

การสลายในน้ำของวัสดุคูปินชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์เคลือบเซรามิคที่พัฒนาใหม่



นาง สุพัชรา บุญยวีร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

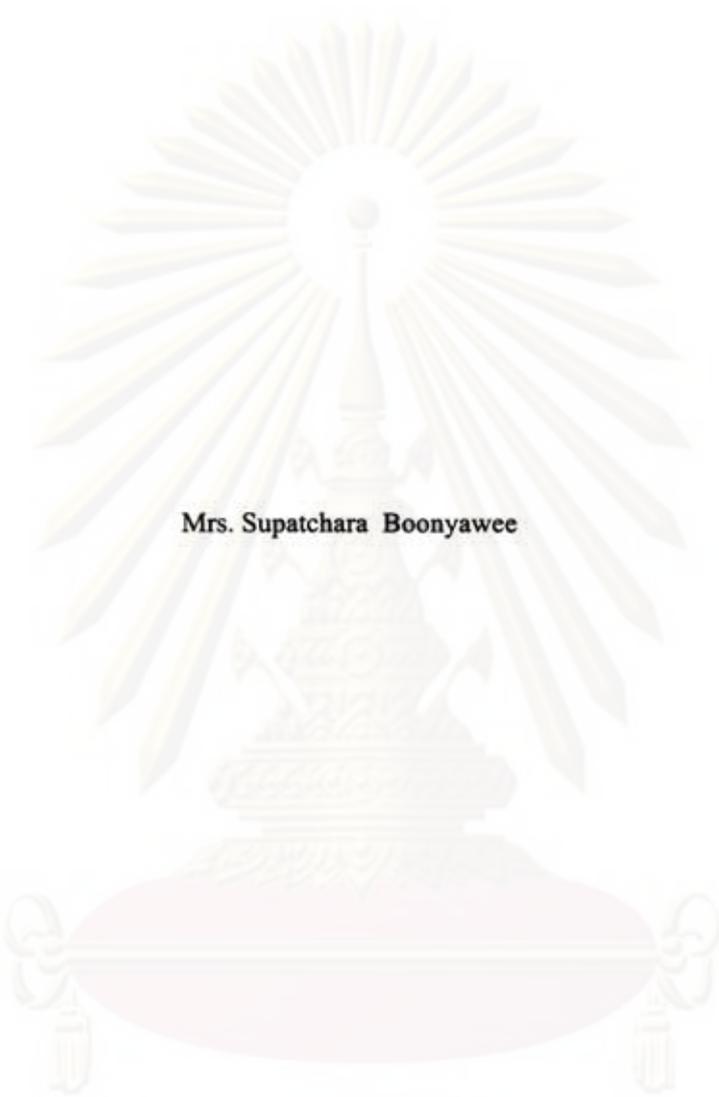
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**DISINTEGRATION IN WATER OF A NEWLY DEVELOPED ZINC OXIDE-CALCIUM SULFATE
BASED TEMPORARY FILLING MATERIAL**



Mrs. Supatchara Boonyawee

**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 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511869

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การสลายในน้ำของวัสดุคูปินชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์
แคลเซียมซัลเฟตที่พัฒนาใหม่

โดย

นาง สุัทธรา บุญยวี

สาขาวิชา

ทันตกรรมประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.นิยม ชำรงค์อนันต์สกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง เจนจิรา ธีระวัฒน์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาโท

ดร. นิคม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ กนก สรเทศน์)

รองคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

รักษาการแทนคณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สรพัชญ์ นามะ โน)

.....

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.นิยม ชำรงค์อนันต์สกุล)

.....

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง เจนจิรา ธีระวัฒน์)

.....

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. เข้มชัย เหมะจันทร์)

.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์)

สุพัชรา บุญชัย: การสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต
 ที่พัฒนาใหม่. (DISINTEGRATION IN WATER OF A NEWLY DEVELOPED ZINC
 OXIDE-CALCIUM SULFATE BASED TEMPORARY FILLING MATERIAL) อ. ที่
 ปรีกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ทพ. ดร. นิยม ชำรงค์อนันต์สกุล, อ.ที่ปรีกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
 : ผศ. ทญ. เจนจิรา ถิระวัฒน์, 69 หน้า.

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตให้มีการ
 สลายในน้ำลดลง

วัสดุและวิธีการ เตรียมวัสดุที่ทำการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนขององค์ประกอบหลักระหว่าง
 แคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์เป็น 4 สูตรและใช้เควิตเป็นกลุ่มควบคุม นำชิ้นตัวอย่างกลุ่มละ 20
 ชิ้นไปทดสอบการสลายในน้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ยของการสลายในน้ำของแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลโดยใช้
 สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเคียวและทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม
 ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนิ

ผลการศึกษา วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่มีค่าเฉลี่ยร้อยละการสลายในน้ำเท่ากับ
 8.884, 4.930, 3.629 และ 10.594 ในขณะที่เควิตเท่ากับ 13.455 วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่
 ทุกสูตรมีการสลายในน้ำต่างกันและน้อยกว่าเควิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่ทั้ง 4 สูตรสลายในน้ำน้อยกว่าเควิตอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
 สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
 ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนิสิต..... สุพัชรา บุญชัย
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรีกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรีกษาวิทยานิพนธ์ร่วม..... เจนจิรา ถิระวัฒน์

4976126032 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD: DISINTEGRATION IN WATER / ZINC OXIDE CALCIUM SULFATE BASED
TEMPORARY FILLING MATERIAL

SUPATCHARA BOONYAWEE : DISINTEGRATION IN WATER OF A NEWLY
DEVELOPED ZINC OXIDE-CALCIUM SULFATE BASED TEMPORARY FILLING
MATERIAL. THESIS PRINCIPAL ADVISOR : ASST.PROF. NIYOM
THAMRONGANANSKUL, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASST.PROF. JANEJIRA
THIRAWAT, 69 pp.

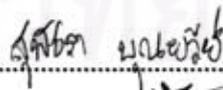
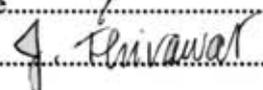
Objective To develop zinc oxide calcium sulfate based temporary filling material with less disintegration in water.

Materials and methods Four formulas of temporary filling materials were prepared by altering the ratio of calcium sulfate and zinc oxide. Cavit was used as a control group. Twenty specimens from each group were tested to find the mean percentage of disintegration in each group. ANOVA and Bonferroni multiple comparison were used to analyze data.

Results The mean percentages of disintegration of the newly developed temporary filling materials were 8.884, 4.930, 3.629 and 10.594 whereas Cavit was 13.455. All groups of newly developed temporary filling materials were significantly different between groups and significantly lower than Cavit ($p < 0.05$).

Conclusion The newly developed temporary filling materials from all formulas were significantly less disintegrated than Cavit.

Department Prosthodontics
Field of student Prosthodontics
Academic year 2008

Student's signature..... 
Principal advisor's signature..... 
Co-advisor's signature..... 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จล่วงไปได้เลย หากปราศจากการดูแลเอาใจใส่ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจาก ศศ.ทพ.ดร. นิยม ชำรงค์อนันต์สกุล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาอันมีประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และทำให้ขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินงานมีความราบรื่น และมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณ ศศ.ทญ. เจนจิรา ติระวัฒน์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์และให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ยิ่งในการเขียนวิทยานิพนธ์และการคิดอย่างเป็นระบบ ขอขอบพระคุณ รศ.ทญ.ดร. สมพร สวัสดิศรพ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความรู้และคำปรึกษาทางด้านเซลล์วิทยาและทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ได้ให้ความรู้ และคำปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัย ขอขอบพระคุณ ดร. ฤทธิรงค์ พฤตภูมิ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการ คำปรึกษาและสารเคมีเพื่อใช้ทดลองทำงานวิจัย ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้อง รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นพ.สิริวัชร บุญยวีร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจสำคัญตลอดเวลาทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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.....	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.6 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	5
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.8 สมมติฐานงานวิจัย.....	5
1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.10 รูปแบบการวิจัย.....	6
1.11 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	7
2.2 หน้าที่และคุณสมบัติที่ต้องการของวัสดุคูกฟันชั่วคราว.....	7
2.3 วัสดุคูกฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์เคลือบเซรามิก ที่ใช้มากทางทันตกรรม.....	7
2.4 การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของเควิต.....	8

	๗
2.5 องค์ประกอบของวัสดุคุดฟันชั่วคราวที่ผลิตขึ้นใหม่.....	10
2.6 การศึกษานำร่อง.....	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 ประชากร.....	17
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	17
3.3 การเตรียมวัสดุคุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลิเกต.....	21
3.4 การสุ่มเลือกและการเตรียมชิ้นตัวอย่าง.....	23
3.5 วิธีทดสอบการสลายในน้ำ.....	24
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	25
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
บทที่ 4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล	27
4.1 ลักษณะโดยทั่วไปของวัสดุคุดฟันชั่วคราวที่ผลิตขึ้นใหม่.....	27
4.2 ผลการทดลอง.....	28
4.3 ผลการเปรียบเทียบ.....	29
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	31
5.1 การอภิปรายผล.....	31
5.2 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	35
รายการอ้างอิง.....	36
ภาคผนวก.....	41
ภาคผนวก ก ข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยชื่อ ไดไอโซไซโนนิลฟทาเลต.....	42

ภาคผนวก ข ร้อยละการสลายในน้ำและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละ
การสลายในน้ำเมื่อแช่ขึ้นทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO 3107:2004 และ
วิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....45

ภาคผนวก ค ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคุดพื้นชั่วคราวทั้ง 4 สูตรและเควิต.....48

ภาคผนวก ง ตารางผลการทดสอบทางสถิติของวัสดุคุดพื้นชั่วคราว 4 สูตร
และเควิต.....51

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....56



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1	6
ตารางที่ 2	16
ตารางที่ 3	23
ตารางที่ 4	29
ตารางที่ 5	45
ตารางที่ 6	46
ตารางที่ 7	47
ตารางที่ 8	48
ตารางที่ 9	51
ตารางที่ 10	54

ตารางที่ 11 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของ วัสดุคูปันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต โดยสถิติทดสอบการเปรียบเทียบ เชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนี.....	55
---	----



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 1	วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟต มีชื่อทางการค้าว่าเควิต(Cavit).....	2
รูปที่ 2	การเตรียมชิ้นทดสอบในเบ้าหล่อผลิตชิ้นทดสอบทรงกระบอกขนาด 6 x 4 มิลลิเมตรเพื่อทดสอบความทนแรงอัด.....	14
รูปที่ 3	การรั่วซึมสีย้อม 2% methylene blue ของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้น ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 จากการศึกษาสำรวจ.....	15
รูปที่ 4	การรั่วซึมสีย้อม 2% methylene blue ของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้น ในกลุ่มที่ 4 และเควิต จากการศึกษาสำรวจ.....	15
รูปที่ 5	ส่วนประกอบของเบ้าหล่อโลหะไร้สนิมและแผ่นแก้วที่ใช้สำหรับเตรียม ชิ้นทดสอบ.....	18
รูปที่ 6	ส่วนประกอบของเบ้าหล่อโลหะไร้สนิมที่ใช้สำหรับเตรียมชิ้นทดสอบ.....	18
รูปที่ 7	ตู้ดูดความชื้นที่มีเจลซิลิกาเป็นสารดูดความชื้น.....	19
รูปที่ 8	ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส.....	19
รูปที่ 9	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลความละเอียด 0.001 มิลลิกรัม.....	20
รูปที่ 10	การแช่น้ำชิ้นทดสอบในโหลแก้วมีฝาปิดที่มีน้ำกลั่นท่วมชิ้นทดสอบ ทุกชิ้นเพื่อให้เกิดความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95.....	20
รูปที่ 11	สารเคมีชื่อซิงค์ออกไซด์ ซิงค์ซิลเฟตและแบเรียมซิลเฟต ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นชนิดเกรดวิเคราะห์	21
รูปที่ 12	สารเคมีชื่อไดไอโซโนนิลฟทาเลตที่ใช้ในงานวิจัย.....	22
รูปที่ 13	การเตรียมชิ้นทดสอบในเบ้าหล่อโลหะไร้สนิมโดยมีเส้นเอ็นพลาสติก ที่ติดหมายเลขกำกับ.....	25
รูปที่ 14	ความเหนียวของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมใหม่และเควิตเมื่อรับแรงกดรีด และดึงเป็นเส้นยาวโดยไม่ขาดออกจากกัน.....	27

รูปที่ 15	ขั้นตอนของวัสดุคุดฟันชั่วคราวที่เตรียมใหม่ทั้ง 4 สูตรและเควิต หลังก่อตัวโดยสมบูรณ์.....	28
รูปที่ 16	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคุดฟัน ชั่วคราวแต่ละกลุ่มและเควิต.....	30
รูปที่ 17	วัสดุคุดฟันชั่วคราวกลุ่มที่ 1 และวัสดุคุดฟันชั่วคราวที่ลดปริมาณของ พอลิเมทิลเมทาคริเลตลงเมื่อสัมผัสน้ำแล้วกรด.....	34



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วัสดุอุดฟันชั่วคราว (temporary filling material) คือวัสดุที่ใช้อุดฟันชั่วคราวในช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยมีระยะเวลาการใช้ในช่องปากตั้งแต่ไม่กี่สัปดาห์ (temporary filling) หรืออาจใช้เป็นระยะเวลานานเป็นเดือนหรือปี (intermediate filling) ซึ่งจำเป็นต้องมีความแข็งแรงระดับหนึ่งซึ่งต่อมาวัสดุชนิดนี้จะถูกรื้อออกและทดแทนด้วยวัสดุถาวรต่อไป⁽¹⁾

วัสดุอุดฟันชั่วคราวมีหน้าที่ทำให้ฟันชิ้นนั้นยังคงใช้งานได้ (function) คงตำแหน่งเดิมไม่เคลื่อนที่ (positioning) ตลอดจนช่วยเรื่องความสวยงาม (esthetics)⁽¹⁾ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันมีการใช้วัสดุหลายชนิดเป็นวัสดุอุดฟันชั่วคราวเช่น ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (zinc phosphate cement) พอลิคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ (polycarboxylate cement) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (glass ionomer cement) เรซินคอมพอสิต (resin composite) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (zinc oxide eugenol cement) ชนิดที่ใช้เป็นวัสดุอุดฟันชั่วคราวนั้นได้มีการปรับปรุงสมบัติเชิงกลโดยมีการใส่เรซินไปในวัสดุเช่น ไฮโดรเจเนตเรซิน (hydrogenated resin) พอลิสไตลีน (polystyrene) พอลิเมทิลเมทาคริเลต (polymethylmethacrylate) วัสดุอุดฟันชั่วคราวกลุ่มนี้ได้แก่ ไออาร์เอ็ม (IRM) และอีบีเอซีเมนต์ (EBA cement) วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต (zinc oxide-calcium sulfate based temporary filling material) เป็นวัสดุอุดฟันชั่วคราวสำเร็จรูปสามารถใช้งานได้เลยมีส่วนประกอบหลักคือ ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) แคลเซียมซัลเฟต (calcium sulfate) ซิงค์ซัลเฟต (zinc sulfate) และสารที่ไม่ละลายน้ำอื่น ๆ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีขายและเป็นที่ยอมรับในท้องตลาดคือ เควิท (Cavit; 3M ESPE, Seefeld, Germany) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตมีชื่อทางการค้าว่า เควิต (Cavit)

ต่อมาได้มีการพัฒนาเควิต จี (Cavit G) และเควิต คับเบิลยู (Cavit W) ซึ่งต่างจากเควิตเดิมตรงที่มีการผสมเรซินเพื่อลดความแข็งผิว (hardness) ของวัสดุหลังก่อตัวเมื่อเปรียบเทียบกับในกลุ่มของวัสดุประเภทเควิตพบว่า เควิตมีความแข็งผิวมากที่สุดจากนั้นเป็น เควิต คับเบิลยู และเควิต จี ตามลำดับ ส่วนการด้านการรั่วซึมของเควิตเดิมและเควิตคับเบิลยูนั้นไม่ต่างกันและดีกว่า เควิต จี⁽²⁾ จึงทำให้เควิต คับเบิลยู นั้นเหมาะกับงานรักษารากฟันในขณะที่เควิต จี จะนิ่มกว่า รื้อออกง่ายด้วยการใช้เครื่องมือตัดออกมาเพียงครั้งเดียวจึงเหมาะกับการอุดฟันชั่วคราวในพื้นที่รองรับวัสดุบูรณะฟันชนิดอุดฝัง (inlay) โดยสรุปข้อดีของวัสดุอุดฟันชั่วคราวซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต คือใช้งานง่าย สะดวก รื้อออกง่ายหลังก่อตัวแล้ว มีการผนึกขอบที่ดีและด้านการรั่วซึมตามขอบดีเนื่องจากวัสดุชนิดนี้มีการขยายตัวเมื่ออยู่ในความชื้น (hygroscopic expansion material) และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (high coefficient of linear expansion) สูงถึงร้อยละ 18 ซึ่งมากกว่าซิงค์ออกไซด์ยูจินอลถึง 2 เท่า⁽³⁾ สำหรับข้อด้อยของวัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดนี้ ได้แก่ พบการรั่วซึมผ่านเนื้อวัสดุสูงก่อนที่วัสดุจะก่อตัวเต็มที่ มีความแข็งแรงต่ำ ก่อตัวช้า และมีค่าการสลายในน้ำสูงเมื่อเทียบกับซิงค์ออกไซด์ยูจินอล ซึ่งจะทำให้สมบัติเชิงกลต่าง ๆ ของวัสดุด้อยลงเมื่อเวลาผ่านไปหลังอุดเช่น ทำให้วัสดุสึกกร่อนง่ายขึ้น มีการเปลี่ยนรูปร่างจากเดิม ความแข็งแรงลดลง และมีการรั่วซึมมากขึ้น⁽⁴⁾

เควิตจึงเหมาะสำหรับใช้อุดฟันชั่วคราวในโพรงฟันขนาดเล็ก ในช่วงเวลาไม่นาน เช่น ฟันที่ถูกกรอเพื่อรองรับวัสดุคุดฝัง (inlay) ฟันที่อยู่ระหว่างการรักษารากฟัน

นอกจากเควิตแล้วยังมีการผลิตวัสดุอุดประเภทเดียวกันนี้ในหลายประเทศ อาทิเช่น เควิเดนทีน (Cavidentin; Lasio Laboratoric, Natanya, Israel) ผลิตในอิสราเอล ซึ่งผสมไทมอล (thymol) เพื่อระงับเชื้อ (antiseptic) แต่วัสดุจะต้องมีความหนาดัง 5 มิลลิเมตรจึงจะสามารถด้านการรั่วซึมได้ดีเท่าเควิต⁽⁵⁾

คอลโตซอล (Coltosol; Coltene Whaledent, Mahwah, NJ, USA) ผลิตในสหรัฐอเมริกา สามารถก่อตัวได้ภายใน 20 -30 นาทีหลังสัมผัสน้ำแต่ควรทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมงหลังอุดจึงจะสามารถรับแรงบดเคี้ยวได้ และสามารถด้านการรั่วซึมได้ดีเพียง 2 สัปดาห์หลังอุดเท่านั้น⁽⁵⁾

เควิตอน (Caviton; GC corporation, Tokyo, Japan) ผลิตในญี่ปุ่นจะต้องทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมงหลังอุดจึงสามารถรับแรงบดเคี้ยวได้เช่นเดียวกับคอลโตซอล⁽⁵⁾

เฟอร์มิน (Fermin; Detax Camiott & Co. Kca Weisendorf, Germany) ผลิตในประเทศเยอรมันนี้

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตนี้มีการผลิตในหลายประเทศด้วยชื่อทางการค้าที่ต่างกันแต่ยังไม่พบการผลิตในประเทศไทย ทำให้ต้องใช้งบประมาณสั่งซื้อจากต่างประเทศสูงในแต่ละปี อีกทั้งวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทนี้ยังมีค่าการสลายในน้ำสูง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะผลิตวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตขึ้นเพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกายภาพ (physical property) ด้านการสลายในน้ำ (disintegration) ของวัสดุให้ลดลง โดยปรับอัตราส่วนขององค์ประกอบให้แตกต่างกันเป็น 4 สูตรเพื่อเปรียบเทียบสมบัติด้านการสลายในน้ำกับเควิต

1.2 คำถามงานวิจัย

วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่า
เควิตหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ทั่วไป : เพื่อศึกษาร้อยละของการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราว
ประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตที่พัฒนาใหม่

วัตถุประสงค์เฉพาะ : เพื่อหาร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่พัฒนาใหม่
เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนขององค์ประกอบหลักคือแคลเซียมซิลเฟตและซิงค์ออกไซด์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) เพื่อหาอัตราส่วนของ
องค์ประกอบหลักที่ดีที่สุดที่ทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียม
ซิลเฟตที่เตรียมขึ้นใหม่มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ใช้เควิตแทนวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตในห้องทดลอง
2. ส่วนผสมแต่ละชนิดของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่ใช้จากบริษัทเดียวกันและ
การผลิตครั้งเดียวกัน
3. ชี้นทดสอบแต่ละชิ้นได้จากการเตรียมครั้งเดียวกัน
4. ใช้เควิตที่มาจากบริษัทเดียวและการผลิตครั้งเดียวกัน
5. ทดลองงานวิจัยนี้ใช้ผู้วิจัยเพียงคนเดียวในการเตรียมวัสดุ เตรียมชิ้นทดสอบ และ
ทดสอบร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุ

1.6 ข้อยกเว้นของการวิจัย

เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการทำให้ผลการทดลองที่ได้อาจไม่เหมือนสภาวะการใช้งานจริงในช่องปาก

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึง

“วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต” แปลมาจากคำว่า zinc oxide-calcium sulfate based temporary filling material หมายถึงวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่มีซิงค์ออกไซด์และแคลเซียมซัลเฟตเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน

“การสลายในน้ำ” แปลมาจากคำว่า disintegration in water หมายถึงความสามารถในการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวเมื่อใช้การทดสอบซึ่งดัดแปลงมาจากมาตรฐาน ISO 3107:2004 ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบสมบัติของวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์ ยูจินอลและไม่มียูจินอล มีการรายงานผลเป็นร้อยละของการสลายในน้ำ

1.8 สมมติฐานงานวิจัย

H_0 = วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นมีร้อยละการสลายในน้ำเท่ากับเควิต

H_a = วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นอย่างน้อย 1 สูตรมีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลอัตราส่วนของสารที่เป็นส่วนประกอบที่ทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตที่เตรียมขึ้น มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต
2. ได้วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตที่มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต

3. เป็นการพัฒนาวัสดุคุดฟันชั่วคราวเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุคุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลิเฟตจากต่างประเทศและสนองแนวพระราชดำริเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงที่เป็นการพึ่งพาตนเอง
4. งานวิจัยนี้สามารถเป็นพื้นฐานในการพัฒนาสมบัติด้านต่างๆ เช่น ระยะเวลาก่อตัว ความทนแรงอัด ฯลฯ ของวัสดุประเภทนี้ให้ดีขึ้นต่อไปในอนาคต

1.10 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research)

1.11 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการวิจัย

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
คิดและทบทวนวรรณกรรม	@	@										
ดำเนินการวิจัย		@	@	@	@	@						
เก็บรวบรวมผล				@	@	@	@					
วิเคราะห์ข้อมูล							@	@				
สรุปผล								@	@			
เตรียมรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์								@	@			
เตรียมผลงานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่									@	@		
เตรียมเสนอผลงานวิจัย										@	@	

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

วัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตในปัจจุบันยังมีการสลายในน้ำสูง ซึ่งจะทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวไปจากเดิมได้ง่ายหลังอุด ความแข็งแรงของวัสดุลดลง ความสามารถในการต้านการรั่วซึมลดลง จึงทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดนี้ไม่เหมาะกับการใช้อุดโพรงฟันใหญ่หรือการอุดฟันหลายด้าน

2.2 หน้าที่และคุณสมบัติที่ต้องการของวัสดุอุดฟันชั่วคราว

มีการใช้วัสดุอุดฟันชั่วคราวอย่างแพร่หลายในทางทันตกรรมเช่นใช้ในการอุดฟันชั่วคราวเพื่อรอรับวัสดุบูรณะฟันชนิดอุดฝัง ใช้ในงานทันตกรรมฉุกเฉินอุดปิดชั่วคราวหลังดึงโพรงประสาทฟันออก และใช้ในงานรักษารากฟัน ซึ่งวัสดุอุดชั่วคราวมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการปนเปื้อนในคลองรากฟัน โดยน้ำลายและเชื้อโรค อีกทั้งยังป้องกันการรั่วซึมของยาที่ใช้ในคลองรากฟัน (root canal medication) เข้าสู่สิ่งแวดล้อมในช่องปาก⁽⁶⁾

วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่ดีควรมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดการรั่วซึมให้ได้มากที่สุด มีความแข็งแรงในระดับที่ใช้งานได้ เข้าได้ดีกับความชื้นในช่องปากและใช้งานง่าย

2.3 วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซิลเฟตที่ใช้มากทางทันตกรรม

วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่ใช้มากคือ เควิท (Cavit; 3M ESPE Seefeld/ Oberbay, Germany) เนื่องจากอยู่ในรูปพร้อมใช้ ใช้งานง่ายและรื้อออกได้โดยง่าย ก่อตัวได้เมื่อสัมผัสน้ำ มีการฉีกขอบที่ดี สามารถคงคุณสมบัติเดิมอยู่ได้ที่สภาวะความชื้นในช่องปาก⁽⁷⁾ เริ่มมีการนำเควิทมาใช้ราวปี ค.ศ.1971 จากนั้นได้มีการพัฒนาคุณสมบัติเรื่อยมา โดยปัจจุบันเควิทประกอบด้วยซิงค์ออกไซด์ร้อยละ 30-50 แคลเซียมซิลเฟตร้อยละ 1-30

ซิงค์ซัลเฟตร้อยละ 5-10 แบเรียมซัลเฟตร้อยละ 0-20 พอลิไวนิลอะซิเตทร้อยละ 1-5 เอทิลลินบิสไดอะซิเตท (ethylene bis diacetate) ร้อยละ 10-20 ทัลก์ (talc) ร้อยละ 0-20⁽⁸⁾

2.4 การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของเควิต

2.4.1 ความสามารถในการคงรูป (dimensional stability)

มีการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของเควิตหลายด้าน เช่น ด้านความสามารถในการคงรูป พบว่าเควิตมีค่าความคงรูปสูง (high dimensional stability) ไม่เกิดการรั่วซึมหรือบิดเบี้ยวเมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ⁽⁹⁾ เมื่อเควิตสัมผัสกับซีเอ็มซีพี (CMCP; camphorated monochlorophenol) หรือฟอร์มโคริซอล (formocresol) ในช่วง 1-7 วัน ก็ยังมีความแข็งผิว (surface hardness) ไม่แตกต่างจากเดิมในขณะที่ซีเอ็มซีพีทำให้ความแข็งผิวของไออาร์เอ็มลดลงได้⁽¹⁰⁾

2.4.2 ความทนแรงอัด (compressive strength)

เควิตมีค่าความทนแรงอัด 14 เมกะปาสกาล ในขณะที่ซิงค์ออกไซด์ยูจินอลมีค่าความทนแรงอัด 27 เมกะปาสกาล⁽⁴⁾ เนื่องจากเควิตมีความทนแรงอัด เพียงครึ่งหนึ่งของซิงค์ออกไซด์ยูจินอล ดังนั้นเควิตจำเป็นต้องมีความหนาอย่างน้อย 3.5 มิลลิเมตร เพื่อด้านการรั่วซึมและมีกลสมบัติที่ดี^{(2),(4)}

2.4.3 ความสามารถในการต้านการรั่วซึม (leakage)

จากการศึกษาในลิงโดยอุดฟันหน้าของลิงด้วยเควิตหนา 2 มิลลิเมตร แล้ววัดการรั่วซึมของเชื้อแบคทีเรียในช่วง 2 วัน 7 วันและ 42 วันตามลำดับ พบการรั่วซึมตลอดทุกช่วงของการทดลอง และถ้าทิ้งไว้นานก็จะพบเชื้อแบคทีเรียรั่วซึมเข้าไปในฟันมากขึ้น⁽¹¹⁾ ซึ่งสนับสนุนงานวิจัยที่ว่าเควิตควรหนาอย่างน้อย 3.5 มิลลิเมตรเพื่อด้านการรั่วซึมของแบคทีเรียได้⁽²⁾

ในการศึกษาคุณสมบัติด้านการรั่วซึมของเควิตพบว่า เควิตมีคุณสมบัติด้านการรั่วซึมดีกว่าซิงค์ฟอสเฟต, พอลิคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ (polycarboxylate cement) และซิงค์ออกไซด์ยูจินอลแต่ด้อยกว่าเทมซีล (Temp-seal; Uniou Broach Co.Inc, Bethpage, NY, USA) ซึ่งเป็นวัสดุประเภทเดียวกันกับเควิต⁽¹²⁾

มีหลายการศึกษาที่เปรียบเทียบสมบัติด้านการรั่วซึมของเควิทกับไออาร์เอ็ม และให้ผลการศึกษที่ต่างกัน โดยบางการศึกษาพบว่าไออาร์เอ็มมีสมบัติด้านการรั่วซึม ดีกว่าเควิท^{(13),(14),(15),(16),(17),(18)} ขณะที่บางการศึกษาพบว่าไออาร์เอ็มมีสมบัติด้านการรั่วซึมดีกว่าเควิท^{(3),(5),(19),(20),(21)} โดยนักวิจัยกลุ่มหลังให้เหตุผลว่าเควิทมีการรั่วซึมผ่านเนื้อวัสดุได้ ถึงแม้ว่าการด้านการรั่วซึมตามขอบจะดีก็ตาม อย่างไรก็ตามการที่ผลการศึกษแตกต่างกันอาจเป็นเพราะใช้วิธีทดสอบการรั่วซึมที่ต่างกัน โดยเมื่อทดสอบความสามารถด้านการรั่วซึมด้วยวิธีไอโซโทปกันมันตรังสี (radioisotope) และวิธีเคมีไฟฟ้า (electrochemical method) แล้วจะพบว่าไออาร์เอ็มด้านการรั่วซึมดีกว่าเควิท^{(3),(19),(20),(21)} แต่ในกรณีที่ทดสอบโดยใช้วิธีใช้สีย้อม (dye penetration)^{(13),(14),(17)} วัดปริมาณการซึมผ่านของของเหลว (fluid infiltration)^{(16),(18)} วัดปริมาณการซึมผ่านของเชื้อแบคทีเรีย (bacterial penetration) โดยใช้เชื้อสเตรปโตคอคคัส แซงเกรวิส (streptococcus sanguis)⁽²²⁾, เชื้อสเตรปโตคอคคัส ฟีคัลลิส (streptococcus faecalis) และแคนดิดา อัลบิแคน (candida albican)⁽²³⁾ นั้นพบว่าเควิทด้านการรั่วซึมดีกว่าไออาร์เอ็ม

การที่วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต (zinc oxide-calcium sulfate based temporary filling material) หรือเควิทมีความสามารถด้านการรั่วซึมที่ด้นนั้นอาจเป็นผลมาจากการขยายตัวของวัสดุที่เกิดจากแคลเซียมซัลเฟตรวมตัวกับน้ำ^{(2),(24),(25),(26)} และเควิทมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นสูงกว่าซิงค์ออกไซด์ยูจินอลถึง 2 เท่า ทำให้วัสดุชนิดนี้มีสมบัติการผนึกขอบที่ดี สามารถด้านการรั่วซึมตามขอบได้ดี⁽²⁾ เควิทมีสมบัติด้านการรั่วซึมยาวนานถึง 21 วันแต่ไม่แข็งแรงพอที่จะใช้ในการอุดโพรงฟันขนาดใหญ่ได้ดีเท่าไออาร์เอ็ม อย่างไรก็ตามเควิทและไออาร์เอ็มด้านการรั่วซึมได้ลดลงเมื่อทดสอบที่ช่วงเวลายาวนานขึ้นแม้ว่าไออาร์เอ็มจะมีสมบัติทางกายภาพ (physical property) สูงกว่าเควิทก็ตาม⁽¹¹⁾

หลายการศึกษาให้ผลไปในทางเดียวกันคือ กระบวนการเทอร์มอไซคลิง (thermocycling) มีผลต่อสมบัติด้านการรั่วซึมของวัสดุทั้งไออาร์เอ็มและเควิท^{(14),(27)} แต่บางการศึกษาพบว่าเมื่อผ่านกระบวนการเทอร์มอไซคลิงแล้วความสามารถในการด้านการรั่วซึมของเควิทลดลง ในขณะที่ไออาร์เอ็มและเทอร์ม (TERM) ซึ่งเป็นวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทอะคริเลท (acrylate base temporary filling) ยังคงเหมือนเดิม⁽¹³⁾

2.4.4 การสลายในน้ำ

แม้ว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติด้านการรั่วซึมของวัสดุอุดฟันชั่วคราวจำนวนมากแต่พบการศึกษาเกี่ยวกับการสลายในน้ำของเควิตเพียง 2 การศึกษาเท่านั้น ซึ่งให้ผลการศึกษามากมายโดยงานวิจัยแรกทำการทดสอบการสลายในน้ำของเควิต ตามวิธี ADA No.9 section 4.3.7 ได้ร้อยละการสลายเป็น $9.7 \pm 0.04^{(4)}$ แต่พบข้อบกพร่องในการศึกษาคือไม่ระบุขนาดกลุ่มตัวอย่างและวิธีทดสอบที่ชัดเจน ต่อมาการศึกษาเพื่อหาร้อยละการสลายในน้ำของเควิต จี โดยใช้ปริมาณวัสดุ 0.5 มิลลิตรนำมากดทับด้วยแผ่นแก้ว จากนั้นนำเข้าสู่ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วแช่น้ำอุ่นต่ออีก 24 ชั่วโมง จากนั้นเปรียบเทียบน้ำหนักที่เปลี่ยนไปภายหลังการแช่น้ำ พบร้อยละการสลายในน้ำของเควิต จี เท่ากับ $1.81 \pm 0.05^{(28)}$ แต่การศึกษานี้ใช้ชิ้นตัวอย่างเพียง 3 ชิ้นเท่านั้น ไม่มีการกำหนดอุณหภูมิของน้ำอุ่นที่ชัดเจนตลอดการแช่ชิ้นทดสอบ 24 ชั่วโมง ไม่มีการกำหนดขนาดชิ้นตัวอย่างที่ชัดเจนและใช้เควิต จี ในการทดสอบ ผู้วิจัยจึงสนใจผลิตวัสดุอุดฟันชั่วคราวชิ้นใหม่ที่มีร้อยละการสลายในน้ำลดลงและทดสอบร้อยละการสลายในน้ำของเควิตใหม่ ด้วยวิธีทดสอบซึ่งดัดแปลงมาจากมาตรฐาน ISO 3107:2004

2.5 องค์ประกอบของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่

การเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวครั้งนี้มีองค์ประกอบที่เหมือนกันเควิต ได้แก่

แคลเซียมซัลเฟต เฮมิไฮเดรต (calcium sulfate hemihydrate) เกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 110-130 องศาเซลเซียส จนน้ำในผลึกระเหยออกบางส่วน คงเหลือน้ำครึ่งโมเลกุล เรียกสารประกอบนี้ว่าปูนปลาสเตอร์ (plaster of Paris) มีสูตรเคมีคือ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ การเผาไหม้ในอากาศอุณหภูมิระหว่าง 110-120 องศาเซลเซียส จะได้ปูนปลาสเตอร์หรือ เบตา-เฮมิไฮเดรต แคลเซียมซัลเฟต (β -hemihydrate calcium sulfate) ซึ่งอนุภาคใหญ่ ไม่แน่นอน รูปร่างขรุขระ (irregular shape) แต่การเผาไหม้ในเครื่องอัดความร้อนหรือใส่โซเดียมซัลไฟต์ไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียสจะได้ปลาสเตอร์หิน (stone plaster) หรือแอลฟา-เฮมิไฮเดรต แคลเซียมซัลเฟต (α -hemihydrate calcium sulfate) ซึ่งมีอนุภาคละเอียด มีรูปเหลี่ยมที่สม่ำเสมอเมื่อผสมน้ำจะได้ปลาสเตอร์ที่มีกำลังความแข็งแรงสูงกว่าปูนปลาสเตอร์ซึ่งใน

งานวิจัยนี้จะใช้พลาสติกอร์นในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวเพื่อให้ได้วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่มีความแข็งแรงมากกว่าการใช้ปูนพลาสติก ในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวนี้แคลเซียมซัลเฟต เสมิไฮเดรตทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบหลักในการทำปฏิกิริยาและเป็นโครงร่างให้แก่สารเคมีตัวอื่น แคลเซียมซัลเฟต เสมิไฮเดรตนั้นสามารถละลายน้ำได้เล็กน้อยจากส่วนที่เป็นเสมิไฮเดรต โดยมีความสามารถในการละลายน้ำที่ 0.24 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร⁽²⁹⁾

ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) เป็นสารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในรูปของซิงค์ซัลเฟต หรือ สังกะสี มีลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายในตัวทำละลายที่เป็นกรดและด่าง มีค่าการละลายน้ำต่ำมากที่สุดที่ 0.1 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ซิงค์ออกไซด์มีคุณสมบัติการเปล่งแสง (luminescence) จึงใช้เป็นส่วนผสมในสารกันแดด ใช้เป็นเม็ดสีในการทำแป้ง ใช้เป็นฟลักซ์ (flux) ในการผลิตเซรามิกเพราะสามารถป้องกันรอยร้าวได้ (crazing) ในงานวิจัยนี้นำซิงค์ออกไซด์มาใช้เป็นส่วนประกอบในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราว เพราะมีคุณสมบัติการเป็นฟลักซ์ที่ดีทำให้วัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน⁽³⁰⁾

แบเรียม ซัลเฟต (barium sulfate) เป็นผงสีขาวหรือสีขาวเหลืองขาวใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เม็ดสีในการผลิตยาง การผลิตกระดาษมีค่าการละลายตัวในน้ำต่ำมากที่สุดที่ 0.2 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร แบเรียม ซัลเฟต เป็นสารที่บ่งสีช่วยในงานรังสีวิเคราะห์ทางการแพทย์⁽³¹⁾

ซิงค์ซัลเฟต (zinc sulfate) เป็นผลึกของแข็งไม่มีสีถึงสีเขียวอ่อน ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้มีความสามารถในการละลายน้ำ 166 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ใช้ประโยชน์ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ ผลิตภัณฑ์ควบคุมอาหาร อาหารสัตว์ สีย้อม สารถนนอมอาหารและสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ใช้เป็นสารเร่ง (catalyst) ในกระบวนการทางเคมี เช่น การผลิตยาง และในการเตรียมวัสดุอุดครั้งนี้ด้วย⁽³²⁾

การเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวครั้งนี้มีองค์ประกอบที่ต่างจากเควิต ได้แก่

ใช้ส่วนเหลวชื่อไดไอโซโนนิลฟทาเลต (diisononyl phthalate หรือ DINP) แทนสารเคมีชื่อเอทิลลินบิสไดอะซิเตต (ethylene bis diacetate) ซึ่งมีราคาสูงมากและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ไดไอโซโนนิลฟทาเลตเป็นของเหลวใสไม่ละลายน้ำ (ค่าการละลายน้ำสูงสุด 0.05%) มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.972 ทนต่อสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วได้ดี มีการระเหยต่ำกว่าฟทาเลตตัวอื่น DINP ใช้เป็น

พลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) ในอุตสาหกรรมพลาสติกและยาง ซึ่งในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวครั้งนี้จะใช้ DINP เป็นพลาสติกไซเซอร์แทนการใช้เอทิลลินบิสไดออกซิเตท ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นและ DINP เป็นสารเคมีที่ปลอดภัยต่อมนุษย์เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม นอกจากนี้แล้ว DINP ยังเป็นส่วนประกอบของการผลิตสีและสารหล่อลื่น สารผนึก (sealant) อุตสาหกรรมของเล่นเด็ก DINP ผลิตโดยกระบวนการเอสเทอร์ฟิเคชัน (esterification) ของฟทาเลต ด้วยไอโซโนนิว แอลกอฮอล์ (isononyl alcohol) ในระบบปิดโดยสามารถเร่งปฏิกิริยาโดยการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 140-250 เซลเซียส หลังเสร็จสิ้นปฏิกิริยาแล้วแอลกอฮอล์ส่วนเกินจะถูกกำจัดออกทำให้ได้สารที่เป็นกลาง ยังไม่พบอันตรายจาก DINP เมื่อสัมผัส สูดดมหรือกลืน DINP เข้าไป⁽³³⁾ DINP เป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม⁽³⁴⁾ จากการศึกษาพิษของไดไอโซโนนิลฟทาเลตที่มีต่อตัวในลิงขนาดเล็ก (marmoset) พบว่าที่ปริมาณ 2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (2,500 mg/kg/day) ในเวลา 13 สัปดาห์ไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงไป ไม่มีผลต่อระดับไขมันในเลือดของสัตว์ทดลอง และในเวลา 9 สัปดาห์พบว่าไดไอโซโนนิลฟทาเลตไม่มีผลรบกวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในลิง⁽³⁵⁾ และพบว่าไดไอโซโนนิลฟทาเลตไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในเลือด (serum chemistry value change) และไม่มีผลรบกวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในลิงด้วย⁽³⁶⁾ จากการศึกษาพิษของไดไอโซโนนิลฟทาเลต ในหนูพบว่าไดไอโซโนนิลฟทาเลตไม่มีผลในการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดเนื้องอกในตับ (hepatic tumor) ที่ขนาด 6,000 ppm หรือที่มากกว่า 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน⁽³⁷⁾

มี 2 องค์กรหลักที่ศึกษาผลของไดไอโซโนนิลฟทาเลต ต่อร่างกายมนุษย์คือ The U.S. Consumer Product Safety Commission (CPSC) และ The European Union Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity, and the Environment (CSTEE) โดย CPSC กำหนดปริมาณการได้รับไดไอโซโนนิลฟทาเลต ที่จะไม่แสดงอาการ (no observed effects level) เป็น 17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ระดับไดไอโซโนนิลฟทาเลต ปริมาณต่ำสุดที่จะไม่แสดงอาการ (lowest observed effects level) เป็น 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวันและปริมาณการรับไดไอโซโนนิลฟทาเลตที่ยอมรับได้ (acceptable daily intake) เป็น 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวันซึ่งเป็นระดับที่ CPSC และ CSTEE รับรองว่าสามารถใช้ไดไอโซโนนิลฟทาเลตได้ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แต่เมื่อได้รับ

ไดไอโซไซโนนิลฟทาเลต มากกว่า 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวันจะเป็นอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์ได้⁽³⁵⁾ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ไดไอโซไซโนนิลฟทาเลตเป็นพลาสติกไซเซอรัน้อยมากในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราว โดยใช้เพียงร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียม ซึ่งในการอุดฟันแต่ละครั้งใช้วัสดุอุดฟันชั่วคราวประมาณ 0.1 - 0.3 กรัมเท่านั้น จึงสามารถใช้ไดไอโซไซโนนิลฟทาเลตในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวได้

ใช้พอลิเมทิลเมทาคริเลท (polymethylmethacrylate หรือ PMMA) แทนพอลิไวนิลอะซิเตท (polyvinyl acetate) พอลิเมทิลเมทาคริเลท เป็นพอลิเมอร์ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายมานานแล้วในอุตสาหกรรมพลาสติกโดยมักใช้แทนแก้วเช่น กระจกของไฟรถยนต์ ตู้ปลา เพราะ PMMA โปร่งแสง (transparent) และเหนียวกว่ากระจก นอกจากนี้ยังใช้ในศัลยกรรมความงามโดยการฉีด PMMA เพื่อลดรอยเหี่ยวย่นเพราะสามารถเข้ากับเนื้อเยื่อได้ดี (biocompatibility)⁽³⁸⁾ งานวิจัยนี้จะใช้ PMMA เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มความเหนียวให้กับวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้น

2.6 การศึกษานำร่อง

จากการศึกษานำร่อง (pilot study) พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ให้มากกว่าอัตราส่วนแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ของเควิตแล้ว พบว่าร้อยละการสลายในน้ำจะน้อยลงกว่าเควิตจึงเลือกมา 4 สูตรที่ทำให้ร้อยละการสลายในน้ำใกล้เคียงและน้อยกว่าเควิต มาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เพื่อนำมาปรับปรุงหาสูตรที่ทำให้ได้ร้อยละการสลายในน้ำน้อยที่สุดต่อไป จากนั้นนำวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่ได้จากทั้ง 4 สูตร มาทดสอบกลสมบัติด้านความทนแรงอัด (compressive strength) โดยนำวัสดุอุดฟันชั่วคราวมาใส่เข้าหล่อทำชิ้นทดสอบทรงกระบอก สูง 6 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2 มาทดสอบความทนแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Lloyd universal testing machine) รุ่น LR10K จนชิ้นทดสอบแตก

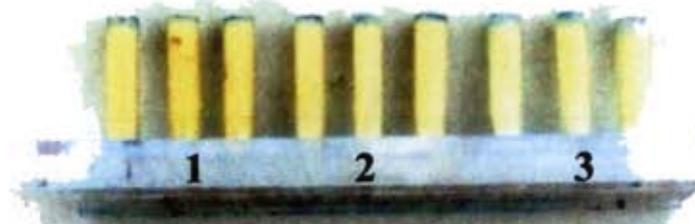
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



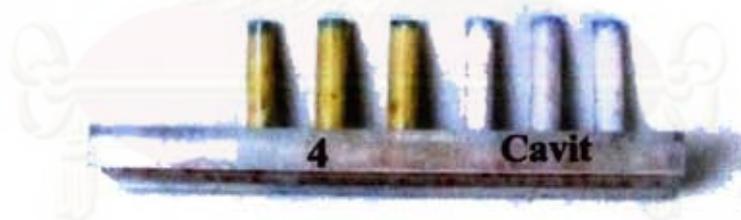
รูปที่ 2 การเตรียมชิ้นทดสอบในเข้าหล่อผลิตชิ้นทดสอบทรงกระบอกขนาด 6 x 4 มิลลิเมตรเพื่อทดสอบความทนแรงอัด

และทดสอบการรั่วซึม (leakage) โดยอุดวัสดุอุดชั่วคราวในท่อพลาสติกปลายเปิดด้านเดียวสูง 6 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร แล้วแช่ในสีช้อม 2% methylene blue เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นวัดระดับการรั่วซึมจากสีช้อม ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า วัสดุทั้ง 4 สูตรพบการรั่วซึมที่ใกล้เคียงกับเควิต ดังรูปที่ 3, รูปที่ 4 และตารางที่ 2 แต่ค่าความทนแรงอัดยังค้ำยกว่าเควิต

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3 การร่ำซึมสีข้อม 2% methylene blue ของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 จากการศึกษาในห้อง



รูปที่ 4 การร่ำซึมสีข้อม 2% methylene blue ของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นในกลุ่มที่ 4 และเควิตจากการศึกษาในห้อง

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการรั่วซึม, ความทนแรงอัดและร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทั้ง 4 สูตรและเควิตจากการศึกษานำร่อง

compositions formula	CaSO ₄ (%wt.)	ZnO (%wt.)	Other compositions (%wt.)	Leakage (mm.)	Compressive strength (MPa) $\bar{X} \pm SD$	Disintegration (%) $\bar{X} \pm SD$
1	30	30	40	1.0	8.56 +/- 1.30	6.46 +/- 0.99
2	45	15	40	1.0	4.21 +/- 0.94	5.37 +/- 1.02
3	40	20	40	1.0	4.44 +/- 0.45	5.22 +/- 1.10
4	20	40	40	1.5	4.90 +/- 0.21	8.06 +/- 1.30
Cavit				1.0	9.61 +/- 0.77	14.52 +/- 0.57

จากการที่เควิตมีร้อยละการสลายในน้ำสูงเมื่อเทียบกับมาตรฐานของวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์ยูจินอล ซึ่งมีร้อยละการสลายในน้ำเพียงร้อยละ 1.5 ทำให้เควิตมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวไปจากเดิมได้ง่ายหลังอุด ความแข็งแรงของวัสดุลดลง ความสามารถในการต้านการรั่วซึมลดลงจึงทำให้เควิตไม่เหมาะกับการใช้อุดโพรงฟันใหญ่หรือการอุดฟันหลายด้าน ผู้วิจัยจึงสนใจเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทเดียวกันนี้ที่มีการสลายในน้ำน้อยลงกว่าเดิม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีกลุ่มทดลองที่สนใจทดสอบ 4 สูตร เพื่อทดสอบสมบัติด้านการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทั้ง 4 สูตรและเควิตเป็นวัสดุเปรียบเทียบ

ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ วัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตที่เตรียมขึ้น

สิ่งแทรกแซง (intervention) คือ การเปลี่ยนอัตราส่วนขององค์ประกอบหลักได้แก่แคลเซียมซัลเฟตและซิงค์ออกไซด์

3.1 ประชากร

วัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตที่เตรียมขึ้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

-หลอดดูดขนาด 1 มิลลิลิตรความละเอียด 0.01 มิลลิลิตรยี่ห้อ นิโปร (NIPRO)

Lot. No. 07A20

-เข้าหล่อโลหะไร้สนิมซึ่งมีความหนา 1.5 มิลลิเมตรมีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 20 มิลลิเมตร มีช่องสำหรับเสียบเส้นเอ็นพลาสติก ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6

-แผ่นแก้วผิวเรียบ 2 แผ่น

-ตู้ที่มีสารดูดความชื้น (desiccators) ได้แก่ เจลซิลิกา ดังรูปที่ 7

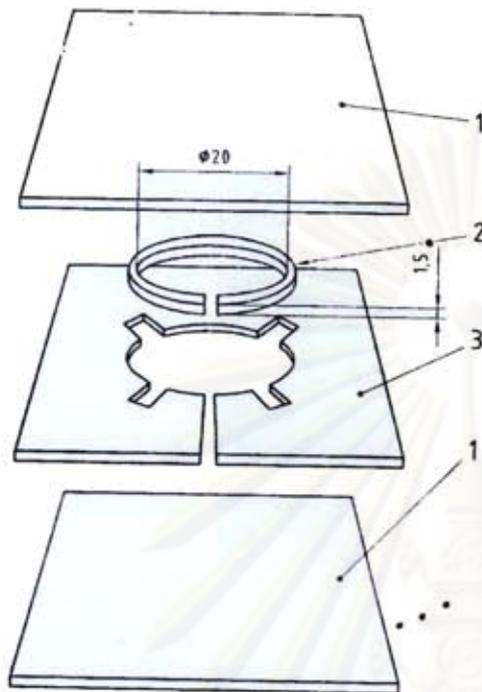
-ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ดังรูปที่ 8

-เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิทัล (ความละเอียด 0.001 มิลลิกรัม) ดังรูปที่ 9

-โหลแก้วมีฝาปิดสำหรับแช่ชิ้นทดสอบ ดังรูปที่ 10

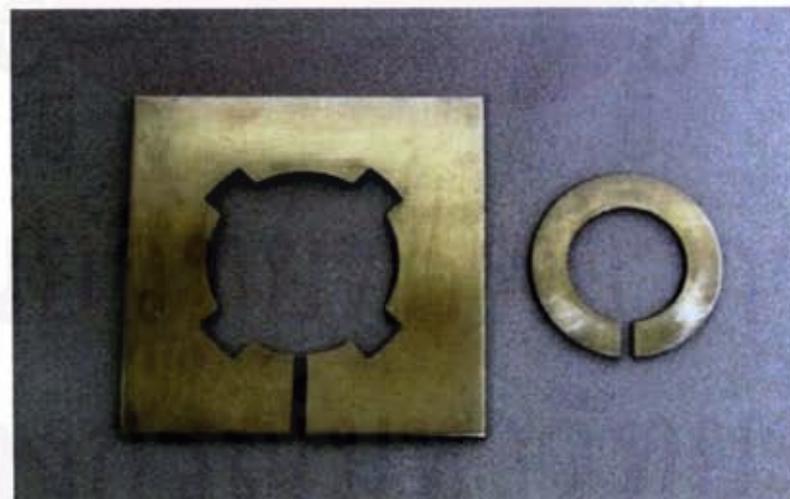
-เส้นเอ็นพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ยาว 8 เซนติเมตร

Dimensions in millimetres



- 1 -- แผ่นแก้ว
- 2 -- วงแหวนโลหะ
- 3 -- แผ่นโลหะ

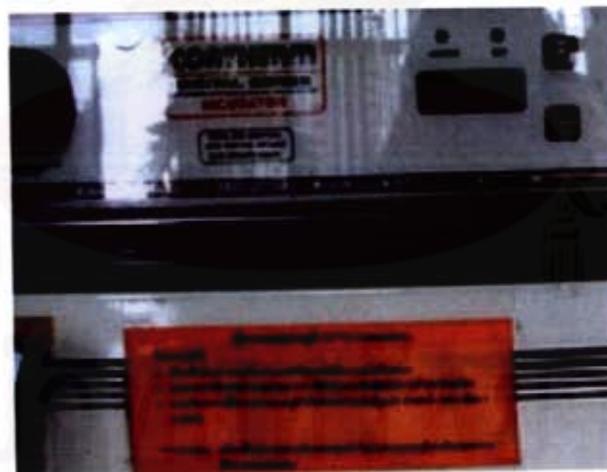
รูปที่ 5 ส่วนประกอบของเข้าหล่อโลหะไร้สนิมและแผ่นแก้วที่ใช้สำหรับเตรียม
ชั้นทดสอบ



รูปที่ 6 ส่วนประกอบของเข้าหล่อโลหะไร้สนิมที่ใช้สำหรับเตรียมชั้นทดสอบ



รูปที่ 7 ตู้ดูดความชื้นที่มีเจลซิลิกาเป็นสารดูดความชื้น



รูปที่ 8 ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส



รูปที่ 9 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลความละเอียด 0.001 มิลลิกรัม



รูปที่ 10 การแช่น้ำขึ้นทดสอบในโหลแก้วมีฝาปิดที่มีน้ำกลั่นท่วมขึ้นทดสอบทุกชั้น เพื่อให้เกิดความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

3.3 การเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต

ในงานวิจัยนี้ใช้สารเคมีที่เป็นส่วนผงเช่น ซิงค์ออกไซด์ แบเรียมซัลเฟต และซิงค์ซัลเฟต ชนิดเกรควิเคราะห์ ดังรูปที่ 11 เนื่องจากต้องการสารเคมีที่สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปนเพราะสิ่งเจือปนทำให้เกิดผลเสียแก่วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้น เช่น ความแข็งแรงลดลง ทำให้สีเปลี่ยนได้ ปราศจากความชื้น ไม่มีพิษ มีขนาดและการกระจายของอนุภาคสม่ำเสมอซึ่งทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียม มีสมบัติดีกว่าการใช้สารเคมีที่มีขนาดอนุภาคไม่สม่ำเสมอ⁽³⁹⁾ และเพื่อเป็นการควบคุมตัวแปรด้านการผลิตคือ สารเคมีที่ใช้เพื่อให้ได้วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่มีสมบัติใกล้เคียงกันในการเตรียมใหม่แต่ละครั้ง



รูปที่ 11 สารเคมีชื่อซิงค์ออกไซด์ ซิงค์ซัลเฟตและแบเรียมซัลเฟต ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นชนิดเกรควิเคราะห์

สารเคมีที่เป็นส่วนเหลวได้แก่ ไดไอโซโนนิลฟทาเลต มีลักษณะเป็นของเหลวใสดังรูปที่ 12 ไม่ละลายน้ำ เสถียรที่สภาวะปกติไม่ระเหยได้โดยง่าย สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำได้ดีไม่เป็นพิษต่อร่างกายทั้งระบบทางเดินอาหารและ

ระบบทางเดินหายใจ^{(33),(34)} ซึ่งเป็นคุณสมบัติของพลาสติกไซเซอร์ที่ดี ไคโอโซโนนิลฟทาเลตที่ผลิตขึ้นส่วนใหญ่ได้รับอนุญาตให้นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับอาหาร จึงสามารถยืนยันได้ถึงความปลอดภัยของไคโอโซโนนิลฟทาเลต ที่นำมาใช้กับร่างกาย⁽³⁹⁾



รูปที่ 12 สารเคมีชื่อไคโอโซโนนิลฟทาเลตที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้เตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวโดยการชั่งสารเคมีที่เป็นส่วนผง ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์, แคลเซียมซัลเฟต, แบเรียม ซัลเฟต, พอลิเมทิลเมทาคริเลต, ซิงค์ซัลเฟต ด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลความละเอียด 0.001 กรัมเป็นเครื่องชั่งที่ได้มาตรฐานผ่านการสอบเทียบปีละ 2 ครั้งและผ่านการทดสอบความแม่นยำโดยการชั่งน้ำหนักวัตถุขึ้นเดิมจำนวน 4 ครั้งยังคงได้น้ำหนักที่เท่าเดิมทุกครั้ง ตวงสารเคมีที่เป็นของเหลว ได้แก่ ไคโอโซโนนิลฟทาเลต ด้วยหลอดดูดขนาด 1 มิลลิลิตร ความละเอียด 0.01 มิลลิลิตรยี่ห้อ นิโปร (NIPRO) Lot. No. 07A20 เมื่อได้ปริมาตรตามต้องการแล้วนำมาคำนวณหา น้ำหนักสารจากค่าความถ่วงจำเพาะของสารต่อไป ทำการร่อนส่วนผงด้วยตะแกรงร่อน

จำนวน 4 ครั้งแล้วผสมส่วนผงและส่วนเหลวด้วยครกบดยา (mortar) เป็นเวลา 5 นาทีจนได้เนื้อเดียวกัน เตรียมวัสดุคูดฟันชั่วคราวทั้งหมด 4 สูตรตามอัตราส่วนขององค์ประกอบที่เปลี่ยนไปดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงอัตราส่วนขององค์ประกอบของวัสดุคูดชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทั้ง 4 กลุ่ม

compositions formula	CaSO ₄ (%wt.)	ZnO (%wt.)	Other compositions (%wt.)
1	30	30	40
2	45	15	40
3	40	20	40
4	20	40	40

3.4 การสุ่มเลือกและการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

ทำการเตรียมวัสดุคูดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตทั้งหมด 4 สูตรซึ่งได้จากการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ให้ต่างกัน โดยในแต่ละกลุ่มจะเตรียมวัสดุคูดฟันชั่วคราวดังกล่าวนี้จำนวน 3 ลอตแล้วจับสลากเลือกผลการเตรียมมา 1 ลอต เพื่อมาทดสอบการสลายในน้ำต่อไป โดยมีขั้นตอนทดสอบกลุ่มละ 20 ชิ้น

เตรียมชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นให้ได้ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 1.5 มิลลิเมตร ตามกำหนดของมาตรฐาน ISO 3107:2004 โดยนำวัสดุคูดฟันชั่วคราวที่เตรียมใส่เบ้าหล่อโลหะที่ละชิ้นจนหมดจะได้ชิ้นทดสอบจำนวน 20 ชิ้นต่อ 1 กลุ่มทดสอบ จากนั้นนำไปทดสอบการสลายในน้ำต่อไป

3.5 วิธีทดสอบการสลายในน้ำ

การวิจัยครั้งนี้ทดสอบการสลายน้ำโดยใช้วิธีที่ดัดแปลงจากมาตรฐาน ISO 3107:2004 เล็กน้อย เฉพาะขั้นตอนการแช่ขึ้นทดสอบ ตามมาตรฐาน ISO 3107:2004 ขั้นตอนการแช่ขึ้นทดสอบ ระบุให้แช่ขึ้นทดสอบ 2 ชั้นในโหลเดียวกันซึ่งมีน้ำ 50 มิลลิลิตรท่วมขึ้นทดสอบ แต่ในงานวิจัยนี้แช่ขึ้นทดสอบทั้ง 20 ชั้นในโหลเดียวกันซึ่งมีน้ำ 500 มิลลิลิตรท่วมขึ้นทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทดสอบเปรียบเทียบแล้วพบว่าร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่ขึ้นทดสอบตามวิธีวิจัยที่ดัดแปลงนี้ไม่แตกต่างจากร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่ขึ้นทดสอบตามวิธีของมาตรฐาน ISO 3107:2004 ดังภาคผนวก ข

ขั้นตอนการทดสอบการสลายในน้ำ

1. นำวัสดุคุณภาพชั้นคร่าวที่เตรียมใส่เบ้าหล่อโลหะที่มีลักษณะเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 1.5 มิลลิเมตร มีแผ่นแก้วเรียบวางไว้บนและล่าง เพื่อให้ได้ชั้นทดสอบผิวเรียบไม่ให้มีส่วนเกินของวัสดุออกมาจากเบ้าหล่อโดยเตรียมชั้นทดสอบจำนวน 20 ชั้นต่อ 1 กลุ่มทดสอบ
2. ใส่วัสดุคุณภาพชั้นคร่าวให้เต็มเบ้าหล่อโลหะแล้วนำสำลีสูดน้ำ 0.5 มิลลิลิตร ทาชั้นทดสอบให้ชุ่มแล้วเสียบเส้นเอ็นพลาสติกในช่องเสียบเส้นเอ็นพลาสติกที่เบ้าหล่อโลหะโดยให้มีความยาวของเส้นเอ็นพลาสติกที่ไม่ได้อยู่ในชั้นทดสอบยาวอย่างน้อย 5 เซนติเมตร ดังรูปที่ 13 จากนั้นนำเข้าตู้อบที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. นำชั้นทดสอบออกจากแบบหล่อ วัดขนาดชั้นทดสอบให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 1.5 มิลลิเมตร นำชั้นทดสอบนำเข้าตู้ที่มีสารดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก (m_1)
4. นำชั้นทดสอบทั้ง 20 ชั้นแช่น้ำกลั่น จากศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโหลแก้วใบเดียวกันที่มีฝาปิด โดยมีปริมาณน้ำกลั่นในโหล 500 มิลลิลิตรท่วมขึ้นทดสอบทุกชั้น ทิ้งไว้ที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. นำชั้นทดสอบมาล้างน้ำกลั่นกำจัดคราบส่วนเกินออก ใช้กระดาษซับให้แห้งแล้วนำเข้าตู้ที่มีสารดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

6. ทำซ้ำตามข้อ 5 จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ (m_2)
7. นำทั้ง 2 ค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุตามสมการ

$$D = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

D คือร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุจุดพื้นชั่วคราว



รูปที่ 13 การเตรียมชิ้นทดสอบในเบ้าหล่อโลหะไร้สนิม โดยมีเส้นเอ็นพลาสติกที่ติดหมายเลขกำกับ

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลเป็นมาตราอัตราส่วน (ratio scale) เก็บรวบรวมข้อมูลในคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS version 11.5 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุจุดพื้นชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทั้ง 4 สูตรและเควิต เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลาย

ในน้ำของวัสดุคั่วที่เตรียมขึ้นทั้ง 4 สูตรและเควิต เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ร้อยละการสลายในน้ำของแต่ละกลุ่มและเควิต

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 การสรุปข้อมูล (summarization of data) : ข้อมูลการทดลองเป็นข้อมูลเชิงปริมาณแสดงค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุแต่ละกลุ่ม

3.7.2 ทดสอบการกระจายของข้อมูล (normal distribution test) : ด้วยสถิติทดสอบ Kolmogonov-Smirnov test

การแปลผล: ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติเมื่อระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05 ($p > 0.05$)

3.7.3 สถิติวิเคราะห์: เมื่อพบว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) จึงทดสอบความต่างของค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุทุกกลุ่ม ด้วยสถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way ANOVA) จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนิ (Bonferroni multiple comparison) เพื่อหากกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยต่างกันต่อไป

การแปลผล: แต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ยต่างกันเมื่อระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$)

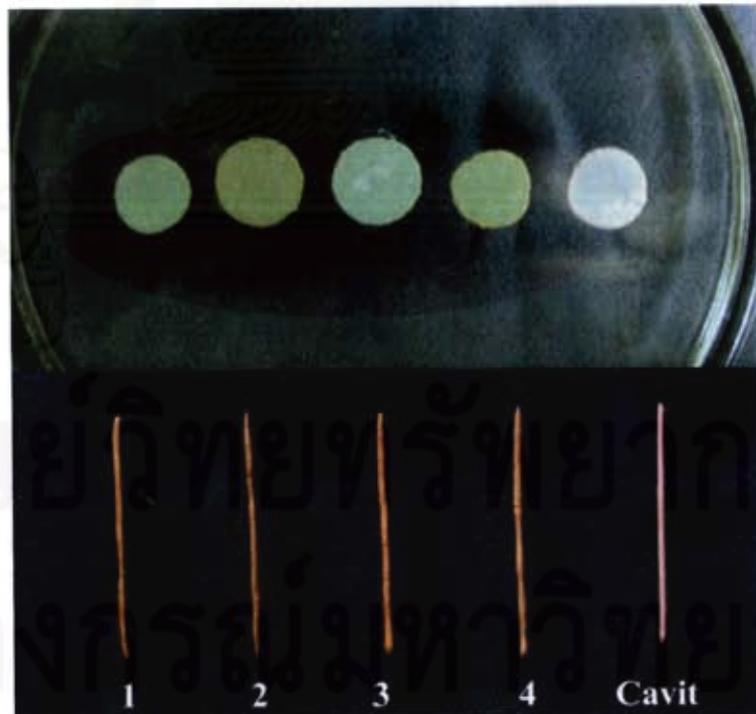
3.7.4 การนำเสนอข้อมูล (data presentation) : นำเสนอข้อมูลในรูปของตารางและแผนภูมิแท่งแสดงผลการทดลองและการเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ลักษณะโดยทั่วไปของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่

จากการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวตามวิธีดังกล่าวจะทำให้ได้วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน มีความเหนียว (consistency) ใกล้เคียงกับเคลวิทคือสามารถครีคเป็นแผ่นบางได้โดยง่าย ไม่ขาดออกจากกันทั้งในสภาวะแห้งและเมื่อสัมผัสน้ำ แสดงให้เห็นว่าวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมใหม่นั้นสามารถทนการอัดรีดจากฟันคู่สบเมื่อมีการบดเคี้ยวก่อนที่วัสดุอุดฟันชั่วคราวจะก่อตัวได้โดยไม่มีการกร่อนหรือยุบเป็นผงออกมา และสามารถปั้นได้ง่าย คือเป็นเส้นยาวได้โดยไม่ขาดออกจากกันได้ดีกว่าเคลวิทแสดงถึงความเหนียวที่พอเหมาะแก่การใช้จุดโพรงฟันได้ง่าย ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ความเหนียวของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมใหม่และเคลวิทเมื่อรับแรงกดรีคและดึงเป็นเส้นยาวโดยไม่ขาดออกจากกัน

หลังจากนำวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวที่เตรียมใหม่ทั้ง 4 สูตรเข้าคู่อบที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้วัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราว ก่อตัวโดยสมบูรณ์แล้วพบว่าวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวที่เตรียมใหม่ทั้ง 4 สูตรมีลักษณะ โดยทั่วไปเช่นเดียวกับเควิต คือมีความเป็นเนื้อเดียวกันและไม่พบรอยร้าว (crazing) เกิดขึ้น ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ชิ้นทดสอบของวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวที่เตรียมใหม่ทั้ง 4 สูตรและเควิตหลังก่อตัว โดยสมบูรณ์

4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อหาร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวที่ เตรียมขึ้นและเควิต ได้ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวจาก น้อยที่สุดถึงมากที่สุดดังนี้ กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 4 และเควิตตามลำดับ โดยพบว่ากลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวน้อยที่สุด เพียงร้อยละ 3.629 +/- 1.039 โดยน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของเควิต ถึง 4 เท่า ซึ่งเควิตมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำถึงร้อยละ 13.455 +/- 1.185 และ กลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคัพฟิ่่นชั่วคราวน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ของร้อยละการสลายในน้ำของเควิต 3 เท่า

พบว่าวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทุกกลุ่มมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าเควิต ซึ่งแสดงว่าวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทุกกลุ่มมีความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) ดี เมื่อนำข้อมูลที่ได้ทุกกลุ่มมาทดสอบการกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov Test แล้วพบว่าค่าร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทุกกลุ่มและของเควิต มีการกระจายแบบปกติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 9 ในภาคผนวก ง

จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่าทุกกลุ่มมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน จึงสามารถใช้สถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบความต่างของทุกกลุ่มต่อไปได้ พบว่าค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นและเควิตนั้น มีอย่างน้อย 1 กลุ่มที่ต่างกันดังตารางที่ 10 ในภาคผนวก ง แสดงว่ามีวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นอย่างน้อย 1 สูตรที่มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ผลการเปรียบเทียบ

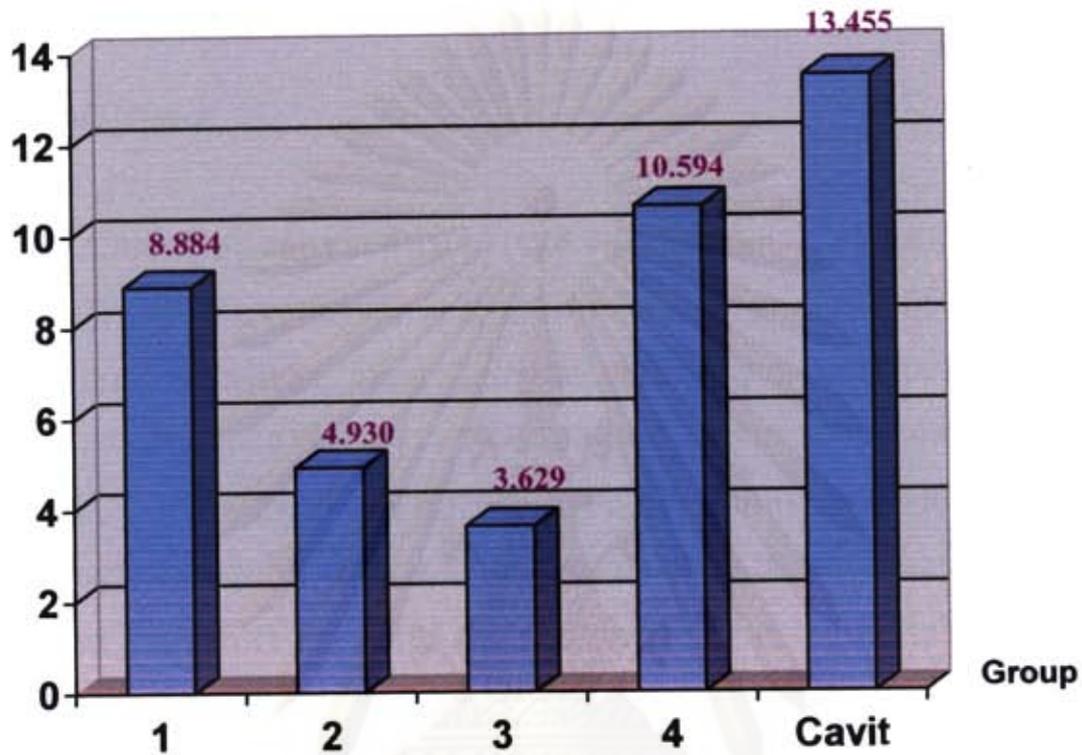
เมื่อทดสอบความต่างของแต่ละกลุ่มโดยสถิติทดสอบการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนิ พบว่าทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของกลุ่มที่ 3 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 น้อยกว่ากลุ่มที่ 1 น้อยกว่ากลุ่มที่ 4 และน้อยกว่าเควิตตามลำดับ ดังตารางที่ 4 ตารางที่ 11 ในภาคผนวก ง และรูปที่ 16

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวทุกกลุ่มเรียงลำดับจากน้อยถึงมาก

วัสดุอุดฟันชั่วคราว	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 4	เควิต
ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำ	3.629*	4.930*	8.884*	10.594*	13.455*
	+/-1.039	+/-1.157	+/-0.789	+/-1.097	+/-1.185

* คือค่าเฉลี่ยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

Mean
Disintegration
(%)



รูปที่ 16 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวแต่ละกลุ่มและเควิต

ศูนย์วิทยุทันตกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การอภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 การอภิปรายผล

ISO เป็นองค์กรระดับนานาชาติ (international nongovernmental organization) ที่มีประเทศสมาชิกกว่า 80 ประเทศ โดยมาตรฐานทางทันตวิศุจน์ใช้มาตรฐาน FDA (Federation dental international) เป็นพื้นฐานในการพัฒนามาเป็นมาตรฐาน ISO ซึ่งสามารถใช้มาตรฐาน ISO เป็นแหล่งอ้างอิงในการทดสอบสมบัติของทันตวิศุจน์ได้⁽¹⁾ การทดสอบความสามารถในการสลายในน้ำนั้นเป็นการทดสอบสมบัติประการหนึ่งของวัสดุอุดฟันชั่วคราวตามเกณฑ์ของ ISO และ ADA เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของวัสดุอุดฟันชั่วคราว โดยในงานวิจัยนี้ใช้น้ำกลั่นจากศูนย์วิจัยทันตวิศุจน์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสารละลายในการแช่ขึ้นทดสอบ โดยที่การใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายในการแช่ขึ้นทดสอบนั้นดีกว่าการแช่ขึ้นทดสอบในสารละลายที่มีสถานะกรดเพราะสารละลายที่มีสถานะกรดจะมีผลทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวมีค่าการสลายมากกว่าการแช่ในสารละลายที่เป็นกลางมาก^{(40),(41)} และการใช้งานจริงในช่องปากนั้นจะอยู่ในสถานะที่เป็นกลางมากกว่า

การทดสอบตามมาตรฐาน ISO 3107:2004 เป็นการวัดการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวในเชิงปริมาณ (quantitative result) ซึ่งมีผู้ทำการวัดการสลายในน้ำของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ ซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ ด้วยวิธีเชิงคุณภาพ (qualitative result) คือนำขึ้นทดสอบที่ผ่านการแช่น้ำตามระยะเวลาที่กำหนดไปส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่เปลี่ยนไปจากก่อนแช่น้ำ แต่พบว่าผลการทดลองที่ได้ไม่สัมพันธ์กันระหว่างผลจากวิธีเชิงปริมาณกับวิธีเชิงคุณภาพ เนื่องจากรูปแบบในการวางขึ้นทดสอบและช่วงเวลาที่แช่ขึ้นทดสอบมีผลต่อลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่เปลี่ยนไปหลังแช่น้ำ⁽⁴²⁾ ในงานวิจัยนี้จึงทดสอบความสามารถในการสลายในน้ำด้วยวิธีเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นวิธีทดสอบที่ได้มาตรฐานเพียงพอการวัดการสลายของวัสดุต่างจากการวัดความสามารถในการละลายของวัสดุ เพราะการ

สลายเป็นกระบวนการที่เกิดการกร่อน (erosion) ของวัสดุ เป็นกระบวนการซับซ้อน (complex phenomenon) เมื่อผ่านการแช่ในสารละลายนั้นๆ แล้วทำเคมีวิเคราะห์ต่อ จะพบว่าวัสดุมีองค์ประกอบทางเคมีต่างไปจากเดิมและพบสารประกอบต่างๆหลุดออกมา จากวัสดุไม่ได้ละลายไปกับสารละลายที่แช่⁽⁴¹⁾ วัสดุอุดฟันชั่วคราวประกอบด้วยสารหลายชนิดดังนั้นการสลายจึงมักเกิดไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งของชั้นทดสอบ ในขั้นตอนการทดลองของงานวิจัยนี้หลังแช่ชั้นทดสอบในน้ำ 24 ชั่วโมงแล้วมีการนำชั้นทดสอบมาล้างน้ำก่อนนำเข้าสู่ดูความชื้น เพื่อเป็นการกำจัดส่วนที่ไม่แตกสลายอยู่ในน้ำ แต่จะติดอยู่ที่ผิวของชั้นทดสอบ (insoluble degraded product) ออกไป เช่นซิงค์ออกไซด์ จะไม่ละลายน้ำแต่ก็จะกร่อนมาอยู่ที่ผิวของชั้นทดสอบได้⁽⁴¹⁾

จากผลการทดลองพบว่าค่าการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่นำพอใจมีเพียงบางสูตรคือสูตรที่ 3, สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟต เสมิไฮเครตต่อซิงค์ออกไซด์ที่ต่างไปจากเควิตเดิม คือถ้าอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์เท่ากับ 1 จะได้ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวสูงกว่าที่อัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์เท่ากับ 2 และ 3 เพราะการแข็งตัวของวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทนี้เกิดจากแคลเซียมซัลเฟต เสมิไฮเครต รวมตัวกับน้ำดังสมการ



แม้ว่าเมื่อพิจารณาคุณค่าความสามารถในการละลายน้ำแล้วซิงค์ออกไซด์จะมีค่าการละลายน้ำต่ำมากที่สุดที่ 0.1 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ในขณะที่แคลเซียมซัลเฟต เสมิไฮเครตจะมีค่าการละลายน้ำที่ 0.24 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตรซึ่งมากกว่าซิงค์ออกไซด์ แต่การวัดการสลายในน้ำในงานวิจัยนี้ไม่ได้เป็นการวัดความสามารถในการละลายของสารเคมีแต่ละตัวแต่เป็นการวัดการสลายในน้ำของสารประกอบหลังก่อตัว โดยซีเมนต์ที่มีซิงค์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบนั้นหลังจากวัสดุก่อตัวเต็มที่แล้วจะมีส่วนเกินของส่วนผงที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยา (unreacted powder particle) ยังอยู่ในเมทริกเกลือ (salt matrix)⁽⁴³⁾ ซึ่งส่วนเกินของส่วนผงนี้ บางส่วนจะสลายออกมาจากเมทริกเกลือหลังผ่านการแช่น้ำได้ เมื่อมีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตมากก็จะมีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตที่ไปรวมตัวกับน้ำมาก ทำให้เกิดเป็นโครงร่างที่แข็งแรงให้แก่สารเคมีตัวอื่นไม่สลายออกมาได้โดยง่าย

สำหรับกลุ่มที่ 4 ซึ่งมีการใช้ซิงค์ออกไซด์มากกว่าแคลเซียมซัลเฟตถึง

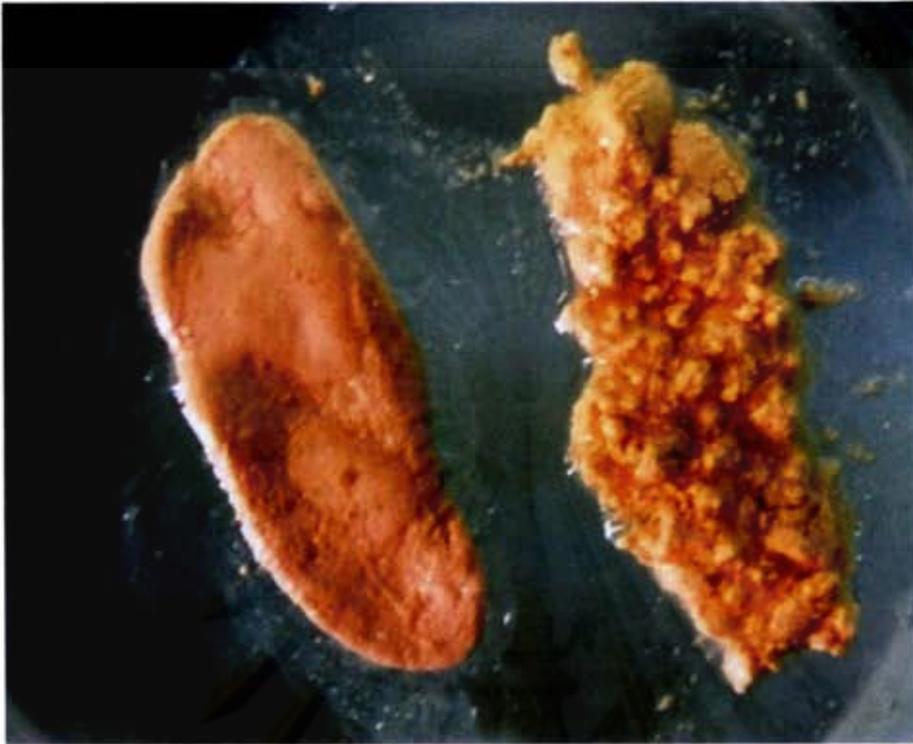
2 เท่า จึงทำให้กลุ่มที่ 4 มีร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคูปินชั่วคราวสูงกว่ากลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 แต่มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต ทั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุจากการที่เควิตจะมีอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์น้อยกว่าที่ใช้ในการเตรียมวัสดุคูปินชั่วคราวในครั้งนี้น่ามาก โดยเควิตมีปริมาณของซิงค์ออกไซด์มากกว่าแคลเซียมซัลเฟตถึง 5-6 เท่า จึงทำให้เควิตมีค่าการสลายในน้ำสูงกว่าวัสดุคูปินชั่วคราวที่เตรียมขึ้นในงานวิจัยนี้มาก

สำหรับกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีการใช้แคลเซียมซัลเฟตปริมาณมากกว่าซิงค์ออกไซด์ถึง 3 เท่าพบร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคูปินชั่วคราวกลุ่มนี้สูงกว่ากลุ่มที่ 3 ซึ่งมีแคลเซียมซัลเฟตมากกว่าซิงค์ออกไซด์เพียง 2 เท่า แสดงให้เห็นว่าการทำให้ได้ร้อยละการสลายในน้ำที่น้อยลงนั้น ไม่เพียงแต่ต้องเพิ่มแคลเซียมซัลเฟตให้มากกว่าซิงค์ออกไซด์เท่านั้นแต่ยังต้องมีอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ที่เหมาะสมด้วย

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในการเตรียมถ้าใส่พอลิเมทิลเมทาคริเลตมากเกินไปจะทำให้ได้วัสดุที่เหนียวมากเกินไป ใช้งานได้ยาก และหลังวัสดุก่อตัวแล้วเมื่อนำไปแช่น้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจะพบคราบลื่นเกาะอยู่ที่ผิวของชิ้นทดสอบซึ่งเกิดจากไดไอโซโนนิลฟทาเลตที่ถูกผลัดออกมา (exude) จากพอลิเมทิลเมทาคริเลต เนื่องจากไดไอโซโนนิลฟทาเลตเป็นพลาสติกไซเซอร์เสริม (secondary plasticizer) ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตจึงมีความสามารถในการผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกับพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้จำกัด ดังนั้นเมื่อมีความเข้มข้นสัมพัทธ์สูง จึงทำให้พลาสติกไซเซอร์เสริมเกิดการแยกออกมาที่ผิวผลิตภัณฑ์ได้⁽³⁶⁾

ถ้าใช้ปริมาณพอลิเมทิลเมทาคริเลตหรือไดไอโซโนนิลฟทาเลตน้อยเกินไปกว่าที่ใช้ จะทำให้ได้วัสดุคูปินชั่วคราวที่มีความเหนียวน้อยลง เมื่อสัมผัสน้ำแล้วกครีคเป็นแผ่นบางจะพบว่าวัสดุแตก ยุ่ย ไม่เกาะเป็นเนื้อเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 17 วัสดุอุดฟันชั่วคราวกลุ่มที่ 1 และวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่ลดปริมาณของพอลิเมทิลเมทาคริเลตลงเมื่อสัมผัสน้ำแล้วกครีต

ผลการทดสอบการสลายในน้ำของเควิตในงานวิจัยนี้ พบว่าเควิตมีร้อยละการสลายในน้ำเป็น 13.455 ± 1.185 ซึ่งต่างจากผลงานวิจัยของ Wideman และคณะ⁽⁴⁾ ที่พบว่าเควิตมีร้อยละการสลายในน้ำเป็น 9.73 ± 0.04 และผลงานวิจัยของ Ono และคณะ⁽²⁸⁾ พบว่าเควิตมีร้อยละการสลายในน้ำเป็น 1.81 ± 0.05 ซึ่งงานวิจัยของ Ono และคณะใช้เควิต จี ในการทดสอบ ใช้ชิ้นตัวอย่างเพียง 3 ชิ้นเท่านั้น ไม่มีการกำหนดอุณหภูมิของน้ำอุ่นที่ชัดเจนตลอดการแช่ชิ้นทดสอบ 24 ชั่วโมง และไม่มีการกำหนดขนาดชิ้นตัวอย่างที่ชัดเจนซึ่งในงานวิจัยนี้ดำเนินการทดลองโดยดัดแปลงมาจากมาตรฐาน ISO 3107:2004 ดังที่ได้กล่าวมา ใช้จำนวนตัวอย่างถึง 20 ชิ้นต่อกลุ่มและผลการทดลองจากทุกกลุ่มมีการกระจายแบบปกติจึงเป็นผลการทดลองที่น่าเชื่อถือกว่า ส่วนงานวิจัยของ Wideman และคณะนั้นพบข้อบกพร่องคือไม่บอกขนาดกลุ่มตัวอย่างและวิธีทดสอบที่ชัดเจน นอกจากนั้นเควิตที่ใช้ในงานวิจัยของ Wideman และคณะนั้นมีองค์ประกอบบางชนิดที่ไม่พบในเควิตปัจจุบันคือ ไกลคอล อะซิเตท (glycol acetate),

พอลิไวนิล คลอไรด์ อะซิเตท (polyvinyl chloride acetate) และไตรเอทานอลามีน (triethanolamine) ซึ่งองค์ประกอบที่ต่างไปนี้ น่าจะทำให้ผลการทดสอบเพื่อหาค่าร้อยละการสลายในน้ำของควิตมีค่าที่ต่างกันกับงานวิจัยครั้งนี้

5.2 สรุปผลการวิจัย

จากการเตรียมวัสดุคุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตขึ้นใหม่โดยปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ให้ต่างกันเป็น 4 สูตรแล้วทดสอบค่าการสลายในน้ำเปรียบเทียบกับควิตซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมในงานวิจัยนี้พบว่า

1. ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคุดฟันชั่วคราวที่เตรียมทั้ง 4 สูตรมีค่าดังนี้ 8.884 +/- 0.789, 4.930 +/- 1.157, 3.629 +/- 1.039 และ 10.594 +/- 1.097 ซึ่งทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
2. ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคุดฟันชั่วคราวสูตรที่ 3 น้อยกว่าสูตรที่ 2 น้อยกว่าสูตรที่ 1 น้อยกว่าสูตรที่ 4 และน้อยกว่าควิตตามลำดับและทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเป็นงานวิจัยเบื้องต้นจึงทดสอบสมบัติของวัสดุคุดฟันชั่วคราวเพียงประการเดียว เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานจริงได้ควรทดสอบสมบัติเพิ่มเติมได้แก่

1. ระยะเวลาก่อตัว (setting time)
2. ความทนแรงดึง (tensile strength)
3. ความทนแรงอัด
4. การรั่วซึม
5. ความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ (biocompatibility)
6. การวัดการสลายของวัสดุคุดฟันชั่วคราวชนิดนี้ในระยะเวลาที่นานขึ้นตามการใช้งานจริงในช่องปาก
7. การวัดการสลายของวัสดุคุดฟันชั่วคราวในสถานะที่ pH ต่างๆ

รายการอ้างอิง

- (1) Anusavice, K. J. 1996. Phillips' science of dental materials. 10 th ed. ISBN 0721657419. Philladelphia: W.B. Saunders Company.
- (2) Webber, R. T., Del Rio, C. E., Brady, J. M., and Segall, R. O. 1978. Sealing quality of a temporary filling material. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology 46: 123-130.
- (3) Jacquot, B. M., Panighi, M. M., Steinmetz, P., and G'Sell, C. 1996. Microleakage of Cavit, Cavit W, Cavit G and IRM by impedance spectroscopy. International Endodontic Journal 29: 256-261.
- (4) Widerman, F. H., Eames, W. B., and Serene, T. P. 1971. The physical and biologic properties of Cavit. Journal of American Dental Association 82: 378-382.
- (5) Naoum, H. J., and Chandler, N. P. 2002. Temporization for endodontics. International Endodontic Journal 35: 964-978.
- (6) Swanson K, Madison S. 1987. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. Journal of Endodontics 13: 56-59.
- (7) Osvaldo, Z., Gladys, B., and Cornelis, H. P. 2004. Coronal microleakage of three temporary restorative materials: An *in vitro* study. Journal of Endodontics 30: 582-584.
- (8) 3 M Company. 2006. Material safety data sheet[online]. (n.d.). Available from: <http://www.msds.com> [2007, November 10]
- (9) Oppenheimer, S., and Rosenberg, P. A. 1979. Effect of temperature change on the sealing properties of Cavit and Cavit G. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology 48: 250-253.

- (10) Oimsted, J. S., Buttler, T. K., and Gregory, W. B. 1977. Surface softening of temporary cements after contact with endodontic medicaments. Journal of Endodontics 9: 342-346.
- (11) Lamers, A. C., Simon, M., and Van Mullem, P. J. 1980. Microleakage of Cavit temporary filling material in endodontic access cavities in monkey teeth. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology 49: 541-543.
- (12) Marosky, J. E., Patterson, S. S., and Swartz, M. 1977. Marginal leakage of temporary sealing materials used between endodontic appointments and assessed by calcium 45: an *in vitro* study. Journal of Endodontics 3: 110-113.
- (13) Mayer, T., and Eickholz, P. 1997. Microleakage of temporary restorations after thermocycling and mechanical loading. Journal of Endodontics 23: 320-322.
- (14) Tamse, A., Ben-Amar, A., and Gover, A. 1982. Sealing properties of temporary filling materials used in endodontics. Journal of Endodontics 8: 322-325.
- (15) Barkhordar, R. A., and Stark, M. M. 1990. Sealing ability of intermediate restorations and cavity design used in endodontics. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology 69: 99-101.
- (16) Pashley, E. L., Tao, L., and Pashley, D. H. 1988. The sealing properties of temporary filling materials. The Journal of Prosthetic Dentistry 60: 292-296.
- (17) Lee, Y. C., Yang, S. F., Hwang, Y. F., Chueh, L. H., and Chung, K. H. 1993. Microleakage of endodontic restorative materials. Journal of Endodontics 19: 516-520.
- (18) Anderson, R. W., and Pashley, D. H. 1990. Microleakage of temporary endodontic restorations in teeth restored with amalgam. Journal of Endodontics 16: 1-4.

- (19) Freidmann, S., Shani, J., Stabholz, A., and Kaplawi, J. 1986. Comparative sealing ability of temporary filling materials evaluated by leakage of radiosodium. International Endodontic Journal 19: 187-193.
- (20) Bruno, M. J., Marc, M. P., and Pierre, S. 1996. Evaluation of temporary restorations' microleakage by means of electrochemical impedance measurements. Journal of Endodontics 22: 586-289.
- (21) Arantza, U., Jean, Y. B., Samir, E., Eric, P., and Caplota, P. 1999. A comparative study of four coronal obturation materials in endodontic treatment. Journal of Endodontics 25: 178-180.
- (22) Deveaux, E., Hildelbert, P., Neut, C., Boniface, B., and Romond, C. 1992. Bacterial microleakage of Cavit, IRM, and TERM. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology 74: 634-643.
- (23) Balto, H. 2002. An assessment of microbial coronal leakage of temporary filling materials in endodontically treated teeth. Journal of Endodontics 28: 762-764.
- (24) Going, R. E. 1972. Microleakage around dental restoration: a summarizing review. Journal of American Dental Association 87: 1349-1357.
- (25) Parris, L., Kapsimalis, P., Cobe, H., and Evans, R. 1964. The effect of temperature change on the sealing properties of temporary filling materials: Part II. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology 17: 771-778.
- (26) Devaux, E., Hildelbert, P., Neut, C., and Romond, C. 1999. Bacterial microleakage of Cavit, IRM, TERM and Fermit A 21-day *in vitro* study. Journal of Endodontics 25: 653-659.
- (27) Cruz, E. V., Shigetani, Y., Ishikawa, K., Kota, K., Iwaku, M., and Goodis, H. E. 2003. A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials. International Endodontic Journal 35: 315-320.
- (28) Ono, K., and Matsumoto, K. 1992. The physical properties of a new sealing cement. International Endodontic Journal 25: 130-133.

- (29) เจน รัตนไพศาล. 2533. ทันตวัสดุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- (30) Wikipedia contributors. 2007. Wikipedia, The Free Encyclopedia[online]. (n.d.). Available from: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Zinc_oxide&oldid [2007, November 20]
- (31) Wikipedia contributors. 2007. Wikipedia, The Free Encyclopedia[online]. (n.d.). Available from: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Barium_sulfate&oldid [2007, November 20]
- (32) Wikipedia contributors. 2007. Wikipedia, The Free Encyclopedia[online]. (n.d.). Available from: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Zinc_sulfate&oldid [2007, November 20]
- (33) Exxon Mobil Chemical Company. 2001. Material safety data sheet[online]. (n.d.). Available from: <http://www.msds.com> [2007, November 10]
- (34) Jayflex DINP Plasticizer. 2005. Material safety data sheet[online]. (n.d.). Available from: <http://www.msds.com> [2007, November 10]
- (35) Hall, M., Matthews, A., Webley, L., and Harling, R. 2000. Effects of di-isononyl phthalate (DINP) on peroxisomal markers in the marmoset-DINP is not a peroxisome proliferator. Toxicological Sciences 56: 181-188
- (36) George, P. J., et al. 2000. Effects of Di-isononyl Phthalate, Di-2-ethylhexyl Phthalate, and Clofibrate in Cynomolgus Monkeys. Toxicological Sciences 24: 237-244.
- (37) Butala, J. H., Kaufmann, W., Deckardt, K., McKee, R. H., and Bahnemann, R. 2002. Tumor induction in mouse liver: di-isononyl phthalate acts via peroxisome proliferation. Regulatory Toxicology and Pharmacology 36:175-183

- (38) Wikipedia contributors. 2006. Wikipedia, The Free Encyclopedia[online]. (n.d.). Available from: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=PMMA&oldid> [2007, November 20]
- (39) อรอุษา สรวารี. 2546. สารเติมแต่งพอลิเมอร์. เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (40) Wilson, A. D., Abel, G. and Levis, B. G. 1976. The solubility and disintegration test for zinc phosphate cement: the use of small specimens. Journal of Dentistry 4: 28-32.
- (41) Wilson, A. D. 1976. Specification test for the solubility and disintegration of dental cements: a critical evaluation of its meaning. Journal of Dental Research 55: 721-729.
- (42) Kaplan, A. E., Goldberg, F., Artaza, L. P., Silvio, A. and Macchi, R. L. 1997. Disintegration of endodontic cements in water. Journal of Endodontics 23: 439-441
- (43) Noot, R.V. 1994. Introduction to dental materials. ISBN 0723419639. Spain: Mosby.



ภาคผนวก

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยชื่อ ไดไอโซโนนิลฟทาเลต

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

I. IDENTIFICATION

PRODUCT NAME : DI-ISONONYL PHTHALATE

COMMON NAME : 1,2-benzendicarboxylic acid diisononyl ester (DINP)

FORMULA : $C_{26}H_{44}O_4$

DOT HAZARD CLASS : Not Applicable

UN/NA NO. : Not Available

DOT SHIPPING NAME : Not Applicable

II. INGREDIENTS AND RECOMMENDED OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS

COMPONENT	% wt	CAS NO	HAZARD DATA
DI-ISONONYL PHTHALATE	>99.5	28553-12-0	Generally recognized as a low potential hazard

III. PHYSICAL DATA

BOILING POINT 760mmHg 403°C *SPECIFIC GRAVITY* 0.974 (20°C)*Freezing POINT* -40°C (Lower than) *VOLATILE* Negligible*VAPOR PRESSURE* 5mmHg(247.8°C) *pH* Not Applicable*VAPOR DENSITY* 14.4 *SOLUBILITY IN WATER* Negligible*APPEARANCE AND ODOR* Nearly odorless, clear liquid*EVAPORATION RATE* Not volatile

IV. FIRE AND EXPLOSION HAZARD DATA

FLASH POINT 235°C *FLAMMABLE LIMITS* 0.1 Vol.% *UEL:* 0.13 Vol.%*EXTINGUISHING MEDIA:* dry chemicals, foams, carbondioxide*SPECIAL FIRE FIGHTING PROCEDURES:* Firefighters should wear proper protective equipment and self contained breathing apparels with full facepiece operated container cool.*UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS:* Keep away from heat, sparks and open flame.

Close containers exposed to heat may explode. Contact with strong oxidizers may cause fire.

V. REACTIVITY DATA

STABILITY: Stable *CONDITION TO AVOID:* Excessive heat & Ignition sources

INCOMPATIBILITY: Oxidizing material

HAZARDOUS DECOMPOSING PRODUCTS: Oxide of carbon

HAZARDOUS POLYMERIZATION: Will not occur

CONDITION TO AVOID: None

VI. SPILL OR LEAK PROCEDURES

STEP TO BE TAKEN IN CASE MATERIAL IS RELEASE: Absorb with inert materials (sand etc.)

Sweep or scoop up and put in disposal containers. Prevent liquid from entering sewers, watercourses, or lower spaces.

WASTE DISPOSAL METHOD: Dispose in accordance with all applicable federal, state, and local environmental regulations.

VII. HEALTH HAZARD DATA :

EFFECT OF OVER EXPOSURE : eye contact, skin contact

INHALATION : DINP is not volatile at the normal temperature. Mists or fumes from excessive heating may cause nausea, vomiting and eyes, nose, throat and respiratory tract irritation. Low acute toxicity.

EYE CONTACT : Liquid, vapors and mists may irritate eyes.

SKIN CONTACT : irritation is likely after brief contact but may be irritating. Low acute toxicity.

INGESTION : Low acute toxicity.

CHRONIC TOXICITY : No information is available.

CARCINOGENECITY NTP : NO *IARC Monographs :* NO *OSHA:* Regulated: No

ACUTE Toxicity(LD₅₀ ORAL) rat>50g/kg mouse>21.5g/kg guinea pig>21.5g/kg

EMERGENCY AND FIRST AID PROCEDURE:

INGESTION : if swallowed. Induce vomiting. If conscious. Keep at rest. Never give anything by mouth to an unconscious person. Get prompt medical attention.

INHALATION : In case of exposure to high contact of vapor/mists remove to fresh air. Restore breathing. Get medical attention.

SKIN CONTACT : In case of contact with skin , wash with soap and water.

EYE CONTACT : For eyes, Flush with plenty of water for at least 15 minutes and seek medical attention.

VIII.SPECIAL PROTECTION INFORMATION

RESPIRATORY: None required in normal use. Use air supplied mask if used in confined area.

PROTECTIVE GLOVES: Rubber gloves.

EYE CONTACT : Goggles or side-shield spectacles.

VENTILATION: The use of local Exhaust ventilation is recommended to control emissions near the source. General dilution ventilation may assist with the reduction of air contaminant concentrations.

OTHER PROTECTIVE EQUIPMENT: Emergency eye wash stations and deluge safety showers should be available in the work area.

IX.SPECIAL PRECAUTIONS

PRECAUTIONS TO BE TAKEN IN HANDLING AND STORAGE: DINP is easy to absorb water. Therefore, it should avoid contacting humidity atmosphere during storage or transportation. Indoor keeping with room temperature.

OTHER COMMENTS : No special comment. To decrease side reaction, the transportation temperature should be kept under 120°C

South City Petrochem Co.,Ltd.
99/1 moo.8, Main Road No.3191.,
Tambol MabKha, Branch District
Nikom Pattana, Rayong 21180
Tel.(038) 968546-9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ร้อยละการสลายในน้ำและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่ขึ้น
ทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO 3107:2004 และวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ตารางที่ 5 ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคูก้อนฟันชั่วคราวเมื่อแช่ขึ้นทดสอบตามวิธี
มาตรฐาน ISO 3107:2004 และวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้

group	m1	m2	disintegration (%)	group	m1	m2	disintegration (%)
1	1.556	1.491	4.17	2	1.447	1.382	4.49
1	1.438	1.359	5.49	2	1.435	1.361	5.15
1	1.427	1.364	4.41	2	1.502	1.436	4.39
1	1.500	1.423	5.13	2	1.436	1.369	4.66
1	1.437	1.364	5.08	2	1.443	1.371	5.05
1	1.516	1.441	4.94	2	1.536	1.469	4.36
1	1.425	1.357	4.77	2	1.463	1.391	4.92
1	1.432	1.360	5.02	2	1.520	1.446	4.86
1	1.477	1.406	4.80	2	1.467	1.385	5.58
1	1.452	1.382	4.82	2	1.432	1.361	4.95
Mean +/- SD			4.863 +/- 0.371				4.841 +/- 0.379

1 คือ กลุ่มที่แช่ขึ้นทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO 3107:2004 โดยแช่แช่ขึ้นทดสอบสอง
ชั้นในโหลเดียวกัน ปริมาณน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

2 คือ กลุ่มที่แช่ขึ้นทดสอบตามวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยแช่แช่ขึ้นทดสอบสิบชั้นในโหล
เดียวกัน ปริมาณน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร

m1 คือ น้ำหนักขึ้นทดสอบก่อนแช่น้ำกลั่น

m2 คือ น้ำหนักขึ้นทดสอบหลังแช่น้ำกลั่น 24 ชั่วโมงแล้วผ่านการอบแห้งจนน้ำหนักคงที่

ตารางที่ 6 แสดงผลทดสอบการกระจายของข้อมูลร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่จั้น
ทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO 3107:2004 และวิธีที่ใช้ในงานวิจัย

GROUP		DISINTEGRATION
Immerse2specimens/jar	N	10
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	4.8630
		Std. Deviation
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.201
		Positive
		Negative
		Kolmogorov-Smirnov Z
		Asymp. Sig. (2-tailed)
Immerse20specimens/jar	N	10
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	4.8410
		Std. Deviation
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.123
		Positive
		Negative
		Kolmogorov-Smirnov Z
		Asymp. Sig. (2-tailed)

* คือ ข้อมูลร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่จั้นทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO 3107:2004
และวิธีที่ใช้ในงานวิจัย มีการกระจายแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05

ตารางที่ 7 แสดงผลสถิติทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่
ชั้นทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO 3107:2004 และวิธีที่ใช้ในงานวิจัย

	Levene's Test for Equality of Variance		t-test for Equality of mean					95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tail)	Mean Difference	SD Difference	Lower	Upper
DISINTEG									
Equal variances assumed	.053	.820	.131	18	.897 *	.0220	.16788	-.3307	.3747
Equal variances not assumed			.131	17.9	.897	.0220	.16788	-.3307	.3747

* คือ ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำเมื่อแช่ชั้นทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO
3107:2004 และวิธีที่ใช้ในงานวิจัยไม่ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคุดฟันชั่วคราวทั้ง 4 สูตรและเควิต

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนและหลังแช่น้ำกลั่น ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุคุดฟันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต

group	m1	m2	disintegration (%)	group	m1	m2	disintegration (%)
1	1.626	1.500	7.74	2	1.393	1.321	5.16
1	1.664	1.514	9.01	2	1.518	1.458	3.95
1	1.576	1.447	8.18	2	1.308	1.209	7.56
1	1.549	1.396	9.87	2	1.549	1.461	5.68
1	1.813	1.674	7.66	2	1.369	1.303	4.82
1	1.703	1.566	8.04	2	1.450	1.352	6.75
1	1.747	1.584	9.33	2	1.558	1.494	4.09
1	1.749	1.577	9.83	2	1.405	1.336	4.91
1	1.568	1.423	9.24	2	1.494	1.437	3.81
1	1.350	1.223	9.40	2	1.430	1.357	5.10
1	1.626	1.496	7.99	2	1.428	1.336	6.44
1	1.598	1.464	8.38	2	1.456	1.406	3.40
1	1.464	1.327	9.35	2	1.536	1.462	4.81
1	1.652	1.482	10.29	2	1.407	1.345	4.40
1	1.482	1.352	8.77	2	1.277	1.206	5.55
1	1.575	1.439	8.63	2	1.452	0.967	3.34
1	1.466	1.319	10.03	2	1.503	1.417	5.71
1	1.740	1.586	8.85	2	1.513	1.436	5.08
1	1.546	1.406	9.05	2	1.472	1.400	4.91
1	1.600	1.471	8.06	2	1.526	1.478	3.14

Mean +/- SD of group 1 = 8.884 +/-0.789

Mean +/- SD of group 2 = 4.930 +/- 1.157

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักขึ้นทดสอบก่อนและหลังแช่น้ำกลั่น ร้อยละการสลายในน้ำของ วัสดุอุดฟันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต (ต่อ)

group	m1	m2	disintegration (%)	group	m1	m2	disintegration (%)
3	1.450	1.396	3.72	4	1.706	1.513	11.31
3	1.504	1.452	3.45	4	1.726	1.514	12.32
3	1.430	1.351	5.59	4	1.661	1.471	11.42
3	1.455	1.406	3.36	4	1.648	1.476	10.43
3	1.409	1.340	4.89	4	1.817	1.664	8.42
3	1.522	1.469	3.48	4	1.812	1.605	11.41
3	1.501	1.453	3.19	4	1.746	1.583	9.33
3	1.537	1.481	3.64	4	1.733	1.575	9.15
3	1.340	1.271	5.14	4	1.681	1.492	11.24
3	1.419	1.376	3.03	4	1.822	1.603	12.01
3	1.452	1.400	3.58	4	1.740	1.553	10.74
3	1.447	1.409	2.62	4	1.638	1.490	9.03
3	1.439	1.399	2.77	4	1.697	1.541	9.19
3	1.405	1.382	1.63	4	1.630	1.438	11.87
3	1.415	1.377	2.68	4	1.747	1.557	10.97
3	1.310	1.234	5.14	4	1.626	1.452	10.71
3	1.489	1.423	4.43	4	1.674	1.483	11.40
3	1.448	1.411	2.55	4	1.817	1.624	10.62
3	1.333	1.271	4.65	4	1.741	1.555	10.79
3	1.479	1.434	3.04	4	1.638	1.477	9.82

Mean +/- SD of group 3 = 3.629 +/-1.039

Mean +/- SD of group 4 =10.594 +/-1.097

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนและหลังแช่น้ำกลั่น ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต (ต่อ)

group	m1	m2	disintegration (%)
Cavit	1.985	1.745	12.11
Cavit	1.563	1.358	13.11
Cavit	1.845	1.575	14.66
Cavit	1.725	1.471	14.72
Cavit	1.907	1.626	14.73
Cavit	1.986	1.727	15.05
Cavit	2.008	1.735	13.57
Cavit	1.847	1.592	13.80
Cavit	2.024	1.748	13.65
Cavit	1.935	1.674	13.50
Cavit	1.536	1.344	12.50
Cavit	1.732	1.488	14.08
Cavit	1.915	1.674	12.58
Cavit	1.445	1.238	14.32
Cavit	1.901	1.618	14.88
Cavit	1.946	1.709	12.17
Cavit	1.732	1.581	8.71
Cavit	1.903	1.697	10.82
Cavit	2.090	1.829	12.48
Cavit	1.917	1.655	13.66

Mean +/- SD of Cavit = 13.455 +/- 1.185

ภาคผนวก ง

ตารางผลการทดสอบทางสถิติของวัสดุอุกหินชั่วคราว 4 สูตรและเควิต

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุกหินชั่วคราว 4 สูตรและเควิต โดยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov test

GROUP		DISINTEGRATION
Group 1	N	20
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	8.884
		Std. Deviation
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.114
		Positive
		Negative
		Kolmogorov-Smirnov Z
		Asymp. Sig. (2-tailed)
Group 2	N	20
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	4.930
		Std. Deviation
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.121
		Positive
		Negative
		Kolmogorov-Smirnov Z
		Asymp. Sig. (2-tailed)

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุ
 อุดฟันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต โดยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov test (ต่อ)

GROUP		DISINTEGRATION
Group 3	N	20
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	3.629
		Std. Deviation
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.165
		Positive
		Negative
		Kolmogorov-Smirnov Z
		Asymp. Sig. (2-tailed)
Group 4	N	20
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	10.594
		Std. Deviation
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.159
		Positive
		Negative
		Kolmogorov-Smirnov Z
		Asymp. Sig. (2-tailed)

ศูนย์วิจัยทันตวิทยา
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต โดยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov test (ต่อ)

GROUP		DISINTEGRATION
Cavit	N	20
	Normal	Mean
	Parameters(a,b)	13.455
		Std. Deviation
		1.1856
	Most Extreme	Absolute
	Differences	.095
		Positive
		.085
		Negative
	-.095	
	Kolmogorov-Smirnov Z	.426
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.993*

* คือ ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวทั้ง 4 สูตรและเควิต มีการกระจายแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงผลสถิติทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของ
วัสดุคูปันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต โดยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1306.986	4	326.746	288.964	.000*
Within Groups	107.422	95	1.131		
Total	1414.407	99			

* คือ วัสดุคูปันชั่วคราวอย่างน้อย 1 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราว 4 สูตรและเควิต โดยสถิติทดสอบการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนินิ

statistic	(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni	gr1	gr2	3.9535	.33627	.000*	2.9870	4.9200
		gr3	5.2550	.33627	.000*	4.2885	6.2215
		gr4	-1.7100	.33627	.000*	-2.6765	-.7435
		cavit	-4.5710	.33627	.000*	-5.5375	-3.6045
	gr2	gr1	-3.9535	.33627	.000*	-4.9200	-2.9870
		gr3	1.3015	.33627	.002*	.3350	2.2680
		gr4	-5.6635	.33627	.000*	-6.6300	-4.6970
		cavit	-8.5245	.33627	.000*	-9.4910	-7.5580
	gr3	gr1	-5.2555	.33627	.000*	-6.2215	-4.2885
		gr2	-1.3015	.33627	.002*	-2.2680	-.3350
		gr4	-6.9650	.33627	.000*	-7.9315	-5.9985
		cavit	-9.8260	.33627	.000*	-10.7925	-8.8595
	gr4	gr1	1.7100	.33627	.000*	.7435	2.6765
		gr2	5.6635	.33627	.000*	4.6970	6.6300
		gr3	6.9650	.33627	.000*	5.9985	7.9315
		cavit	-2.8610	.33627	.000*	-3.8275	-1.8945
cavit	gr1	4.5710	.33627	.000*	3.6045	5.5375	
	gr2	8.5245	.33627	.000*	7.5580	9.4910	
	gr3	9.8260	.33627	.000*	8.8595	10.7925	
	gr4	2.8610	.33627	.000*	1.8945	3.8275	

* คือกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาง สุพัชรา บุญยวีร์ เกิดที่จังหวัด นครปฐม เมื่อวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2523 สัญชาติ ไทย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2546 จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัจจุบันรับราชการตำแหน่ง ทันตแพทย์ ระดับ 5. โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชองค์ที่ 17 จังหวัด สุพรรณบุรี ตั้งแต่ ปี พ.ศ 2549 และลาราชการมาศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย