแสง และมีผิวแบนเรียบ เพื่อให้ปิดช่องรับแสงที่ตกกระทบจากเครื่องวัดสีได้หมด โดยไม่ให้แสงลอดออกมาได้ ขึ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร จึงสามารถครอบคลุมช่องรับแสงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตรได้ทั้งหมด กำหนดให้มีการเทียบสีกับสีมาตรฐานก่อนการวัดขึ้นตัวอย่างทุกครั้ง

ขั้นตอนการวัดสีเริ่มจากนำขึ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดในน้ำปราศจากไอออนด้วยเครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาที ซับขึ้นตัวอย่างให้แห้งด้วยกระดาษซับที่สะอาด แล้วนำขึ้นตัวอย่างมาทำการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี โดยตำแหน่งที่วัดจะเป็นตำแหน่งเดิมทุกครั้งจากการทำสัญลักษณ์ไว้ที่ขอบของขึ้นตัวอย่าง (ภาพที่ 12 และ 13) นำขึ้นตัวอย่างวางแนบกับช่องวัดสีซึ่งจะทำการเปลี่ยนพื้นหลังของขึ้นดูดซับสีเป็นสีขาวสลับกับสีดำตามลำดับในการวัดแต่ละครั้ง ซึ่งในการวัดสี 1 ครั้ง เครื่องจะอ่านค่าสีให้ 5 ครั้ง และบันทึกค่าเฉลี่ยของค่า L^* , a^* และ b^* ในแต่ละขึ้นตัวอย่าง



ภาพที่ 12 แสดงการทำสัญลักษณ์ไว้ที่ขอบของขึ้นตัวอย่าง



ภาพที่ 13 แสดงตำแหน่งขึ้นตัวอย่างที่วางแนบกับช่องวัดสีของเครื่องวัดสี

3.4.1.3 ขั้นตอนนำขึ้นตัวอย่างมาผ่านการเร่งอายุ

นำขึ้นตัวอย่างทั้งหมดมาผ่านการเร่งอายุด้วยเครื่องทดสอบการเร่งอายุ โดยใช้หลอดแสงซินอนที่กรองผ่านแก้วบอโรซิลิเกต (borate borosilicate glass) ที่ให้แสงความยาวคลื่นหลัก 340 นาโนเมตร ความเข้มแสง 0.55 วัตต์/ตารางเมตร/นาโนเมตร ($W/m^2/nm$) การทดสอบใช้พลังงานรังสี 157.2 กิโลจูล/ตารางเมตร และใช้เวลารวมทั้งหมด 120 ชั่วโมง โดยใช้สภาวะการเร่งอายุต่าง ๆ [2, 12, 17] ดังนี้

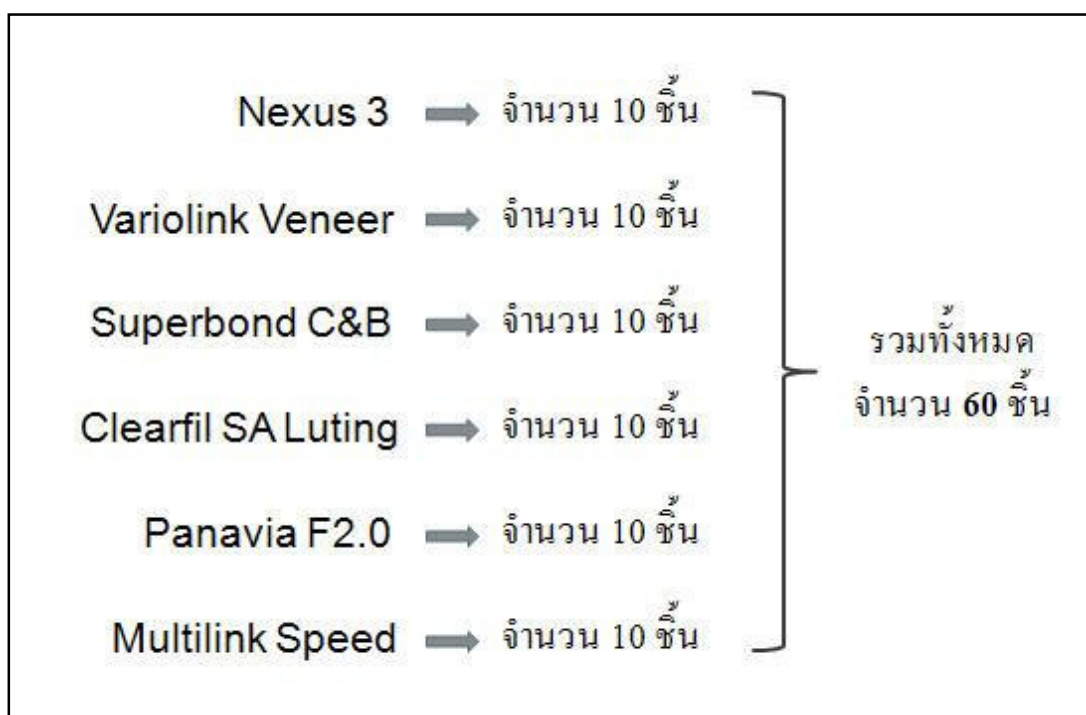
- ทำการทดสอบเป็นวงจร คือ ฉายแสงอย่างเดียวเป็นเวลา 40 นาที ฉายแสงและทำการสเปรย์น้ำบนผิวด้านหน้าของขึ้นตัวอย่าง เป็นเวลา 20 นาที ฉายแสงอย่างเดียวเป็นเวลา 60 นาที และอยู่ในสภาวะมืดและทำการสเปรย์น้ำบนผิวด้านหลังของขึ้นตัวอย่าง เป็นเวลา 60 นาที
- Dry bulb temperature : 47 องศาเซลเซียส (light) และ 38 องศาเซลเซียส (dark)
- ความชื้น : 50% (light) และ 95% (dark)
- Black panel temperature : 70 องศาเซลเซียส (light) และ 38 องศาเซลเซียส (dark)
- อุณหภูมิของน้ำ 50 องศาเซลเซียส

3.4.1.4 ขั้นตอนการวัดสีหลังผ่านการเร่งอายุ

เมื่อขึ้นตัวอย่างได้ผ่านการเร่งอายุเรียบร้อยแล้ว นำแต่ละชิ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดในน้ำปราศจากอิมอนด้วยเครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาที ซับขึ้นตัวอย่างให้แห้งด้วยกระดาษซับที่สะอาด แล้วนำชิ้นตัวอย่างมาทำการวัดสีหลังผ่านการเร่งอายุโดยวางแนบชิ้นตัวอย่างให้อยู่ตำแหน่งเดียวกับการวัดสีก่อนผ่านการเร่งอายุ นำข้อมูลการวัดสีทั้ง 2 ครั้ง คือการวัดก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุ มาเปรียบเทียบและคำนวณค่าผลต่างของสีโดยใช้สูตร $\Delta E = [(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2]^{1/2}$ แล้วนำค่าผลต่างของสีที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม

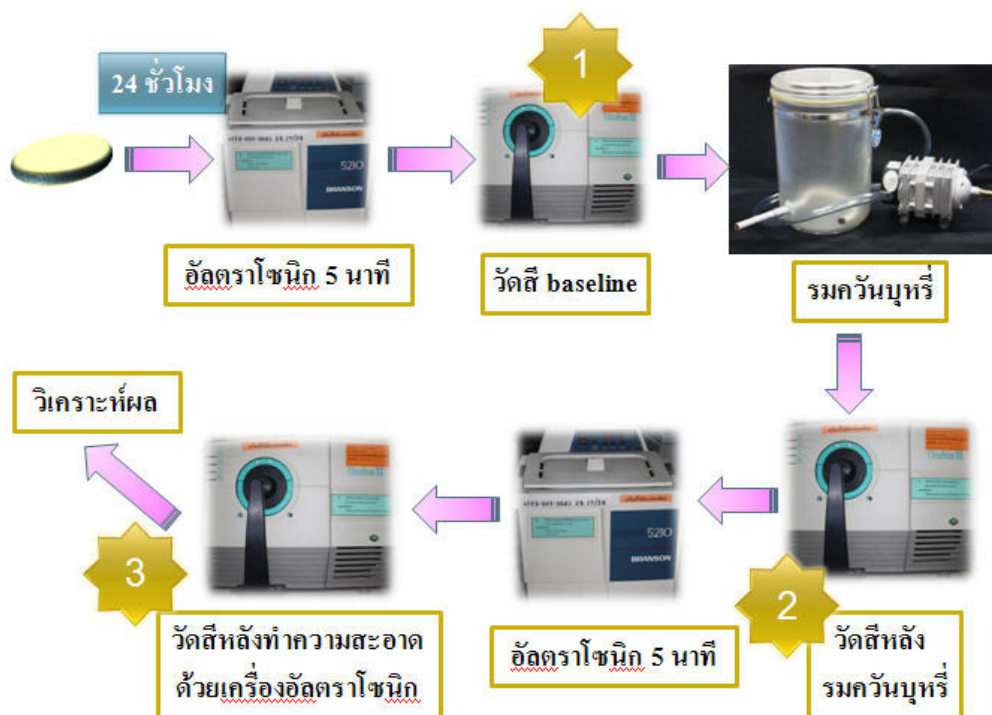
3.4.2 ตอนที่สอง : การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูหรือ

ชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่นำมาทำการทดสอบที่สองจะแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มคือ Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Cement, Panavia F2.0 และ Multilink Speed โดยมีชิ้นตัวอย่างกลุ่มละ 10 ชิ้น รวมเป็น 60 ชิ้น แสดงตามภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงจำนวนชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 6 กลุ่ม
ที่นำมาทดสอบในตอนที่สอง

ขั้นตอนการทดสอบในตอนที่สอง มีดังนี้ (แสดงดังภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนการทดสอบในตอนที่สอง

3.4.2.1 การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

เตรียมชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์เป็นรูปแผ่นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร ทำการผสมเรซินซีเมนต์ตามวิธีการที่แต่ละผลิตภัณฑ์ระบุไว้ แล้วอัดลงในแม่แบบแผ่นอะคริลิกหนา 1 มิลลิเมตร ที่เจาะรูตรงกลางเป็นรูวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และมีแผ่นอะคริลิกรองด้านล่าง เมื่ออัดเรซินซีเมนต์จนเต็มแม่แบบ นำแผ่นอะคริลิกอีก 1 แผ่นมาวางประกบด้านบนของแม่แบบให้สนิท จากนั้นยัดเข้ากับแม่แบบด้วยที่หนีบกระดาษ 2 อัน แล้วทำการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงที่ความเข้ม 500 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือทิ้งไว้ให้เกิดการก่อตัวอย่างสมบูรณ์ตามวิธีการที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.4.1.1 แล้วจึงนำชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ออกจากแม่แบบหลังจากที่ชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเกิดการก่อตัวอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบความสมบูรณ์เรียบร้อยและทำการตัดแต่งขอบของชิ้นตัวอย่างด้วยใบมีดผ่าตัดเบอร์ 12 นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาแช่น้ำปราศจากไอออนในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาทำการวัดสีและทำการรวมควันบุหรี

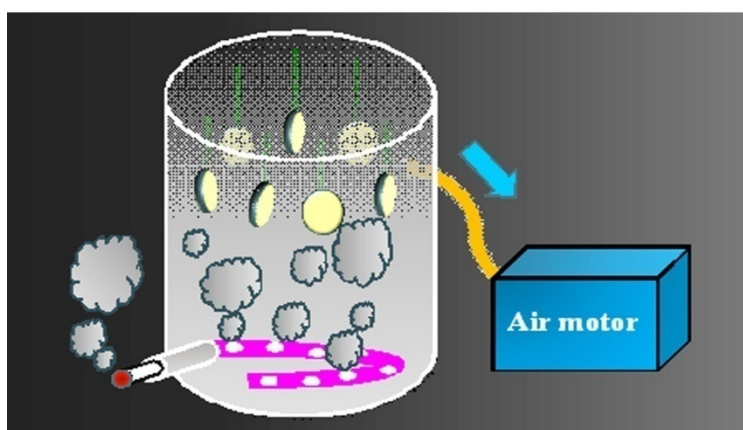
3.4.2.2 ขั้นตอนการวัดสีก่อนการรวมควันบุหรี

หลังจากทำการเตรียมและนำชิ้นตัวอย่างไปแช่น้ำปราศจากไอออนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดมาทำความสะอาดในน้ำปราศจากไอออนด้วยเครื่องทำความสะอาด

อัลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาที ชับชิ้นตัวอย่างให้แห้งด้วยกระดาษซับที่สะอาด แล้วนำชิ้นตัวอย่างมาทำการวัดสีก่อนการหมักวันบุนหรี และบันทึกค่าเฉลี่ยของค่า L^* , a^* และ b^* ในแต่ละชิ้นตัวอย่าง

3.4.2.3 ขั้นตอนการเตรียมกล่องสำหรับหมักวันบุนหรี

กล่องสำหรับหมักวันบุนหรี ซึ่งดัดแปลงจากการศึกษาของอภินันท์และคณะ [51] ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 16 โดยนำกล่องพลาสติกปิดผนึกมาเจาะรูด้านข้างของกล่องบริเวณมุมล่างของกล่องเพื่อต่อกับท่อสำหรับไว้เสียบบุนหรีครั้งละ 1 มวน และนำวันบุนหรีเข้าไปในกล่อง โดยท่อจะวางขดเป็นวงกลมที่ก้นกล่องและปิดส่วนปลายด้วยจุกพลาสติก เจาะรูที่ท่ออย่างจำนวน 6 รู เป็นระยะห่างเท่า ๆ กัน บริเวณด้านบนของกล่องจะต่อกับท่อที่ต่อไปยังมอเตอร์ดูดอากาศเพื่อดูดวันบุนหรีออก



ภาพที่ 16 แสดงกล่องสำหรับหมักวันบุนหรีและมอเตอร์ดูดอากาศ

3.4.2.4 ขั้นตอนการหมักวันบุนหรี

นำชิ้นตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้นในแต่ละกลุ่ม แขนงไว้โดยใช้ตัวหนีบติดอยู่กับฝาของกล่องสำหรับหมักวันบุนหรี โดยให้อยู่ระดับเดียวกับทางเข้าของวันบุนหรี การจุดบุนหรีจะทำครั้งละ 1 มวน

โดยมีอัตราการเผาไหม้ 50 -70 วินาทีต่อมวน รมควันในกล่องนาน 6 นาที จุดต่อเนื้อทั้งหมด 12 มวน ดังนั้นในการรมควันบุหรี่ 1 รอบจะใช้เวลารวม 72 นาที

3.4.2.5 ขั้นตอนการวัดสีหลังการรมควันบุหรี่

ปล่อยชิ้นตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมงหลังจากทำการรมควันบุหรี่ แล้วนำชิ้นตัวอย่างมาทำการวัดสีหลังการรมควันบุหรี่ และบันทึกค่าเฉลี่ยของค่า L^* , a^* และ b^* ของแต่ละชิ้นตัวอย่าง

3.4.2.6 ขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นตัวอย่าง และการวัดสีหลังทำความสะอาด

คราบควันบุหรี่ด้วยเครื่องอัลตราโซนิค

นำชิ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ในน้ำปราศจากอ็อกซิเจนด้วยเครื่องอัลตราโซนิคเป็นเวลา 5 นาที ซับชิ้นตัวอย่างให้แห้งด้วยกระดาษซับที่สะอาด แล้วนำชิ้นตัวอย่างมาทำการวัดสีหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ และบันทึกค่าเฉลี่ยของค่า L^* , a^* และ b^*

ในแต่ละชิ้นตัวอย่างจะทำการวัดสีจำนวน 3 ครั้งคือ การวัดสีก่อนการรมควันบุหรี่ การวัดสีหลังการรมควันบุหรี่ และการวัดสีหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ แล้วจึงคำนวณผลต่างของสีโดยเปรียบเทียบระหว่างการวัด 2 ครั้ง แล้วนำค่าผลต่างของสีที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม และเปรียบเทียบโดยแยกเป็น 2 หัวข้อ คือ

1. ผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12})
2. ผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรี่กับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ (ΔE_{13})

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์เชิงพรรณนา และทางสถิติโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส เวอร์ชัน 17.0 (Statistic Package for the Social Science version 17.0) และโปรแกรมซิกมา สแตท เวอร์ชัน 2.03 (Sigma Stat 2.03) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลตามการทดสอบเป็น 2 ตอน คือ

3.5.1 ตอนหนึ่ง: การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินที่เมินต์จากผลของการปนเปื้อน น้ำลายเทียบก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ

3.5.1.1 วิเคราะห์เชิงพรรณนา สำหรับค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุ และใช้การทดสอบสถิติผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired t-test) สำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม ระหว่างก่อนผ่านการเร่งอายุกับหลังผ่านการเร่งอายุ

3.5.1.2 วิเคราะห์ค่าผลต่างของสีระหว่างก่อนผ่านการเร่งอายุกับหลังผ่านการเร่งอายุ ด้วยการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Two-way ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ภายหลัง (post-hoc analysis) ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพรรณนา สำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบ 2 ปัจจัย คือ การปนเปื้อนหรือไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมของชิ้นตัวอย่าง และเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์

3.5.2 ตอนที่สอง : การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูบ์

3.5.2.1 วิเคราะห์เชิงพรรณนา สำหรับค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยก่อนการรวมควันทูบ์ หลังการรวมควันทูบ์ และหลังการทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเมื่อมีการวัดซ้ำ (One-way repeated measures ANOVA) สำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม หลังการรวมควันทูบ์และหลังทำความสะอาดควันทูบ์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรวมควันทูบ์

3.5.2.2 วิเคราะห์ผลต่างของสี ด้วยการวิเคราะห์สถิติความแปรปรวนแบบทางเดียว และวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ภายหลัง ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพรรณนา โดยเปรียบเทียบแยกเป็น 2 หัวข้อ คือ

3.5.2.2.1 ผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันทูบ์ (ΔE_{12})

3.5.2.2.2 ผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันทูบ์กับหลังทำความสะอาดควันทูบ์ (ΔE_{13})

3.5.2.3 ทดสอบความแตกต่างระหว่างผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันทูบ์ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันทูบ์กับหลังทำความสะอาดควันทูบ์ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ โดยใช้การทดสอบสถิติผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

(รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแสดงไว้ในภาคผนวก)

4.1 ผลการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ

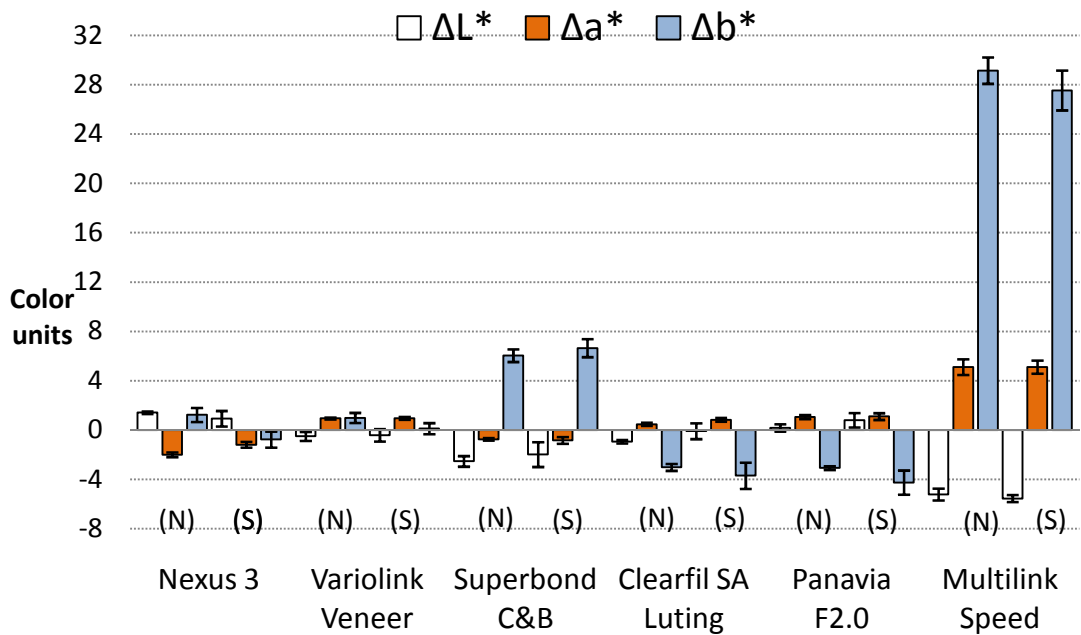
4.1.1 ค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

ค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

กลุ่มของเรซินซีเมนต์	ค่าของการวัดสีในแต่ละครั้ง		กลุ่มของเรซินซีเมนต์	ค่าของการวัดสีในแต่ละครั้ง			
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		
1) Nexus 3 (N)	L^*	77.92 (0.60)	79.33 (0.56)	7) Clearfil SA Luting (N)	L^*	83.80 (0.27)	82.85 (0.23)
	a^*	-2.63 (0.15)	-4.63 (0.14)		a^*	0.33 (0.18)	0.80 (0.13)
	b^*	11.10 (0.52)	12.33 (0.50)		b^*	25.94 (0.52)	22.91 (0.58)
2) Nexus 3 (S)	L^*	77.32 (0.29)	78.24 (0.66)	8) Clearfil SA Luting (S)	L^*	85.13 (0.33)	<u>85.03 (0.60)</u>
	a^*	-2.80 (0.03)	-3.99 (0.24)		a^*	0.96 (0.19)	1.80 (0.11)
	b^*	11.52 (0.19)	10.75 (0.63)		b^*	24.38 (1.23)	20.67 (0.92)
3) Variolink Veneer (N)	L^*	83.73 (0.46)	83.22 (0.29)	9) Panavia F2.0 (N)	L^*	82.64 (0.45)	<u>82.81 (0.33)</u>
	a^*	-2.32 (0.07)	-1.39 (0.08)		a^*	1.18 (0.16)	2.23 (0.14)
	b^*	6.66 (0.31)	7.64 (0.24)		b^*	23.37 (0.21)	20.29 (0.20)
4) Variolink Veneer (S)	L^*	83.20 (0.52)	82.77 (0.72)	10) Panavia F2.0 (S)	L^*	84.38 (0.38)	85.17 (0.64)
	a^*	-3.17 (0.34)	-2.22 (0.40)		a^*	1.18 (0.13)	2.27 (0.24)
	b	6.20 (0.90)	<u>6.31 (0.70)</u>		b	21.21 (0.98)	16.94 (1.09)
5) Superbond C&B (N)	L^*	91.28 (0.36)	88.73 (0.60)	11) Multilink Speed (N)	L^*	82.54 (0.54)	77.31 (0.57)
	a^*	-1.32 (0.06)	-2.07 (0.08)		a^*	-0.41 (0.22)	4.69 (0.76)
	b^*	2.27 (0.19)	8.30 (0.53)		b^*	11.14 (0.31)	40.28 (1.09)
6) Superbond C&B (S)	L^*	82.26 (2.76)	80.27 (2.79)	12) Multilink Speed (S)	L^*	83.86 (0.44)	78.31 (0.45)
	a^*	-1.10 (0.35)	-1.95 (0.22)		a^*	-0.45 (0.22)	4.65 (0.57)
	b^*	2.82 (0.36)	9.46 (0.60)		b^*	12.00 (0.26)	39.53 (1.70)

_____ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนกับหลังผ่านการเร่งอายุ



(N) แสดงถึงกลุ่มตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

(S) แสดงถึงกลุ่มตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยหลังผ่านการเร่งอายุ

ในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

จากตารางที่ 4 พบว่าค่า L^* เฉลี่ยของ Superbond C&B มีค่า L^* เฉลี่ยสูงที่สุด ส่วน Nexus 3 มีค่า L^* เฉลี่ยน้อยที่สุด และเมื่อนำค่า L^* เฉลี่ยมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังผ่านการเร่งอายุ พบว่ากลุ่ม Clearfil SA Luting (S) และกลุ่ม Panavia F2.0 (N) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่ม Nexus 3 และ Panavia F2.0 (S) จะมีค่า L^* เฉลี่ยมากขึ้น ส่วนกลุ่มของเรซินซีเมนต์ที่เหลือจะมีค่า L^* เฉลี่ยลดลงเล็กน้อยประมาณ 0.51-2.55 หน่วย ยกเว้นกลุ่มของ Multilink Speed (N) และ Multilink Speed (S) ที่มีค่า L^* เฉลี่ยลดลงประมาณ 5.23 และ 5.55 หน่วย ตามลำดับ

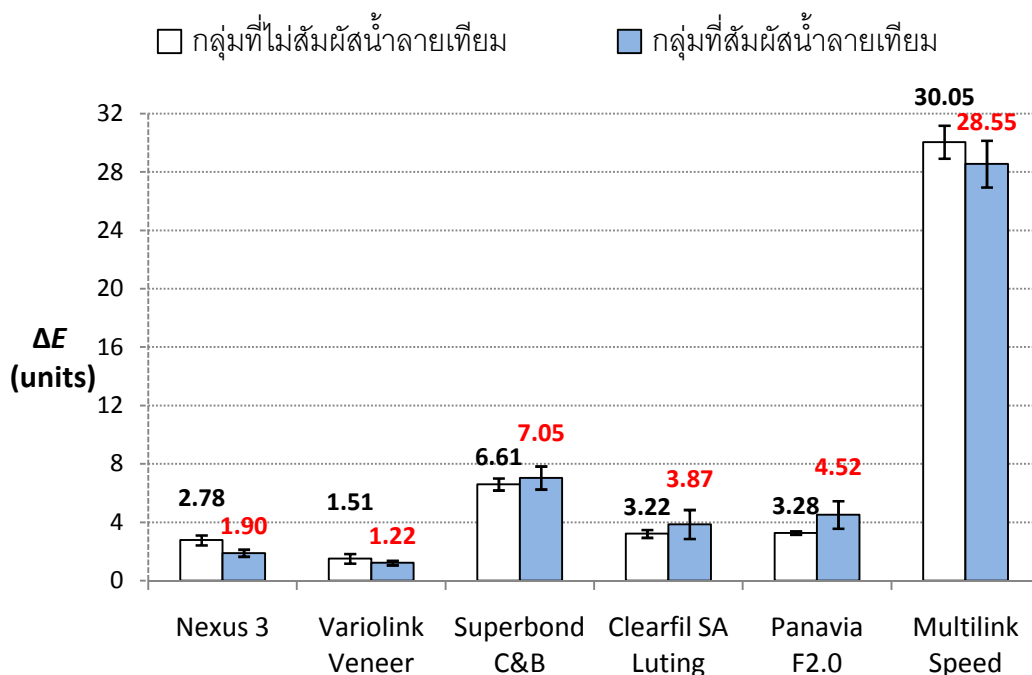
เมื่อเปรียบเทียบค่า a^* เฉลี่ยระหว่างก่อนกับหลังผ่านการเร่งอายุของกลุ่มเรซินซีเมนต์ (ตารางที่ 4) พบว่าค่า a^* เฉลี่ยของกลุ่ม Nexus 3 และ Superbond C&B ลดลงประมาณ 0.75-2 หน่วย ส่วนกลุ่ม Variolink Veneer, Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 จะมีค่า a^* เฉลี่ยมากขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.51-2.55 หน่วย ยกเว้นกลุ่มของ Multilink Speed ที่มีค่า a^* เฉลี่ยมากขึ้นประมาณ 5.1 หน่วย

เมื่อเปรียบเทียบค่า b^* เฉลี่ย (ตารางที่ 4) พบว่า Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 มีค่า b^* เฉลี่ยมากกว่ากลุ่มอื่น และภายหลังนำไปผ่านการเร่งอายุ พบว่าค่า b^* เฉลี่ยของ Clearfil SA Luting, Panavia F2.0 และ Nexus 3 (S) มีค่าลดลง ส่วนค่า b^* เฉลี่ยของ Nexus 3 (N),

Variolink Veneer (S) และ Superbond C&B มีค่ามากขึ้นประมาณ 0.98-6.64 หน่วย ในขณะที่ Multilink Speed (N) และ Multilink Speed (S) มีค่า b^* เฉลี่ยมากขึ้นอย่างมากประมาณ 29.14 และ 27.53 หน่วย ตามลำดับ

4.1.2 ผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

จากภาพที่ 18 พบว่าค่าผลต่างเฉลี่ยของสีของกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (ΔE_N) หลังผ่านการเร่งอายุของ Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Luting, Panavia F2.0 และ Multilink Speed มีค่า 2.78 ± 0.34 , 1.51 ± 0.33 , 6.61 ± 0.41 , 3.22 ± 0.27 , 3.28 ± 0.12 และ 30.05 ± 1.13 หน่วย ตามลำดับ ส่วนค่าผลต่างเฉลี่ยของสีของกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (ΔE_S) หลังผ่านการเร่งอายุของ Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Luting, Panavia F2.0 และ Multilink Speed มีค่า 1.90 ± 0.24 , 1.22 ± 0.16 , 7.05 ± 0.79 , 3.87 ± 0.99 , 4.52 ± 0.94 และ 28.55 ± 1.60 หน่วย ตามลำดับ



ภาพที่ 18 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

4.1.3 เปรียบเทียบอิทธิพลร่วมของการไม่ปนเปื้อนหรือปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว กับเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ต่อผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุ

การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การกระจายของข้อมูลผลต่างเฉลี่ยของสีเป็นการกระจายแบบปกติ ($p > 0.05$) ในทุกกลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้สถิติพารามेटริกซ์ ชนิดความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

- มีความแตกต่างของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุ ระหว่างเรซินซีเมนต์ต่างผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$)
- มีความแตกต่างของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุ ระหว่างการไม่ปนเปื้อนหรือปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.693$)
- มีอิทธิพลร่วมของการไม่ปนเปื้อนหรือปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว กับเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ต่อค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุ ($p < 0.0001$)

เมื่อพบว่าอิทธิพลร่วมของการไม่ปนเปื้อนหรือปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว กับเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ต่อค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุ จึงนำกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 กลุ่มมาวิเคราะห์ด้วยสถิติความแปรปรวนทางเดียว แต่เนื่องจากค่าความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ จึงทำการทดสอบเพิ่มเติม เพื่อรองรับผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการของบราวน์-ฟอร์ไซท์ (Brown-Forsythe test) พบว่า มีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุแตกต่างกันอย่างน้อย 2 กลุ่ม ($p < 0.0001$) จากนั้นทำการวิเคราะห์ต่อโดยการเปรียบเทียบรายคู่ภายหลัง ชนิดแทมเฮนส์ ทีทู (Tamhane T2) ดังตารางที่ 5 พบว่า

- ในกลุ่มตัวอย่างของเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว พบว่ามีค่าผลต่างเฉลี่ยของสี (ΔE_N) ของ Multilink Speed > Superbond C&B > Panavia F2.0, Clearfil SA Luting และ Nexus 3 > Variolink Veneer อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
- ในกลุ่มตัวอย่างของเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว พบว่ามีค่าผลต่างเฉลี่ยของสี (ΔE_S) ของ Multilink Speed > Superbond C&B > Panavia F2.0 และ Clearfil SA Luting > Nexus 3 > Variolink Veneer อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
- ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลต่างเฉลี่ยของสีของกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (ΔE_N) และผลต่างเฉลี่ยของสีของกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนนําลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว (ΔE_S) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบมีค่า ΔE_N และ ΔE_S แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้น Nexus 3

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบรายคู่ภายหลัง ชนิดแทมเฮนส์ ทีทู ของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

กลุ่ม	จำนวน	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Variolink Veneer (S)	10	1.22 ± 0.16					
Variolink Veneer (N)	10	1.51 ± 0.33	1.51 ± 0.33				
Nexus 3 (S)	10		1.90 ± 0.24				
Nexus 3 (N)	10			2.78 ± 0.34			
Clearfil SA Luting (N)	10			3.22 ± 0.27			
Panavia F2.0 (N)	10			3.28 ± 0.12	3.28 ± 0.12		
Clearfil SA Luting (S)	10			3.87 ± 0.99	3.87 ± 0.99		
Panavia F2.0 (S)	10				4.52 ± 0.94		
Superbond C&B (N)	10					6.61 ± 0.41	
Superbond C&B (S)	10					7.05 ± 0.79	
Multilink Speed (S)	10						28.55 ± 1.60
Multilink Speed (N)	10						30.05 ± 1.13

(N) แสดงถึงกลุ่มตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

(S) แสดงถึงกลุ่มตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว

4.2 ผลการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูหรือ

4.2.1 ค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยจากผลของควันทูหรือและหลังทำความสะอาดควันทูหรือของเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

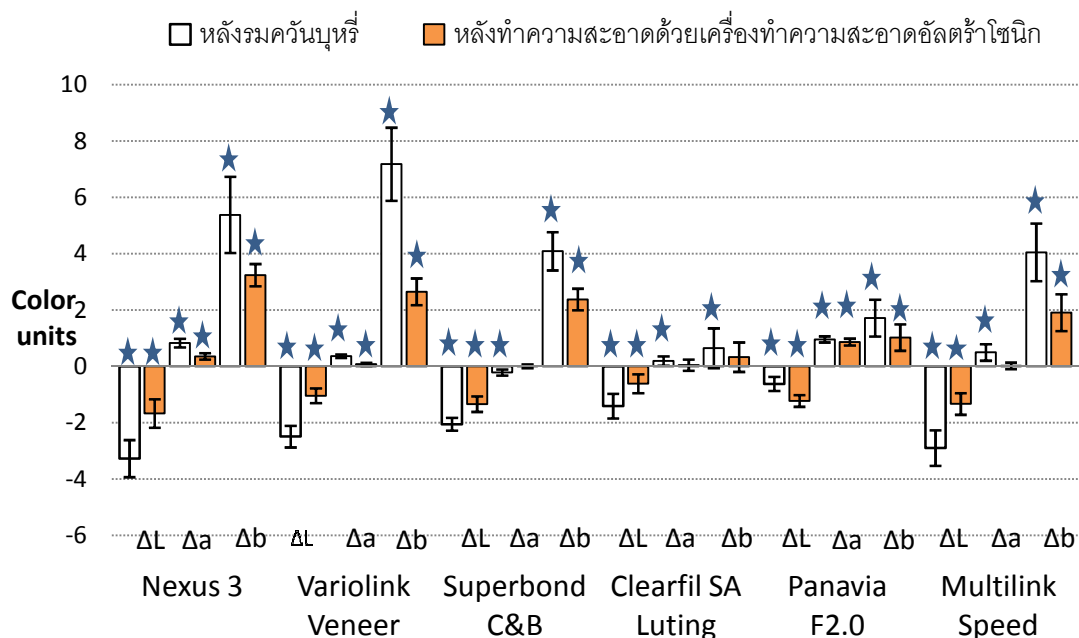
ค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ในการวัดจำนวน 3 ครั้ง คือ ก่อนการรวมควันทูหรือ หลังการรวมควันทูหรือ และหลังการทำความสะอาดควันทูหรือ ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยก่อนการรวมควันทูหรือ หลังการรวมควันทูหรือ และหลังการทำความสะอาดควันทูหรือในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์

เรซินซีเมนต์		ค่าของการวัดสีในแต่ละครั้ง		
		ก่อนการรวมควันทูหรือ	หลังการรวมควันทูหรือ	หลังการทำทำความสะอาด
Nexus 3	L^*	78.31 (0.86)	75.04 (0.84)	76.64 (0.77)
	a^*	-2.49 (0.35)	-1.66 (0.27)	-2.13 (0.28)
	b^*	8.79 (0.52)	14.17 (1.24)	12.03 (0.60)
Variolink Veneer	L^*	83.68 (0.20)	81.19 (0.48)	82.64 (0.33)
	a^*	-2.21 (0.07)	-1.85 (0.11)	-2.14 (0.07)
	b^*	5.84 (0.18)	13.02 (1.32)	8.49 (0.46)
Superbond C&B	L^*	91.91 (0.38)	89.86 (0.40)	90.58 (0.36)
	a^*	-1.09 (0.05)	-1.30 (0.08)	-1.08 (0.04)
	b^*	1.96 (0.17)	6.05 (0.79)	4.34 (0.53)
Clearfil SA Luting	L^*	78.95 (0.34)	77.55 (0.59)	78.34 (0.42)
	a^*	5.16 (0.17)	5.35 (0.27)	5.20 (0.33)
	b^*	28.39 (0.49)	29.03 (0.81)	28.72 (0.75)
Panavia F2.0	L^*	81.67 (0.51)	81.05 (0.56)	80.45 (0.53)
	a^*	1.49 (0.19)	2.45 (0.19)	2.36 (0.23)
	b^*	24.56 (0.25)	26.27 (0.64)	25.58 (0.46)
Multilink Speed	L^*	82.37 (0.60)	79.47 (0.87)	81.03 (0.75)
	a^*	-0.34 (0.31)	0.16 (0.42)	-0.32 (0.29)
	b^*	11.35 (0.16)	15.40 (0.94)	13.26 (0.56)

จากตารางที่ 6 พบว่าค่า L^* เฉลี่ยก่อนรวมควันทูหรือของ Superbond C&B มีค่า L^* เฉลี่ยสูงที่สุด โดยเมื่อนำชิ้นตัวอย่างมาทำการรวมควันทูหรือ ค่า L^* เฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ต่อมาเมื่อนำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการรมควันบุหรี่มาทำ ความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่าเรซินซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์ยกเว้น Panavia F2.0 จะมี ค่า L^* เฉลี่ยเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีค่า L^* เฉลี่ยหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่น้อยกว่าก่อนการ รมควันบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงไว้จากภาพที่ 19



★ มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับก่อนการรมควันบุหรี่ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* , a^* และ b^* เฉลี่ยหลังการรมควันบุหรี่และหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรมควันบุหรี่

เมื่อเปรียบเทียบค่า a^* เฉลี่ยของเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 6) พบว่า Clearfil SA Luting มีค่า a^* เฉลี่ยก่อนรมควันบุหรี่สูงที่สุด โดยภายหลังการรมควันบุหรี่และ ภายหลังนำชิ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ ค่า a^* เฉลี่ยของเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับ L^* หรือ b^* (ภาพที่ 19)

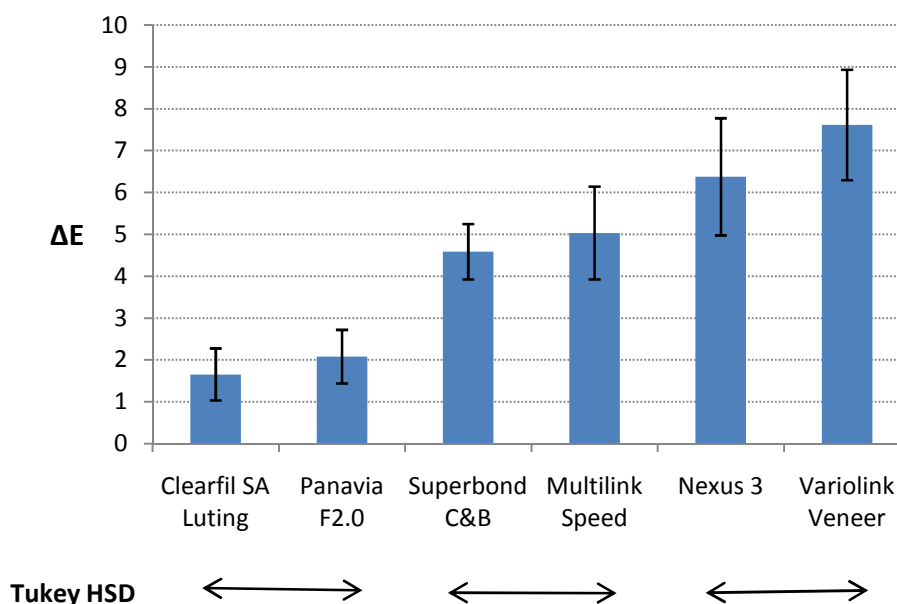
เมื่อเปรียบเทียบค่า b^* เฉลี่ยของเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 6) พบว่า Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 มีค่า b^* เฉลี่ยสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น โดยเมื่อนำชิ้น ตัวอย่างมาทำการรมควันบุหรี่ พบว่าค่า b^* เฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 มีค่า b^* เฉลี่ยเพิ่มขึ้น เพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อมาเมื่อนำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการรมควัน บุหรี่มาทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่าเรซินซีเมนต์ทั้ง 6 ผลิตภัณฑ์มีค่า b^* เฉลี่ย

ลดลง แต่ยังคงมีค่า b^* เฉลี่ยหลังทำความสะอาดคราบฟันหรือมากกว่าค่า b^* เฉลี่ยก่อนการรมควันหรืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้น Clearfil SA Luting (ภาพที่ 19)

4.2.2 ผลต่างของสีจากผลของควันบุหรี่และหลังทำความสะอาดคราบฟันหรือในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

ค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) ของ Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Luting, Panavia F2.0 และ Multilink Speed มีค่า 6.38 ± 1.40 , 7.62 ± 1.32 , 4.59 ± 0.66 , 1.65 ± 0.62 , 2.08 ± 0.64 และ 5.03 ± 1.11 หน่วย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ของเรซินซีเมนต์ไปทดสอบการกระจายของข้อมูล พบว่าการกระจายของข้อมูลเป็นการกระจายแบบปกติ ($p > 0.05$) ในทุกผลิตภัณฑ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้สถิติพารามेटริกซ์

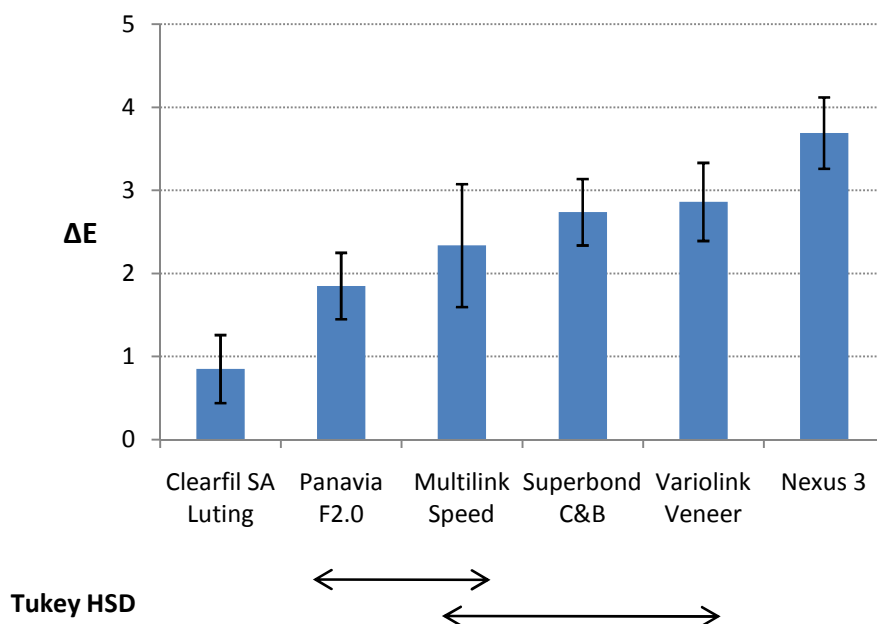
เมื่อนำค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) มาวิเคราะห์ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่ามีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีแตกต่างกันอย่างน้อย 2 กลุ่ม ($p < 0.0001$) จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ภายหลังด้วยการทดสอบแบบ HSD ของทูเก้ (Tukey's HSD test) พบว่า Superbond C&B และ Multilink Speed มีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีน้อยกว่า Nexus 3 และ Variolink Veneer แต่มีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีมากกว่า Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12})

ต่อมาเมื่อนำชิ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดคราบฟันบุรี พบว่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมฟันบุรีกับหลังทำความสะอาดคราบฟันบุรี (ΔE_{13}) ของ Nexus 3, Variolink Veneer, Superbond C&B, Clearfil SA Luting, Panavia F2.0 และ Multilink Speed มีค่า 3.69±0.43, 2.86±0.47, 2.74±0.40, 0.85±0.41, 1.85±0.40 และ 2.34±0.74 หน่วย ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 2 และเมื่อนำค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมฟันบุรีกับหลังทำความสะอาดคราบฟันบุรี (ΔE_{13}) ของแต่ละผลิตภัณฑ์ของเรซินซีเมนต์ไปทดสอบการกระจายของข้อมูล พบว่าการกระจายของข้อมูลเป็นการกระจายแบบปกติ ($p>0.05$) ในทุกผลิตภัณฑ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้สถิติพาราเมตริกซ์

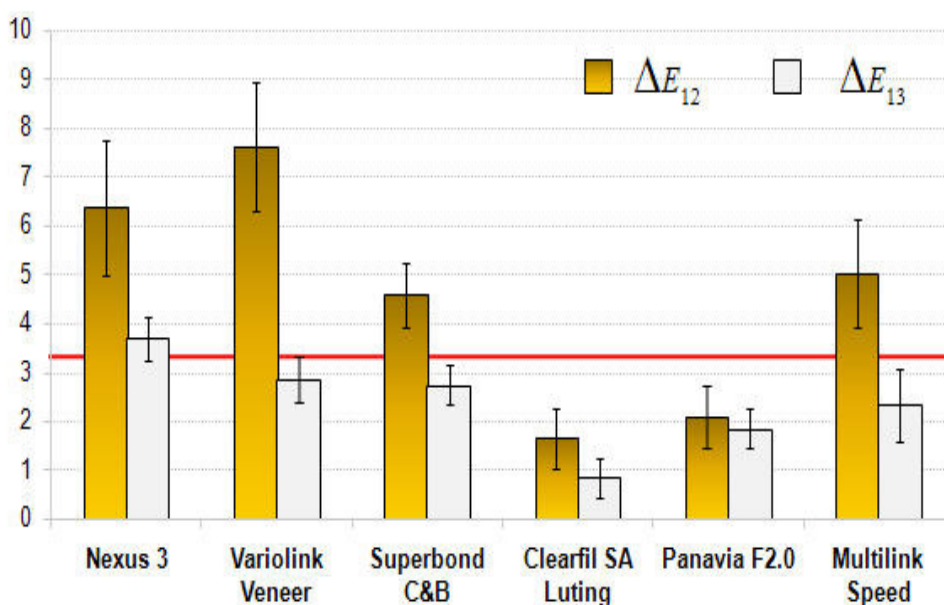
เมื่อนำค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมฟันบุรีกับหลังทำความสะอาดคราบฟันบุรี (ΔE_{13}) มาวิเคราะห์ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่ามีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีของเรซินซีเมนต์แตกต่างกันอย่างน้อย 2 กลุ่ม ($p<0.0001$) จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ภายหลังด้วยการทดสอบแบบ HSD ของทูเก้ พบว่า Nexus 3 มีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีมากกว่าเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ และ Clearfil SA Luting มีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีน้อยกว่าเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แสดงค่าผลต่างเฉลี่ยของสีระหว่างก่อนการรวมฟันบุรีกับหลังทำความสะอาดคราบฟันบุรี (ΔE_{13})

4.2.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุรี (ΔE_{12}) และค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุรีกับหลังทำความสะอาดควันบุรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์

จากภาพที่ 22 และตารางที่ 7 พบว่าค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุรี (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์ทุกผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่าค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุรีกับหลังทำความสะอาดควันบุรี (ΔE_{13}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 22 แสดงผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุรี (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุรีกับหลังทำความสะอาดควันบุรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการ
 รมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรืกับหลังทำความ
 สะอาดคราบควันบุหรี่ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์
 แบบรายคู่ภายหลังแบบแฟร์แซมเปิล ทีเทสต์

Paired Samples Test

Cement	Paired Differences			t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
Nexus 3 Pair $\Delta E_{12} - \Delta E_{13}$	2.684277626	1.119896778	.354142456	7.580	9	.000
Variolink Veneer Pair $\Delta E_{12} - \Delta E_{13}$	4.752167112	1.107471551	.350213255	13.569	9	.000
Superbond C&B Pair $\Delta E_{12} - \Delta E_{13}$	1.847054888	.475288064	.150299283	12.289	9	.000
Clearfil SA Pair $\Delta E_{12} - \Delta E_{13}$.804341318	.728363596	.230328793	3.492	9	.007
Panavia F2.0 Pair $\Delta E_{12} - \Delta E_{13}$.234837134	.318361085	.100674615	2.333	9	.045
Multilink Speed Pair $\Delta E_{12} - \Delta E_{13}$	2.695312738	.983615789	.311046624	8.665	9	.000

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายระเบียบวิธีการวิจัย

เรซินซีเมนต์แต่ละผลิตภัณฑ์ที่เลือกนำมาทดสอบในงานวิจัย เป็นเรซินซีเมนต์ที่วางจำหน่ายในประเทศไทย โดยบางผลิตภัณฑ์ยังไม่ได้มีการศึกษาสมบัติต่าง ๆ เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตเริ่มนำวางจำหน่ายได้ไม่นาน ส่วนในการเลือกสีของเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบ ผู้วิจัยได้เลือกนำสีที่มีความใสมากที่สุดของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนสีได้ง่ายกว่าสีอื่น ๆ ของเรซินซีเมนต์ [17, 52] แต่พบว่าสีของ Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 มีค่า b^* มากกว่าเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ส่งผลให้มีความเป็นสีเหลืองมากกว่า ขณะที่ Superbond C&B มีความสว่างสูงที่สุดและมีความเป็นสีเหลืองที่น้อยที่สุด ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าของสีที่ทำการวัดได้

ในงานวิจัยนี้ใช้ชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร มาทำการทดสอบ แต่ในทางคลินิกเรซินซีเมนต์ที่นำมาใช้ยึดชิ้นตัวอย่างจะมีความหนาประมาณ 150 นาโนเมตร [9] ดังนั้นความหนาที่น้อยกว่าของเรซินซีเมนต์ในทางคลินิก อาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนสีที่น้อยกว่าชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบได้ [2] รวมทั้งการทดสอบนี้เป็นกรวดการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์เพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้น ซึ่งเมื่อนำเรซินซีเมนต์มาใช้งานในทางคลินิก เรซินซีเมนต์จะถูกปิดทับด้วยชั้นวัสดุบูรณะที่มีความทึบแสงที่แตกต่างกันไป ชั้นวัสดุบูรณะอาจจะสามารถปิดบังการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ที่ถูกปิดทับได้ จึงทำให้การเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์อาจมีผลกระทบน้อยลงต่อความสวยงามโดยรวมของวัสดุบูรณะฟัน [17]

ชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบหลังจากก่อตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว จะถูกนำมาวัดสีและผ่านการทดสอบโดยไม่ผ่านการขัดแต่ง เนื่องจากผู้วิจัยต้องการให้มีสภาพใกล้เคียงกับในทางคลินิก ซึ่งเมื่อนำเรซินซีเมนต์มาใช้งาน เรซินซีเมนต์จะอยู่ได้และตามขอบของวัสดุบูรณะ โดยจะมีเพียงการกำจัดเรซินซีเมนต์ส่วนเกินออก โดยไม่ได้มีการขัดแต่ง และเพื่อให้สภาพของชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งเทคนิคการขัดแต่งอาจจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของผิวหน้าของชิ้นตัวอย่าง [53] ซึ่งอาจส่งผลของการวัดสีได้

การใช้เครื่องวัดสีสามารถวัดการเปลี่ยนสีที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยได้ดีกว่าการสังเกตด้วยสายตามนุษย์ [17] ดังนั้นจึงนิยมใช้เครื่องวัดสีในการวัดค่าของสีที่แสดงเป็นตัวเลขสี [15] ซึ่งในหลายการศึกษาใช้ค่าผลต่างของสีที่น้อยกว่า 3.3 หน่วย แสดงถึงสายตามนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีได้ [1, 12, 41, 45, 54]

ในการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ จะใช้แหล่งพลังงานแสงสีนอนของเครื่องทดสอบการเร่งอายุ โดยหลอดไฟที่ให้แสงสีนอนจะมีการกระจายให้พลังงานที่ใกล้เคียงกับกับแสงในธรรมชาติในช่วงฤดูร้อนของแสงแดดตอนเที่ยงที่เมืองชิคาโก รัฐอิลลินอยส์ (Chicago, Illinois) โดยทางบริษัทผู้ผลิตของเครื่องทดสอบการเร่งอายุได้คำนวณเวลาในการเร่งอายุเป็นเวลา 300 ชั่วโมง เทียบเท่ากับเวลาในทางคลินิกเป็นเวลา 1 ปี [55]

ในการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูหรือ ได้ใช้กล่องปิดผนึกสำหรับในการรวมควันทูเพื่อควบคุมปริมาณของควันทูให้สม่ำเสมอและให้ทั่วถึงกันทั้งกล่องซึ่งปริมาณควันทูที่เข้ามากล่องตามรูของท่ออย่างจะใกล้เคียงกัน โดยใช้มอเตอร์ดูดอากาศเครื่องเดียวกัน และมีอัตราการเผาไหม้ของทูหรือ 50 -70 วินาทีต่อมวน รวมควันทูในกล่องนาน 6 นาที จุดทูหรือต่อเนื่องทั้งหมด 12 มวน ซึ่งมีจำนวนมวนทูหรือใกล้เคียงกับการสำรวจปริมาณการสูบบุหรี่ของประชากรไทยคือเฉลี่ยประมาณ 10.6 มวนต่อวัน (รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 4 พ.ศ. 2551 – 2 สำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข)

การเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูหรือจะเป็นการทดสอบการเปลี่ยนสีที่เกิดจากปัจจัยภายนอก โดยหลังจากการเตรียมชิ้นตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและทำการวัดสีครั้งแรกผู้วิจัยเริ่มทำการรวมควันทูให้กับชิ้นตัวอย่างและทำความเข้าใจความสะอาดคราบควันทูหรือด้วยเครื่องอัลตราโซนิกตามลำดับขั้นตอนทันที เพื่อเป็นการลดปัจจัยของการเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายในของเรซินซีเมนต์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

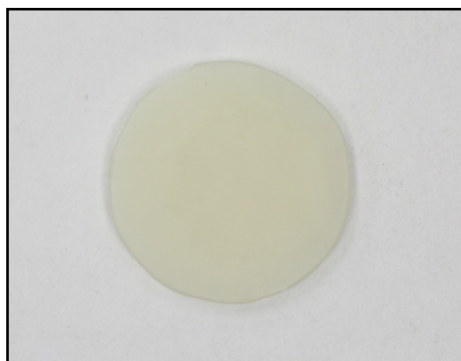
5.2.1 อภิปรายการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ

หลังผ่านการเร่งอายุพบว่า Variolink Veneer ซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงที่ใช้แคมไฟโรควิโนนเป็นตัวเริ่มต้นของปฏิกิริยาและมีอะลิฟาติกเทอเทียร์เอมีนเป็นตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาร่วม จะมีการเปลี่ยนสีที่น้อยกว่า Clearfil SA Luting, Panavia F2.0 และ Multilink Speed ซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี จะมีทั้งอะลิฟาติกเทอเทียร์เอมีนและอะโรมาติกเทอเทียร์เอมีนเพื่อใช้ในการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว โดยที่อะโรมาติกเทอเทียร์เอมีนที่หลงเหลืออยู่ในเรซินซีเมนต์จะเกิดการออกซิไดส์และทำให้เกิดการเปลี่ยนสีได้มากกว่าอะลิฟาติกเทอเทียร์เอมีน เพราะฉะนั้นเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีและเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี จะมีแนวโน้มในการเปลี่ยนสีมากกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสง

[2, 22] ซึ่งได้ผลใกล้เคียงกับการศึกษาของ Hekimoglu และคณะ [1] ที่พบว่าหลังจากผ่านการเร่งอายุ เรซินซีเมนต์ที่เป็นชนิดก่อดัวด้วยแสงมีเสถียรภาพของสีที่ดีกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีและเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมี ส่วน Noie และคณะ [17] พบว่าการเปลี่ยนสีหลังผ่านการเร่งอายุระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงและชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สายตามนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดได้

Nexus 3 เป็นเรซินซีเมนต์ที่มีทั้งระบบสองหลอดที่เป็นชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี (dual-syringe dual-cure) ซึ่งประกอบด้วยหลอดที่เป็นสารตั้งต้นและหลอดที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยา และระบบหลอดเดียวที่เป็นชนิดก่อดัวด้วยแสง (single-syringe light cure) ซึ่งมีเฉพาะสารตั้งต้นเท่านั้น ทางบริษัทผู้ผลิตได้ให้ข้อมูลว่า Nexus 3 มีเสถียรภาพของสีในระยะยาวที่ดีเนื่องจาก Nexus 3 ใช้ระบบการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระบบใหม่ในการเริ่มปฏิกิริยาการก่อดัวแทนการใช้ระบบการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ที่ใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์และเอมีนในการเริ่มปฏิกิริยาการก่อดัว (BPO-free/amine-free redox initiator system) ซึ่งจากงานวิจัยนี้ได้นำ Nexus 3 ชนิดก่อดัวด้วยแสงมาทำการทดสอบก็พบว่าการเปลี่ยนสีที่สายตามนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นได้

Multilink เป็นเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมี เหมาะกับขึ้นตัวอย่างที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบซึ่งมีความทึบแสง หรือขึ้นตัวอย่างชนิดกระเบื้องลวดที่แสงไม่สามารถผ่านได้หรือผ่านได้น้อย ต่อมาผู้ผลิตได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เป็น Multilink Speed ซึ่งคล้ายกับ Multilink คือเป็นเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมี แต่สามารถใช้แสงเป็นทางเลือกในการก่อดัวของเรซินซีเมนต์ให้เร็วขึ้น (the fast self-cure dental resin cement with light curing option) Multilink Speed จึงสามารถเป็นได้ทั้งชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี ทำให้ Multilink Speed มีอะโรมาติกเทอเทียรีเอมีนเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการเร่งปฏิกิริยาการก่อดัว ดังนั้นอะโรมาติกเทอเทียรีเอมีนที่หลงเหลืออยู่มากจึงเกิดการออกซิไดส์และทำให้เกิดการเปลี่ยนสีที่สังเกตเห็นได้ชัดเป็นอย่างมาก ($\Delta E_N = 30.05$, $\Delta E_S = 28.55$) หลังผ่านการเร่งอายุ ดังแสดงในภาพที่ 23 และ 24

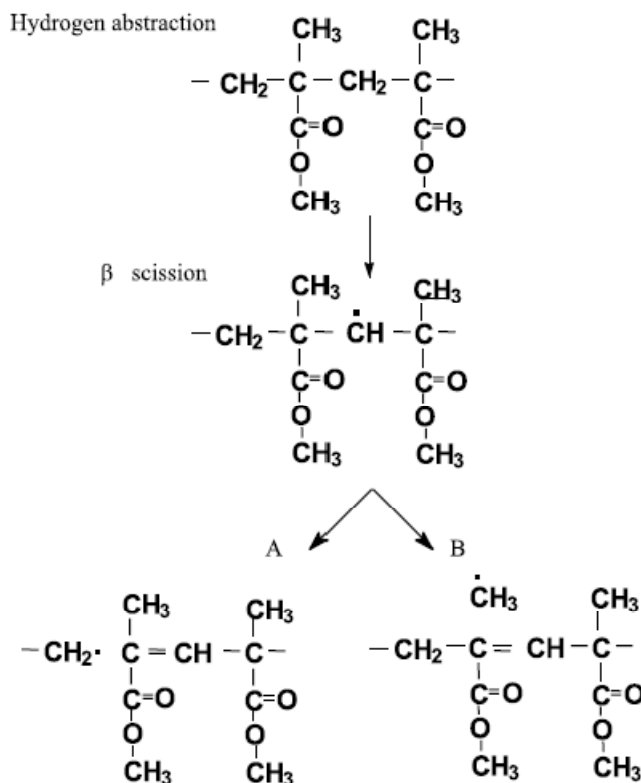


ภาพที่ 23 แสดงชิ้นตัวอย่าง Multilink Speed
ก่อนผ่านการเร่งอายุ



ภาพที่ 24 แสดงชิ้นตัวอย่าง Multilink Speed
หลังผ่านการเร่งอายุ

โดยส่วนมากเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี จะมีเทอเทียรีเอมีนเป็นตัวเริ่มปฏิกิริยาร่วมหรือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แต่ Superbond C&B เป็นอะคริลิกเรซินซีเมนต์ชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีโดยมีเมทริกซ์เป็นพอลิเมทิลเมทาคริเลต (poly methyl methacrylate) ซึ่งใช้ไตรเอินบิวทิลบอเรนในอะซีโตน (Tri-n butyl borane/acetone) หรือทีบีบี (TBB) เป็นตัวตั้งต้นปฏิกิริยา ซึ่งจะถูกระตุ้นด้วยออกซิเจนเพื่อให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระในการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน Superbond C&B จึงไม่มีเอมีนเป็นองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ได้ โดยการทดสอบของ Tanoue และคณะ [56] พบว่า Superbond C&B มีค่าผลต่างของสีประมาณ 1.3-1.8 หน่วยหลังจากนำไปแช่น้ำกลั่นเป็นเวลา 24 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แต่จากการทดสอบนี้พบว่า Superbond C&B ทั้งกลุ่มที่ไม่ปนเปื้อนและปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาก่อดัว มีการเปลี่ยนสีที่สายตามนุษย์สามารถสังเกตเห็นได้ ($\Delta E_N = 6.61$, $\Delta E_S = 7.05$) อาจเนื่องมาจากการเสื่อมสลายของพอลิเมทิลเมทาคริเลตในเมทริกซ์ของ Superbond C&B โดยมีการศึกษาพบว่าเมื่อพอลิเมทิลเมทาคริเลตผ่านการเร่งอายุจากแสงซินนอนหรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต จะเกิดการเสื่อมสลายของพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยที่ไฮโดรเจนจะหลุดออกจากสายโซ่พอลิเมทิลเมทาคริเลต (hydrogen abstraction) ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ในสายโซ่พอลิเมทิลเมทาคริเลต ต่อมาจึงเกิดการแยกกันของสายโซ่โมเลกุล (chain breaking) หรือเกิดการตัดหมู่เมทิล (methyl group scission) ซึ่งการเสื่อมสลายที่เกิดขึ้นทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ [57, 58] ดังแสดงในภาพที่ 20 ส่วน Ahmed [59] พบว่าหลังจากได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ส่วนของพอลิเมทิลเมทาคริเลตก็เกิดกระบวนการกำจัดกลุ่มข้าง (side chain elimination) และทำให้พอลิเมทิลเมทาคริเลตมีค่าดัชนีการหักเหแสง (refractive index) ที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเสื่อมสลายของพอลิเมทิลเมทาคริเลตอาจเป็นสาเหตุให้ Superbond C&B มีการเปลี่ยนสีไปได้



ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการเสื่อมสลายของพอลิเมทิลเมทาคริลิต
 (ที่มา: Colom และคณะ. Properties of PMMA artificially aged.
 Journal of Non-Crystalline Solids. 287 (2001): 308-312.)

ในงานวิจัยนี้พบว่า Superbond C&B และ Multilink Speed มีการเปลี่ยนสีอย่างเห็นได้ชัด ($\Delta E > 6$) หลังจากผ่านการเร่งอายุ โดยการเปลี่ยนสีเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของค่า b^* ที่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของ L^* และ a^* ซึ่งมีแนวโน้มใกล้เคียงกับการศึกษาการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตหลังจากผ่านการเร่งอายุ [14] และใกล้เคียงกับการศึกษาการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ของ Noie และคณะ [17] ในขณะที่การศึกษาของ Setz และ Engel [11] ที่พบว่าวีเนียร์เรซินคอมโพสิตที่นำทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงของค่า b^* และค่าผลต่างของสีอย่างมีนัยสำคัญหลังการทดสอบเป็นเวลา 1 ปี และมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* และ a^* อย่างไม่มีนัยสำคัญหลังการทดสอบเป็นเวลา 2 ปี ส่วนการศึกษาอื่น ๆ พบว่าเรซินคอมโพสิตมีความสว่างลดลง แต่ความเข้มและความทึบแสงมีค่าสูงขึ้น [55, 60]

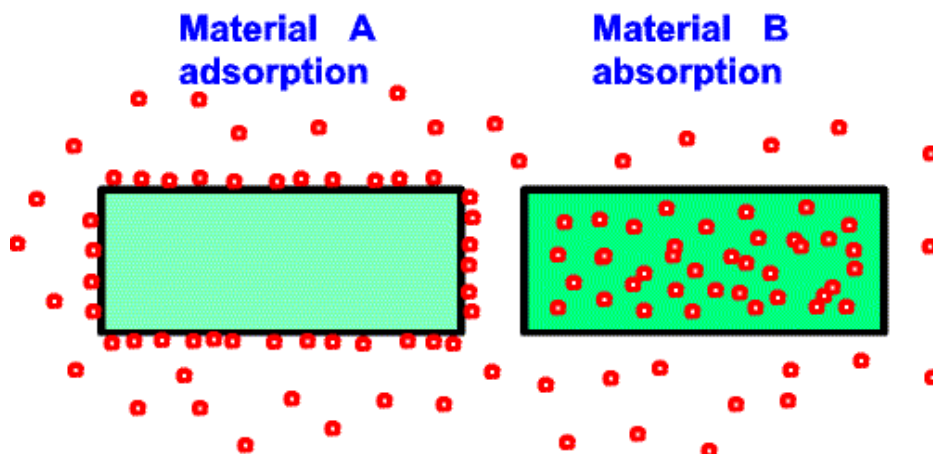
ถึงแม้ว่าวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิตและเรซินซีเมนต์จะมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกัน คือ มีเรซินเมทริกซ์ และวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ แต่เรซินซีเมนต์จะมีปริมาณเรซินเมทริกซ์ต่อปริมาณวัสดุอัดแทรกอนินทรีย์ที่มากกว่าวัสดุประเภทเรซินคอมโพสิต ดังนั้นเรซินซีเมนต์อาจจะมีการเปลี่ยนสีมากกว่าเรซินคอมโพสิต เนื่องจากมีปริมาณของเรซินเมทริกซ์ที่มากกว่า

มีหลายการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนสีของวัสดุประเภทเรซินมีสาเหตุจากการแช่น้ำ [26, 27, 45] โดยน้ำเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการย่อยสลายทางเคมี (chemical degradation) ของวัสดุประเภทเรซิน ซึ่งส่งผลให้เกิดทั้งปฏิกิริยาไฮโดรไลติก (hydrolytic reaction) และการบวมของวัสดุ [61] Karaagaclioglu และ Yilmaz [62] พบว่าการดูดซึมน้ำ (water absorption) จะส่งผลต่อการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ที่ทำการทดสอบหลังการยึดติดเป็นเวลา 3 วัน เนื่องจากการดูดซึมน้ำอาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีหักเหของเรซินซีเมนต์ได้ ในขณะที่ Satou และคณะ [29] พบว่าเมื่อวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปของค่าดัชนีหักเห จะทำให้เกิดการกระเจิงแสง (light scattering) ที่มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้วัสดุจะมีความใสลดลง โดยในงานวิจัยนี้พบว่าขึ้นตัวอย่างได้แช่ในน้ำปราศจากออกซิเจน รวมทั้งขึ้นตัวอย่างได้สัมผัสน้ำและความชื้นระหว่างการทดสอบในการเร่งอายุ จึงอาจส่งผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ได้เช่นกัน

จากการศึกษาผลกระทบเกี่ยวกับการปนเปื้อนน้ำลาย พบว่าน้ำลายส่งผลให้การยึดติดของเรซินซีเมนต์กับเนื้อฟันลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ [63] ส่วนผลการทดสอบนี้พบว่า การปนเปื้อนน้ำลายเทียมอาจส่งผลให้เรซินซีเมนต์มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเมื่อเทียบขึ้นตัวอย่างที่ไม่ได้ปนเปื้อนน้ำลายเทียม และพบว่า การปนเปื้อนน้ำลายเทียมไม่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของสีในระยะยาวของเรซินซีเมนต์ แต่ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าการปนเปื้อนน้ำลายเทียมจะมีผลกระทบต่อกลไกการก่อตัวเป็นพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์หรือไม่

5.2.2 อภิปรายการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันทูบหรือ

ในการนำเรซินซีเมนต์มาใช้งานในทางคลินิก ถึงแม้ว่าเรซินซีเมนต์จะถูกปิดทับด้วยชั้นวัสดุบูรณะ แต่เรซินซีเมนต์บริเวณขอบของชั้นวัสดุบูรณะจะปรากฏออกมาสัมผัสกับสภาวะในช่องปาก และสามารถเกิดการเปลี่ยนสีได้ [2] Um และ Ruyter [64] ได้ศึกษาการติดสีของวัสดุประเภทเรซินเมื่อแช่ในน้ำชา กาแฟจากการกรอง (filtered coffee) หรือกาแฟจากการต้ม (boiled coffee) พบว่าขึ้นตัวอย่างติดสีกาแฟมากกว่าน้ำชา โดยที่คราบสีจากน้ำชาเกิดจากการดูดซับ (adsorption) เฉพาะบริเวณพื้นผิวของเรซิน ส่วนคราบสีจากกาแฟเกิดการติดสีทั้งจากการดูดซับบริเวณพื้นผิวและเกิดการดูดซึม (absorption) แทรกเข้าไปในเรซินได้ (การดูดซับและการดูดซึมได้แสดงไว้ดังภาพที่ 23) เนื่องจากกาแฟมีสมบัติความเป็นขุ่นน้อยกว่าชา ซึ่งส่งผลให้คราบสีจากกาแฟสามารถเข้ากันได้กับเมทริกซ์พอลิเมอร์ของเรซินได้ ดังนั้นสีจากคราบควันทูบหรืออาจจะแทรกซึมไปในเรซินซีเมนต์ที่บริเวณขอบของวัสดุบูรณะได้เช่นกัน เนื่องจากสมบัติความไม่มีขุ่นของน้ำมันทาร์ในทูบหรือซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดการติดสีสามารถเกิดการดูดซับบริเวณพื้นผิวและเกิดการดูดซึมแทรกเข้าไปในเรซินซีเมนต์ได้เช่นกัน



ภาพที่ 26 แสดงการดูดซับ (Adsorption) และการดูดซึม (Absorption)

Burrow และ Makinson [65] ได้ศึกษาทดสอบเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยแสง เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และสรุปว่าการเปลี่ยนสีของเรซินคอมโพสิตชนิดก่อดัวด้วยแสงเกิดจากการติดสีของสิ่งทีรับปะทานไปมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายในองค์ประกอบเรซินคอมโพสิตจากการอยู่ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ

ในการศึกษานี้พบว่าค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุรี (ΔE_{12}) ของเรซินซีเมนต์ที่นำมาทำการทดสอบยกเว้น Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 มีค่ามากกว่า 3.3 หน่วย แสดงว่าคราบของควันบุรีส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสีที่สายตามนุษย์สามารถสังเกตเห็นได้ในขณะที่ Wasilewski และคณะ [52] ได้ทำการทดสอบเรซินคอมโพสิตโดยการรวมควันบุรียี่ห้อ Marlboro จำนวน 20 มวนเป็นเวลาทั้งหมด 40 นาที พบว่าเรซินคอมโพสิตมีค่าผลต่างของสีประมาณ 7.0-18.0 หน่วย ในการศึกษานี้พบว่าควันบุรีมีผลทำให้มีค่า b^* เฉลี่ยสูงขึ้นและมีค่า L^* เฉลี่ยลดลง แต่มีผลต่อค่า a^* เฉลี่ยค่อนข้างน้อย ทำให้ขึ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์มีความสว่างลดลงและความเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาอื่น ๆ ที่ทดสอบการติดสีจากคราบควันบุรีในเรซินคอมโพสิต [66, 67] ในขณะที่ Mathias และคณะ [68] สรุปว่าเรซินคอมโพสิตที่นำมาทดสอบการติดสีร่วมกันระหว่างควันบุรีกับเครื่องดื่มต่าง ๆ จะมีความสว่างลดลง และมีความเป็นสีแดงมากขึ้น

Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 มีค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมควันบุรี (ΔE_{12}) น้อยกว่า 3.3 หน่วย ซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์หลังรวมควันบุรีด้วยสายตามนุษย์ได้ สาเหตุประการหนึ่งเกิดจากคราบควันบุรีส่งผลให้ค่า b^* เฉลี่ยของ Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่น เพราะสีของ Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 ที่เลือกนำมาทดสอบมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าเรซินซีเมนต์ผลิตภัณฑ์อื่น ดังนั้นสีของเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ที่นำมาเลือกใช้จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งในการเปลี่ยนสีด้วย

หลังจากนำชิ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่า เรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบมีการเปลี่ยนสีที่น้อยกว่า 3.3 หน่วยเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรมควันบุหรี่ ซึ่งสายตามนุษย์ไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนสีได้ ยกเว้น Nexus 3 ที่มีการเปลี่ยนสีเพียงเล็กน้อย ($\Delta E_{13}=3.69$) และจากการทดสอบพบว่า การทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ด้วยเครื่องอัลตราโซนิก ทำให้คราบควันบุหรี่ที่ติดอยู่กับชิ้นตัวอย่างลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ในเรซินซีเมนต์ทั้งหมดที่นำมาทำการทดสอบ ซึ่งส่งผลให้ชิ้นตัวอย่างมีความสว่างมากขึ้น และมีความเป็นสีเหลืองลดน้อยลง

น้ำมันทาร์เป็นองค์ประกอบหลักในบุหรี่ที่ทำให้เกิดการติดสีจากคราบควันบุหรี่ได้ โดยน้ำมันทาร์มีลักษณะเป็นละอองเหลวเหนียวสีน้ำตาลคล้ายน้ำมันดิน เกิดจากการเผาไหม้ของใบยาสูบ กระดาษมวน และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ในบุหรี่ หลังจากการทดสอบรมควันบุหรี่จะพบว่า คราบทาร์ส่วนหนึ่งจะติดอยู่บริเวณท่ออย่างที่คุณดูควันบุหรี่และบริเวณด้านในของกล่องสำหรับรมควันบุหรี่ (ภาพที่ 27) ซึ่งอาจส่งผลให้มีการติดสีบนชิ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์น้อยลงกว่าในสภาพทางคลินิกที่เกิดขึ้นจริงได้



ภาพที่ 27 แสดงคราบน้ำมันทาร์ที่ติดบริเวณท่ออย่างที่คุณดูควันบุหรี่และกล่องสำหรับรมควันบุหรี่

5.2.3 อภิปรายการทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากการทดสอบตอนที่หนึ่งและตอนที่สอง

ในงานวิจัยนี้จะแบ่งการทดสอบออกเป็นสองตอน โดยการทดสอบตอนที่หนึ่งซึ่งทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมเป็นการทดสอบการเปลี่ยนสีจากปัจจัยภายใน ส่วนการทดสอบตอนที่สองซึ่งทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของควันบุหรี่เป็นการทดสอบสีจากปัจจัยภายนอก

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบตอนที่หนึ่งและตอนที่สอง จะพบว่า Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0 เป็นเรซินซีเมนต์ที่เหมาะสมในการนำมาพิจารณาเลือกใช้ เนื่องจากมีเสถียรภาพของสีที่ดีจากผลการทดสอบทั้งสองตอน

5.3 สรุปผลการวิจัย

5.3.1 ตอนที่หนึ่ง: การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ จากผลของการปนเปื้อนน้ำลายเทียมก่อนการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว หลังผ่านการเร่งอายุ

1. กลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงมีการเปลี่ยนสีที่น้อยกว่ากลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี และกลุ่มเรซินซีเมนต์ชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี
2. หลังจากนำมาผ่านการเร่งอายุ Superbond C&B และ Multilink Speed มีการเปลี่ยนสีอย่างเห็นได้ชัด โดยการเปลี่ยนสีเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของค่า b^* ที่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของ L^* และ a^*
3. การปนเปื้อนน้ำลายเทียมไม่มีผลกระทบต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์

5.3.2 ตอนที่สอง : การทดสอบเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์จากผลของคราบหินปูน

1. หลังจากผ่านการรวมคราบหินปูน พบว่าสามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ด้วยสายตามนุษย์ได้ ($\Delta E_{12} \geq 3.3$) ยกเว้น Clearfil SA Luting และ Panavia F2.0
2. หลังจากผ่านการทำความสะอาดคราบหินปูนด้วยเครื่องอัลตราโซนิก พบว่าไม่สามารถสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนสีของเรซินซีเมนต์ด้วยสายตามนุษย์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการรวมคราบหินปูน ยกเว้น Nexus 3 ที่มีการเปลี่ยนสีเพียงเล็กน้อย
3. คราบหินปูนที่มีผลต่อเสถียรภาพของสีของเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบ โดยมีผลทำให้ค่า b^* เฉลี่ยสูงขึ้นและค่า L^* เฉลี่ยลดลง ซึ่งทำให้เรซินซีเมนต์มีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น และมีความสว่างลดลง
4. การทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก สามารถลดการติดสีของคราบหินปูนในเรซินซีเมนต์ที่นำมาทดสอบได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

ถ้าขึ้นตัวอย่างเรซินซีเมนต์ที่ผ่านการรมควันหรือได้รับการทำความสะอาดด้วยเวลาที่มากขึ้น หรือโดยการทำความสะอาดด้วยวิธีอื่น ๆ คราบจากควันบุหรี่ที่ติดอยู่ที่ขึ้นตัวอย่างอาจจะลดน้อยลง ดังนั้นควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมจากผลของการรมควันหรือที่มากขึ้น หรือการทำความสะอาดคราบจากควันบุหรี่ด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การแปรงฟัน การใช้น้ำยาบ้วนปาก หรือการขัดคราบสี

รายการอ้างอิง

- [1] Hekimoglu, C., Anil, N. and Etikan, I. Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. Int J Prosthodont. 13 (Jan-Feb 2000): 29-33.
- [2] Lu, H. and Powers, J.M. Color stability of resin cements after accelerated aging. Am J Dent. 17 (Oct 2004): 354-8.
- [3] Anusavice, K.J. Phillips' Science of dental materials. 11th ed. Philadelphia: Saunder Company, 2003.
- [4] McComb, D. Adhesive luting cements--classes, criteria, and usage. Compend Contin Educ Dent. 17 (Aug 1996): 759-62,764.
- [5] Cook, W.D. Factors affecting the depth of cure of UV-polymerized composites. J Dent Res. 59 (May 1980): 800-8.
- [6] Rueggeberg, F.A. and Craig, R.G. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. J Dent Res. 67 (Jun 1988): 932-7.
- [7] Ruyter, I.E. and Oysaed, H. Conversion in different depths of ultraviolet and visible light activated composite materials. Acta Odontol Scand. 40 (1982): 179-92.
- [8] Breeding, L.C., Dixon, D.L. and Caughman, W.F. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. J Prosthet Dent. 65 (Apr 1991): 512-8.
- [9] O'Keefe, K.L., Pease, P.L. and Herrin, H.K. Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. J Prosthet Dent. 66 (Oct 1991): 434-8.
- [10] Inokoshi, S., Burrow, M.F., Kataumi, M., Yamada, T. and Takatsu, T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. Oper Dent. 21 (Mar-Apr 1996): 73-80.

- [11] Setz, J. and Engel, E. In vivo color stability of resin-veneered telescopic dentures: a double blind pilot study. J Prosthet Dent. 77 (May 1997): 486-91.
- [12] Douglas, R.D. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. J Prosthet Dent. 83 (Feb 2000): 166-70.
- [13] Lee, Y.K., El Zawahry, M., Noaman, K.M. and Powers, J.M. Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. Am J Dent. 13 (Jun 2000): 159-61.
- [14] Lee, Y.K. and Powers, J.M. Color and optical properties of resin-based composites for bleached teeth after polymerization and accelerated aging. Am J Dent. 14 (Dec 2001): 349-54.
- [15] Balderamos, L.P., O'Keefe, K.L. and Powers, J.M. Color accuracy of resin cements and try-in pastes. Int J Prosthodont. 10 (Mar-Apr 1997): 111-5.
- [16] Nathanson, D. and Banasr, F. Color stability of resin cements--an in vitro study. Pract Proced Aesthet Dent. 14 (Aug 2002): 449-55.
- [17] Noie, F., O'Keefe, K.L. and Powers, J.M. Color stability of resin cements after accelerated aging. Int J Prosthodont. 8 (Jan-Feb 1995): 51-5.
- [18] Koishi, Y., Tanoue, N., Atsuta, M. and Matsumura, H. Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. J Oral Rehabil. 29 (Apr 2002): 387-93.
- [19] Braga, R.R., Ballester, R.Y. and Carrilho, M.R. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. J Prosthet Dent. 81 (Mar 1999): 285-9.
- [20] Burke, F.J. and McCaughey, A.D. Resin luting materials: the current status. Dent Update. 20 (Apr 1993): 109-10,112-5.

- [21] El-Mowafy, O.M., Rubo, M.H. and el-Badrawy, W.A. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. Oper Dent. 24 (Jan-Feb 1999): 38-44.
- [22] Craig, R.G. and Power, J.M. restorative dental materials. 11th ed. St. louis: The C.V. Mosby Company, Inc, 2002.
- [23] Nakabayashi, N. and Pashley, D.H. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo: Quintessence books, 1998.
- [24] Wilson, N.H., Burke, F.J. and Mjor, I.A. Reasons for placement and replacement of restorations of direct restorative materials by a selected group of practitioners in the United Kingdom. Quintessence Int. 28 (Apr 1997): 245-8.
- [25] Raptis, C.N., Powers, J.M., Fan, P.L. and Yu, R. Staining of composite resins by cigarette smoke. J Oral Rehabil. 9 (Jul 1982): 367-71.
- [26] Asmussen, E. An accelerated test for color stability of restorative resins. Acta Odontol Scand. 39 (1981): 329-32.
- [27] Brauer, G.M. Color changes of composites on exposure to various energy sources. Dent Mater. 4 (Apr 1988): 55-9.
- [28] Asmussen, E. Factors affecting the color stability of restorative resins. Acta Odontol Scand. 41 (1983): 11-8.
- [29] Satou, N., Khan, A.M., Matsumae, I., Satou, J. and Shintani, H. In vitro color change of composite-based resins. Dent Mater. 5 (Nov 1989): 384-7.
- [30] Douglas, W.H. and Craig, R.G. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. J Dent Res. 61 (Jan 1982): 41-3.
- [31] Schulze, K.A., Marshall, S.J., Gansky, S.A. and Marshall, G.W. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. Dent Mater. 19 (Nov 2003): 612-9.

- [32] Leinfelder, K.F., Sluder, T.B., Sockwell, C.L., Strickland, W.D. and Wall, J.T. Clinical evaluation of composite resins as anterior and posterior restorative materials. J Prosthet Dent. 33 (Apr 1975): 407-16.
- [33] Eldiwany, M., Friedl, K.H. and Powers, J.M. Color stability of light-cured and post-cured composites. Am J Dent. 8 (Aug 1995): 179-81.
- [34] Darr, A.H. and Jacobsen, P.H. Conversion of dual cure luting cements. J Oral Rehabil. 22 (Jan 1995): 43-7.
- [35] Peutzfeldt, A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume, and light curing. Acta Odontol Scand. 53 (Feb 1995): 29-34.
- [36] Rueggeberg, F.A. and Caughman, W.F. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. Oper Dent. 18 (Mar-Apr 1993): 48-55.
- [37] Imazato, S., Tarumi, H., Kobayashi, K., Hiraguri, H., Oda, K. and Tsuchitani, Y. Relationship between the degree of conversion and internal discoloration of light-activated composite. Dent Mater J. 14 (Jun 1995): 23-30.
- [38] Rosenstiel, S.F., Porter, S.S. and Johnston, W.M. Colour measurements of all ceramic crown systems. J Oral Rehabil. 16 (Sep 1989): 491-501.
- [39] Dental materials - determination of color stability of dental resin materials, Draft International Standard ISO/DIS 7491(
- [40] Abu-Bakr, N., Han, L., Okamoto, A. and Iwaku, M. Color stability of compomer after immersion in various media. J Esthet Dent. 12 (2000): 258-63.
- [41] Stober, T., Gilde, H. and Lenz, P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. Dent Mater. 17 (Jan 2001): 87-94.
- [42] Yap, A.U., Sim, C.P., Loh, W.L. and Teo, J.H. Human-eye versus computerized color matching. Oper Dent. 24 (Nov-Dec 1999): 358-63.

- [43] Kuehni, R.F. Color : an introduction to practice and principles. 2 th ed. New Jersey: Wiley-Interscience, 2005.
- [44] Seghi, R.R., Hewlett, E.R. and Kim, J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. J Dent Res. 68 (Dec 1989): 1760-4.
- [45] Ruyter, I.E., Nilner, K. and Moller, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater. 3 (Oct 1987): 246-51.
- [46] สมเกียรติ วัฒนศิริชัยกุลและคนอื่นๆ. ตำราวิชาการสุขภาพ การควบคุมการบริโภคยาสูบ สำหรับบุคลากรและนักศึกษาวิชาชีพด้านสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เครือข่ายวิชาชีพสุขภาพเพื่อสังคมไทยปลอดบุหรี่, 2550.
- [47] ทันตแพทยสภา. การพัฒนาศักยภาพทันตบุคลากร เพื่อให้ความช่วยเหลือผู้ต้องการเลิก บุหรี่. นนทบุรี: ทันตแพทยสภา, 2549.
- [48] Asmussen, E. and Hansen, E.K. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. Scand J Dent Res. 94 (Apr 1986): 174-7.
- [49] Murray, I.D., McCabe, J.F. and Storer, R. The relationship between the abrasivity and cleaning power of the dentifrice-type denture cleaners. Br Dent J. 161 (Sep 20 1986): 205-8.
- [50] Ness, L., Rosekrans Dde, L. and Welford, J.F. An epidemiologic study of factors affecting extrinsic staining of teeth in an English population. Community Dent Oral Epidemiol. 5 (Jan 1977): 55-60.
- [51] Apinan, R., Pleumsamran, N., Kodkeaw, P. and Phankosol, P. The effect of cigarette smoke and denture cleansers on the surface hardness and color of acrylic resin glaze. CU Dent J. 33 (2010): 77-88.

- [52] Wasilewski Mde, S., Takahashi, M.K., Kirsten, G.A. and de Souza, E.M. Effect of cigarette smoke and whiskey on the color stability of dental composites. Am J Dent. 23 (Feb 2010): 4-8.
- [53] Vichi, A., Ferrari, M. and Davidson, C.L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. Dent Mater. 20 (Jul 2004): 530-4.
- [54] Davis, B.A., Friedl, K.H. and Powers, J.M. Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. J Prosthodont. 4 (Jun 1995): 111-5.
- [55] Powers, J.M., Dennison, J.B. and Koran, A. Color stability of restorative resins under accelerated aging. J Dent Res. 57 (Nov-Dec 1978): 964-70.
- [56] Tanoue, N., Koishi, Y., Yanagida, H., Atsuta, M., Shimada, K. and Matsumura, H. Color stability of acrylic resin adhesives with different initiation modes. Dent Mater J. 23 (Sep 2004): 368-72.
- [57] Colom, X., Garcia, T., Sunol, J.J., Saurina, J. and Carrasco, F. Properties of PMMA artificially aged. Journal of Non-Crystalline Solids. 287 (2001): 308-312.
- [58] Scheirs, J. Compositional and failure analysis of polymers: a practical approach. 1st ed. New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2000.
- [59] Ahmed, R.M. Optical Study on Poly(methyl methacrylate)/Poly(vinyl acetate) Blends. International Journal of Photoenergy. 2009 (2009).
- [60] Powers, J.M., Fan, P.L. and Raptis, C.N. Color stability of new composite restorative materials under accelerated aging. J Dent Res. 59 (Dec 1980): 2071-4.
- [61] Geurtsen, W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. Eur J Oral Sci. 106 (Apr 1998): 687-95.

- [62] Karaagaciloglu, L. and Yilmaz, B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. Oper Dent. 33 (Jul-Aug 2008): 386-91.
- [63] Chung, C.W., Yiu, C.K., King, N.M., Hiraishi, N. and Tay, F.R. Effect of saliva contamination on bond strength of resin luting cements to dentin. J Dent. 37 (Dec 2009): 923-31.
- [64] Um, C.M. and Ruyter, I.E. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. Quintessence Int. 22 (May 1991): 377-86.
- [65] Burrow, M.F. and Makinson, O.F. Color change in light-cured resins exposed to daylight. Quintessence Int. 22 (Jun 1991): 447-52.
- [66] Mathias, P., Costa, L., Saraiva, L.O., Rossi, T.A., Cavalcanti, A.N. and da Rocha Nogueira-Filho, G. Morphologic texture characterization allied to cigarette smoke increase pigmentation in composite resin restorations. J Esthet Restor Dent. 22 (Aug 2010): 252-9.
- [67] Mathias, P. et al. Effect of surface sealant and repolishing procedures on the color of composite resin exposed to cigarette smoke. Gen Dent. 58 (Jul-Aug 2010): 331-5.
- [68] Mathias, P., Rossi, T.A., Cavalcanti, A.N., Lima, M.J., Fontes, C.M. and Nogueira-Filho Gda, R. Cigarette smoke combined with staining beverages decreases luminosity and increases pigmentation in composite resin restorations. Compend Contin Educ Dent. 32 (Mar 2011): 66-70.

ภาคผนวก

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุ
ในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

cement	saliva		ΔE	
Nexus 3	non-saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2.77730455
			Std. Deviation	.335293273
		Most Extreme Differences	Absolute	.159
			Positive	.134
			Negative	-.159
		Kolmogorov-Smirnov Z	.503	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.962		
	saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.89664983
			Std. Deviation	.238768680
		Most Extreme Differences	Absolute	.215
			Positive	.189
			Negative	-.215
Kolmogorov-Smirnov Z		.681		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.743			
Variolink veneer	non-saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.51032955
			Std. Deviation	.330310688
		Most Extreme Differences	Absolute	.147
			Positive	.147
			Negative	-.124
		Kolmogorov-Smirnov Z	.464	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.983		
	saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.22240902
			Std. Deviation	.161679308
		Most Extreme Differences	Absolute	.155
			Positive	.155
			Negative	-.130
Kolmogorov-Smirnov Z		.490		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.970			

cement	saliva		ΔE	
Superbond C&B	non-saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6.60732264
			Std. Deviation	.408326560
		Most Extreme Differences	Absolute	.132
			Positive	.132
			Negative	-.119
		Kolmogorov-Smirnov Z	.419	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.995		
	saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7.04883149
			Std. Deviation	.790242279
		Most Extreme Differences	Absolute	.134
			Positive	.118
			Negative	-.134
Kolmogorov-Smirnov Z		.424		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.994			
Clearfil SA Luting	non-saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.21517339
			Std. Deviation	.268473211
		Most Extreme Differences	Absolute	.224
			Positive	.169
			Negative	-.224
		Kolmogorov-Smirnov Z	.710	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.695		
	saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.86921945
			Std. Deviation	.988798862
		Most Extreme Differences	Absolute	.154
			Positive	.117
			Negative	-.154
Kolmogorov-Smirnov Z		.488		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.971			
Panavia F2.0	non-saliva	N	10	
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.27624157
			Std. Deviation	.117668024
		Most Extreme Differences	Absolute	.144
			Positive	.101
			Negative	-.144
		Kolmogorov-Smirnov Z	.455	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.986			

cement	saliva			ΔE
	saliva	N		10
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4.52165083
			Std. Deviation	.938405148
		Most Extreme Differences	Absolute	.200
			Positive	.119
			Negative	-.200
		Kolmogorov-Smirnov Z		.633
		Asymp. Sig. (2-tailed)		.818
Multilink Speed	non-saliva	N		10
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	30.05096484
			Std. Deviation	1.128136264
		Most Extreme Differences	Absolute	.160
			Positive	.121
			Negative	-.160
		Kolmogorov-Smirnov Z		.505
		Asymp. Sig. (2-tailed)		.960
	saliva	N		10
		Normal Parameters ^{a,b}	Mean	28.55109925
			Std. Deviation	1.590056454
		Most Extreme Differences	Absolute	.210
			Positive	.107
			Negative	-.210
		Kolmogorov-Smirnov Z		.665
		Asymp. Sig. (2-tailed)		.768

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพร่วมของการไม่ปนเปื้อนหรือปนเปื้อนน้ำลาย
 เทียมก่อนเกิดปฏิกิริยาการก่อตัว กับเรซินซีเมนต์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ต่อผลต่างเฉลี่ย
 ของสีของเรซินซีเมนต์หลังผ่านการเร่งอายุ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ΔE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11382.108 ^a	11	1034.737	1815.033	.000
Intercept	7449.310	1	7449.310	13066.839	.000
cement	11355.699	5	2271.140	3983.808	.000
saliva	.089	1	.089	.157	.693
cement * saliva	26.320	5	5.264	9.233	.000
Error	61.570	108	.570		
Total	18892.989	120			
Corrected Total	11443.678	119			

a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .994)

ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances)
 ด้วยการทำการทดสอบแบบเลอวี (Levene's test) ค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่าน
 การเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม

Test of Homogeneity of Variances

ΔE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8.163	11	108	.000

ตารางที่ 11 แสดงการทดสอบค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว (One-way ANOVA) และด้วยวิธีการของบราวน์-ฟอร์ไซท์ (Brown-Forsythe test)

ANOVA

ΔE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11382.108	11	1034.737	1815.033	.000
Within Groups	61.570	108	.570		
Total	11443.678	119			

Robust Tests of Equality of Means

ΔE

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	1815.033	11	41.315	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 12 แสดงการทดสอบค่าผลต่างเฉลี่ยของสีหลังผ่านการเร่งอายุในเรซินซีเมนต์จำนวน 12 กลุ่ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์รายคู่ภายหลังแบบแทมเฮนส์ ทีทู (Tamhane T2)

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Nexus 3	Nexus 3+saliva	.880654726 [*]	.130166071	.000	.34429482	1.41701464
	Variolink Veneer	1.266974998 [*]	.148837740	.000	.66638938	1.86756062
	Variolink Veneer+saliva	1.554895529 [*]	.117712267	.000	1.04169347	2.06809758
	Superbond C&B	-3.830018088E0	.167078472	.000	-4.50918321	-3.15085297
	Superbond C&B+saliva	-4.271526941E0	.271459838	.000	-5.47840412	-3.06464976
	Clearfil SA Luting	-.437868836	.135830573	.279	-.99109230	.11535463
	Clearfil SA Luting+saliva	-1.091914894	.330173404	.369	-2.60556597	.42173618
	Panavia F2.0	-.498937015	.112368743	.061	-1.01186220	.01398817
	Panavia F2.0+saliva	-1.744346274E0	.315123119	.011	-3.17944621	-.30924634
	Multilink Speed	-2.727366029E1	.372171064	.000	-29.00585469	-25.54146588
	Multilink Speed+saliva	-2.577379470E1	.513877525	.000	-28.23565100	-23.31193840
Nexus 3+saliva	Nexus 3	-.880654726 [*]	.130166071	.000	-1.41701464	-.34429482
	Variolink Veneer	.386320272	.128885854	.425	-.14386259	.91650314
	Variolink Veneer+saliva	.674240803 [*]	.091186995	.000	.29619403	1.05228758
	Superbond C&B	-4.710672814E0	.149579765	.000	-5.34364081	-4.07770481
	Superbond C&B+saliva	-5.152181667E0	.261054274	.000	-6.36506498	-3.93929835
	Clearfil SA Luting	-1.318523562E0	.113617053	.000	-1.77818790	-.85885923
	Clearfil SA Luting+saliva	-1.972569620E0	.321672764	.007	-3.49873802	-.44640122
	Panavia F2.0	-1.379591741E0	.084176152	.000	-1.74533840	-1.01384508
	Panavia F2.0+saliva	-2.625001000E0	.306204948	.000	-4.07152420	-1.17847780
	Multilink Speed	-2.815431501E1	.364650780	.000	-29.90084865	-26.40778138
	Multilink Speed+saliva	-2.665444942E1	.508457472	.000	-29.13110352	-24.17779533
Variolink Veneer	Nexus 3	-1.266974998E0	.148837740	.000	-1.86756062	-.66638938
	Nexus 3+saliva	-.386320272	.128885854	.425	-.91650314	.14386259
	Variolink Veneer+saliva	.287920531	.116295034	.844	-.21791961	.79376068
	Superbond C&B	-5.096993086E0	.166083030	.000	-5.77287873	-4.42110744
	Superbond C&B+saliva	-5.538501939E0	.270848299	.000	-6.74533007	-4.33167381
	Clearfil SA Luting	-1.704843834E0	.134604240	.000	-2.25242276	-1.15726491
	Clearfil SA Luting+saliva	-2.358889892E0	.329670797	.001	-3.87301160	-.84476818
	Panavia F2.0	-1.765912013E0	.110883233	.000	-2.27108085	-1.26074317
	Panavia F2.0+saliva	-3.011321272E0	.314596467	.000	-4.44679745	-1.57584509
	Multilink Speed	-2.854063528E1	.371725246	.000	-30.27347531	-26.80779526
	Multilink Speed+saliva	-2.704076970E1	.513554737	.000	-29.50341742	-24.57812197

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Variolink Veneer+saliva	Nexus 3	-1.554895529E0	.117712267	.000	-2.06809758	-1.04169347
	Nexus 3+saliva	-.674240803*	.091186995	.000	-1.05228758	-.29619403
	Variolink Veneer	-.287920531	.116295034	.844	-.79376068	.21791961
	Superbond C&B	-5.384913617E0	.138877924	.000	-6.00858496	-4.76124227
	Superbond C&B+saliva	-5.826422470E0	.255073138	.000	-7.05072787	-4.60211707
	Clearfil SA Luting	-1.992764365E0	.099105027	.000	-2.41031796	-1.57521078
	Clearfil SA Luting+saliva	-2.646810423E0	.316838033	.001	-4.18502807	-1.10859278
	Panavia F2.0	-2.053832544E0	.063234455	.000	-2.31375732	-1.79390777
	Panavia F2.0+saliva	-3.299241803E0	.301121972	.000	-4.75782477	-1.84065884
	Multilink Speed	-2.882855582E1	.360393067	.000	-30.58681567	-27.07029597
	Multilink Speed+saliva	-2.732869023E1	.505412675	.000	-29.81514460	-24.84223585
Superbond C&B	Nexus 3	3.830018088*	.167078472	.000	3.15085297	4.50918321
	Nexus 3+saliva	4.710672814*	.149579765	.000	4.07770481	5.34364081
	Variolink Veneer	5.096993086*	.166083030	.000	4.42110744	5.77287873
	Variolink Veneer+saliva	5.384913617*	.138877924	.000	4.76124227	6.00858496
	Superbond C&B+saliva	-.441508853	.281285165	1.000	-1.65467645	.77165875
	Clearfil SA Luting	3.392149252*	.154534282	.000	2.74901954	4.03527896
	Clearfil SA Luting+saliva	2.738103194*	.338297764	.000	1.22805564	4.24815075
	Panavia F2.0	3.331081073*	.134378697	.000	2.70363296	3.95852919
	Panavia F2.0+saliva	2.085671814*	.323625525	.002	.65228952	3.51905411
	Multilink Speed	-2.344364220E1	.379397155	.000	-25.16853068	-21.71875372
	Multilink Speed+saliva	-2.194377661E1	.519134867	.000	-24.39423543	-19.49331779
Superbond C&B+saliva	Nexus 3	4.271526941*	.271459838	.000	3.06464976	5.47840412
	Nexus 3+saliva	5.152181667*	.261054274	.000	3.93929835	6.36506498
	Variolink Veneer	5.538501939*	.270848299	.000	4.33167381	6.74533007
	Variolink Veneer+saliva	5.826422470*	.255073138	.000	4.60211707	7.05072787
	Superbond C&B	.441508853	.281285165	1.000	-.77165875	1.65467645
	Clearfil SA Luting	3.833658105*	.263924369	.000	2.62400362	5.04331259
	Clearfil SA Luting+saliva	3.179612047*	.400275661	.000	1.54907837	4.81014573
	Panavia F2.0	3.772589926*	.252651662	.000	2.54157549	5.00360436
	Panavia F2.0+saliva	2.527180667*	.387954518	.000	.95290869	4.10145264
	Multilink Speed	-2.300213335E1	.435565643	.000	-24.80039138	-21.20387531
	Multilink Speed+saliva	-2.150226776E1	.561494647	.000	-23.93875205	-19.06578346

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Clearfil SA Luting	Nexus 3	-1.509676970E0	.135830573	.279	-.11535463	.99109230
	Nexus 3+saliva	-.629022244	.113617053	.000	.85885923	1.77818790
	Variolink Veneer	-.242701972	.134604240	.000	1.15726491	2.25242276
	Variolink Veneer+saliva	.045218559	.099105027	.000	1.57521078	2.41031796
	Superbond C&B	-5.339695058E0	.154534282	.000	-4.03527896	-2.74901954
	Superbond C&B+saliva	-5.781203911E0	.263924369	.000	-5.04331259	-2.62400362
	Clearfil SA Luting+saliva	-2.601591864E0	.324006336	.992	-2.17575794	.86766582
	Panavia F2.0	-2.008613985E0	.092694999	1.000	-.47117972	.34904336
	Panavia F2.0+saliva	-3.254023244E0	.308655485	.098	-2.74872447	.13576960
	Multilink Speed	-2.878333726E1	.366710962	.000	-28.57763426	-25.09394864
	Multilink Speed+saliva	-2.728347167E1	.509936995	.000	-27.80821442	-22.86363731
Clearfil SA Luting+saliva	Nexus 3	1.091914894	.330173404	.369	-.42173618	2.60556597
	Nexus 3+saliva	1.972569620	.321672764	.007	.44640122	3.49873802
	Variolink Veneer	2.358889892	.329670797	.001	.84476818	3.87301160
	Variolink Veneer+saliva	2.646810423	.316838033	.001	1.10859278	4.18502807
	Superbond C&B	-2.738103194E0	.338297764	.000	-4.24815075	-1.22805564
	Superbond C&B+saliva	-3.179612047E0	.400275661	.000	-4.81014573	-1.54907837
	Clearfil SA Luting	.654046058	.324006336	.992	-.86766582	2.17575794
	Panavia F2.0	.592977879	.314891879	.998	-.95127154	2.13722729
	Panavia F2.0+saliva	-.652431380	.431083218	1.000	-2.39277608	1.08791332
	Multilink Speed	-2.618174539E1	.474385352	.000	-28.10231569	-24.26117509
	Multilink Speed+saliva	-2.468187980E1	.592115083	.000	-27.16507515	-22.19868446
Panavia F2.0	Nexus 3	.498937015	.112368743	.061	-.01398817	1.01186220
	Nexus 3+saliva	1.379591741	.084176152	.000	1.01384508	1.74533840
	Variolink Veneer	1.765912013	.110883233	.000	1.26074317	2.27108085
	Variolink Veneer+saliva	2.053832544	.063234455	.000	1.79390777	2.31375732
	Superbond C&B	-3.331081073E0	.134378697	.000	-3.95852919	-2.70363296
	Superbond C&B+saliva	-3.772589926E0	.252651662	.000	-5.00360436	-2.54157549
	Clearfil SA Luting	.061068179	.092694999	1.000	-.34904336	.47117972
	Clearfil SA Luting+saliva	-.592977879	.314891879	.998	-2.13722729	.95127154
	Panavia F2.0+saliva	-1.245409259	.299073567	.140	-2.71020611	.21938760
	Multilink Speed	-2.677472327E1	.358683314	.000	-28.53852349	-25.01092306
	Multilink Speed+saliva	-2.527485768E1	.504194932	.000	-27.76555156	-22.78416380

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Panavia F2.0+saliva	Nexus 3	1.744346274*	.315123119	.011	.30924634	3.17944621
	Nexus 3+saliva	2.625001000*	.306204948	.000	1.17847780	4.07152420
	Variolink Veneer	3.011321272*	.314596467	.000	1.57584509	4.44679745
	Variolink Veneer+saliva	3.299241803*	.301121972	.000	1.84065884	4.75782477
	Superbond C&B	-2.085671814E0	.323625525	.002	-3.51905411	-.65228952
	Superbond C&B+saliva	-2.527180667E0	.387954518	.000	-4.10145264	-.95290869
	Clearfil SA Luting	1.306477438	.308655485	.098	-.13576960	2.74872447
	Clearfil SA Luting+saliva	.652431380	.431083218	1.000	-1.08791332	2.39277608
	Panavia F2.0	1.245409259	.299073567	.140	-.21938760	2.71020611
	Multilink Speed	-2.552931401E1	.464036168	.000	-27.41386351	-23.64476452
	Multilink Speed+saliva	-2.402944842E1	.583856468	.000	-26.49672200	-21.56217485
	Multilink Speed	Nexus 3	2.727366029E1	.372171064	.000	25.54146588
Nexus 3+saliva		2.815431501E1	.364650780	.000	26.40778138	29.90084865
Variolink Veneer		2.854063528E1	.371725246	.000	26.80779526	30.27347531
Variolink Veneer+saliva		2.882855582E1	.360393067	.000	27.07029597	30.58681567
Superbond C&B		2.344364220E1	.379397155	.000	21.71875372	25.16853068
Superbond C&B+saliva		2.300213335E1	.435565643	.000	21.20387531	24.80039138
Clearfil SA Luting		2.683579145E1	.366710962	.000	25.09394864	28.57763426
Clearfil SA Luting+saliva		2.618174539E1	.474385352	.000	24.26117509	28.10231569
Panavia F2.0		2.677472327E1	.358683314	.000	25.01092306	28.53852349
Panavia F2.0+saliva		2.552931401E1	.464036168	.000	23.64476452	27.41386351
Multilink Speed+saliva		1.499865588	.616520150	.835	-1.04164283	4.04137401
Multilink Speed+saliva		Nexus 3	2.577379470E1	.513877525	.000	23.31193840
	Nexus 3+saliva	2.665444942E1	.508457472	.000	24.17779533	29.13110352
	Variolink Veneer	2.704076970E1	.513554737	.000	24.57812197	29.50341742
	Variolink Veneer+saliva	2.732869023E1	.505412675	.000	24.84223585	29.81514460
	Superbond C&B	2.194377661E1	.519134867	.000	19.49331779	24.39423543
	Superbond C&B+saliva	2.150226776E1	.561494647	.000	19.06578346	23.93875205
	Clearfil SA Luting	2.533592586E1	.509936995	.000	22.86363731	27.80821442
	Clearfil SA Luting+saliva	2.468187980E1	.592115083	.000	22.19868446	27.16507515
	Panavia F2.0	2.527485768E1	.504194932	.000	22.78416380	27.76555156
	Panavia F2.0+saliva	2.402944842E1	.583856468	.000	21.56217485	26.49672200
	Multilink Speed	-1.499865588	.616520150	.835	-4.04137401	1.04164283

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) และผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรมควันบุหรืกับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Cement			smoke	ultrasonic
NX3	N		10	10
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6.3757	3.6914
		Std. Deviation	1.39811	.42876
	Most Extreme Differences	Absolute	.273	.238
		Positive	.273	.238
		Negative	-.178	-.112
	Kolmogorov-Smirnov Z		.865	.753
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.443	.623
Variolink Veneer	N		10	10
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7.6151	2.8629
		Std. Deviation	1.32136	.46639
	Most Extreme Differences	Absolute	.254	.163
		Positive	.230	.139
		Negative	-.254	-.163
	Kolmogorov-Smirnov Z		.802	.517
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.540	.952
Superbond C&B	N		10	10
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4.5857	2.7386
		Std. Deviation	.66365	.39941
	Most Extreme Differences	Absolute	.151	.191
		Positive	.106	.133
		Negative	-.151	-.191
	Kolmogorov-Smirnov Z		.477	.605
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.977	.858
Clearfil SA Luting	N		10	10
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.6544	.8501
		Std. Deviation	.62092	.40920
	Most Extreme Differences	Absolute	.219	.229
		Positive	.219	.229
		Negative	-.128	-.161
	Kolmogorov-Smirnov Z		.692	.724
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.724	.670

Cement			smoke	ultrasonic
Panavia F2.0	N		10	10
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2.0804	1.8455
		Std. Deviation	.64074	.40428
	Most Extreme Differences	Absolute	.222	.165
		Positive	.222	.165
		Negative	-.173	-.127
	Kolmogorov-Smirnov Z		.702	.521
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.708	.949
Multilink Speed	N		10	10
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	5.0328	2.3375
		Std. Deviation	1.10813	.74091
	Most Extreme Differences	Absolute	.278	.204
		Positive	.278	.204
		Negative	-.203	-.141
	Kolmogorov-Smirnov Z		.881	.647
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.420	.797

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการใช้อัตราทดสอบแบบเลอวีเน่ (Levene's test) ของค่าผลต่างเฉลี่ยของสี่ก่อนกับหลังการรมควันบุหรี่ (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

Test of Homogeneity of Variances

ΔE_{12}

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.362	5	54	.052

ตารางที่ 15 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมค้อนบุรี (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว (One-way ANOVA)

ANOVA

 ΔE_{12}

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	274.452	5	54.890	53.420	.000
Within Groups	55.487	54	1.028		
Total	329.939	59			

ตารางที่ 16 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนกับหลังการรวมค้อนบุรี (ΔE_{12}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์รายคู่ภายหลังแบบ HSD ของทูเก้ (Tukey's HSD test)

 ΔE_{12} Tukey HSD^a

Cement	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Clearfil SA Luting	10	1.65440777		
Panavia F2.0	10	2.08037063		
Superbond C&B	10		4.58565986	
Multilink Speed	10		5.03280311	
Nexus 3	10			6.37566382
Variolink Veneer	10			7.61506115
Sig.		.934	.920	.085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ความเหมือนของความแปรปรวน (Homogeneity of Variances) ด้วยการทำการทดสอบแบบเลอวี (Levene's test) ของค่าผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุหรี่กับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์

Test of Homogeneity of Variances

ΔE_{13}

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.124	5	54	.359

ตารางที่ 18 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมควันบุหรี่กับหลังทำความสะอาดคราบควันบุหรี่ (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว (One-way ANOVA)

ANOVA

ΔE_{13}

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	47.093	5	9.419	39.225	.000
Within Groups	12.966	54	.240		
Total	60.060	59			

ตารางที่ 19 แสดงการทดสอบผลต่างเฉลี่ยของสีก่อนการรวมคั้วนบุรีกับหลังทำความสะอาด
คราบคั้วนบุรี (ΔE_{13}) ในเรซินซีเมนต์จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ราย
คู่ภายหลังแบบ HSD ของทูกี้ (Tukey's HSD test)

 ΔE_{13}
Tukey HSD^a

Cement	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Clearfil SA Luting	10	.85006645			
Panavia F2.0	10		1.84553349		
Multilink Speed	10		2.33749037	2.33749037	
Superbond C&B	10			2.73860497	
Variolink Veneer	10			2.86289403	
Nexus 3	10				3.69138619
Sig.		1.000	.235	.175	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุเชียร อัมพรสิริรัตน์ เกิดที่ กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2524 สัญชาติไทย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ทันตแพทยศาสตร์บัณฑิต พ.ศ. 2549 จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับราชการตำแหน่งทันตแพทย์ประจำ ณ โรงพยาบาลปากน้ำชุมพร จังหวัดชุมพร พ.ศ. 2549-2551 และ ณ โรงพยาบาลบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พ.ศ. 2551-2552