

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพขั้นพื้นฐานบางประการของวัสดุฐานฟีนอลอมชนิดไนลอน
เปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน



นางสาว อารียา ปันยารชุน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2399-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE STUDY OF SOME BASIC PHYSICAL PROPERTIES OF NYLON DENTURE BASE
COMPARED WITH HEAT CURED ACRYLIC RESIN

Miss Areeya Panyarjun

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 2005

ISBN 974-53-2399-3

481990

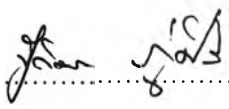
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพขั้นพื้นฐานบางประการของวัสดุฐาน
พินปลอมชนิดในลอนเปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความ
ร้อน

โดย นางสาวอารีญา ปันยารชุน

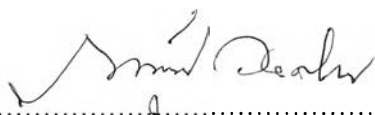
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์

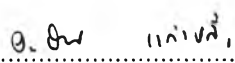
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. อรพินท์ แก้วปลั่ง

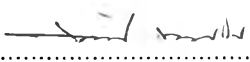
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับ
นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

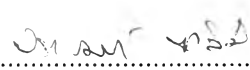

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุตติมา ภูศิริ)

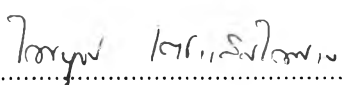
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. อรพินท์ แก้วปลั่ง)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สรรพชัญ นามะโน)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ปรารมภ์ ชาลิม)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ไพบูลย์ เตชะเลิศไพศาล)

อารียา ปันยารชุน : การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพชั้นพื้นฐานบางประการของวัสดุฐานฟัน
 ปลอมชนิดไนลอนเปรียบเทียบกับเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน (THE STUDY OF
 SOME BASIC PHYSICAL PROPERTIES OF NYLON DENTURE BASE COMPARED WITH
 HEAT CURED ACRYLIC RESIN) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทญ.ดร.อรพินท์
 แก้วปลั่ง, 152 หน้า. ISBN 974-53-2399-3.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพชั้นพื้นฐานบางประการของวัสดุฐานฟันปลอมไนลอน
 เปรียบเทียบกับ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 มี 2 การทดสอบย่อย ส่วนที่ 1
 ทดสอบกำลังดัดขวาง พบว่าไนลอนไม่มีการแตกหักหลังการทดสอบ ในขณะที่เรซินอะคริลิก มีการแตกหัก สำหรับค่า
 โมดูลัสการโค้งงอของไนลอนมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และ ส่วนที่ 2 ทดสอบความต้านทานแรงดึง พบว่าค่า
 เฟอร์เซนต์การยืดตัวของไนลอนสูงกว่าแต่ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำกว่า เรซินอะคริลิกอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับตอนที่
 2 แบ่งเป็น 3 การทดสอบย่อย คือส่วนที่ 1 ทดสอบการเปลี่ยนสีของไนลอนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น สีนํ้าเงิน สีแดง สีเหลือง ซา
 กาแฟ นาน 1 อาทิตย์ 2 อาทิตย์ 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือน และ 6 เดือนตามลำดับ พบว่าไนลอนมีการเปลี่ยนสีเพิ่มมาก
 ขึ้นเมื่อแช่ในกาแฟ ซา สีเหลือง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$ เมื่อเทียบกับเรซินอะคริลิก โดยไนลอน จะติดสีของ
 กาแฟเข้มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่อาทิตย์แรกจนจบการศึกษา รองลงมาคือ ซา สีเหลือง สีแดง น้ำกลั่น สีนํ้าเงิน
 ตามลำดับ ส่วนเรซินอะคริลิกจะติดสีชาเข้มมากที่สุดตั้งแต่เดือนที่ 1 จนจบการศึกษา รองลงมาคือสีเหลือง กาแฟ น้ำ
 กลั่น สีแดง และ สีนํ้าเงิน ตามลำดับ ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบความแข็งผิวเฉลี่ย ก่อนและหลังแช่ ชิ้นงานทั้งสองวัสดุใน
 สารละลายบัฟเฟอร์ที่มี pH= 3, 5, 7 และน้ำดื่ม นาน 23 วัน พบว่าไนลอนที่ผ่านขบวนการขัดแต่งมีความแข็งผิวต่ำ
 กว่าเรซินอะคริลิก และเมื่อแช่ในทุกสารละลายค่าความแข็งผิวหลังแช่ของเรซินอะคริลิกเพิ่มมากกว่าไนลอน โดยเรซิน
 อะคริลิกที่แช่ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH=5 มีค่าความแข็งผิวเพิ่มมากขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับไนลอนที่แช่ใน
 สภาวะเดียวกัน ส่วนที่ 3 ทดสอบความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมดก่อนแช่และหลังแช่ชิ้นงานทั้งสองวัสดุในสารละลาย
 บัฟเฟอร์ที่มี pH= 3, 5, 7 และน้ำดื่ม นาน 23 วัน พบว่าเรซินอะคริลิกหลังแช่ทุกสารละลายบัฟเฟอร์มีความหยาบเพิ่ม
 มากขึ้น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ไนลอนมีความหยาบเพิ่มมากขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
 โดยไนลอนที่แช่สารละลายบัฟเฟอร์ pH = 3 มีค่าความหยาบสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ
 กลุ่มที่แช่สารละลายบัฟเฟอร์ pH = 7 และน้ำดื่มที่ $p < 0.05$

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
 สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์
 ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อผู้จัดทำ..... อริยา อารียา
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ.อรพินท์ แก้วปลั่ง

4676134732 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD : NYLON / DENTURE BASE / ACRYLIC RESIN / PHYSICAL PROPERTIES

AREEYA PANYARJUN : THE STUDY OF SOME BASIC PHYSICAL PROPERTIES OF NYLON DENTURE BASE COMPARED WITH HEAT CURED ACRYLIC RESIN. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ORAPIN KAEWPLUNG, D.D.S., Ph.D. 152 pp. ISBN 974-53-2399-3.

The purpose of research is to study some basic physical properties of denture bases of nylon in comparison with those of heat cured acrylic resin. It is divided into 2 parts consisting of 2 minor tests. The first test is for flexural strength. It was found that no breakage occur in nylon, while acrylic resin broke. For flexural modulus, nylon had smaller value significantly. The second test is for tensile strength. It was found that the percentage elongation at break of nylon was higher than that of acrylic resin but lower tensile strength significantly. For the second part, it was divided into 3 tests. The first test is to observe color changes of nylon immersing in distilled water, blue, red, yellow, tea and coffee for 1, 2 weeks, and 1, 2, 3 and 6 months respectively. It was found that nylon had greater color changes when immersing in coffee, tea and yellow with significant $p < 0.05$ comparing with acrylic resin. Nylon had color change strongly in coffee significantly from the first week to the end of the study. Next reducing color changes were those immersed in tea, yellow, red, distilled water and blue respectively. Acrylic resin had greatest color change in tea from the first month until the end of the study. Next reducing color changes were in yellow, coffee, distilled water, red, and blue respectively. The second test is to measure average surface hardness before and after immersing specimens of both materials in buffered solution with $pH = 3, 5, 7$ and drinking water for 23 days. It was found that polished nylon had lower surface hardness than those of acrylic resin and when immersed in every solutions surface hardness of acrylic resin increased more than those of nylon. Acrylic resin immersing in $pH = 5$ buffered solution had greater increased of surface hardness significantly comparing with nylon under the same condition. The third test is to measure average total surface roughness before and after immersing specimens of both materials in buffered solution with $pH = 3, 5, 7$ buffered solution and drinking water for 23 days. It was found that acrylic resin after immersing in every buffered solution had increased roughness insignificantly. Nylon immersing in buffered solution with $pH = 3$ had the maximum roughness with significant difference comparing with specimens immersing in buffered solution with $pH = 7$ and drinking water at $p < 0.05$.

Department of Prosthodontics

Field of study Prosthodontics

Academic year 2005

Student's signature.....
Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้ ถ้าปราศจากความช่วยเหลือและการดูแลเอาใจใส่ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. อรพินท์ แก้วปลั่ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ทำให้การดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ มีความสะดวกราบรื่น และมีประสิทธิภาพตลอดการทำงานในครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาทางด้านสถิติในการวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ทันตแพทย์ ดร. สุจิต พูลทอง ที่ได้ติดต่อแก้ไขเครื่องวัดสีให้ ขอขอบพระคุณคุณวินัย อุนธูโร ที่ได้ผลิตขึ้นตัวอย่างเรซินอะคริลิก และขอขอบพระคุณคุณสมยศ เพิ่มมงคล ที่ได้ให้คำปรึกษาในการผลิตขึ้นงาน

คุณกฤษณ นัยสวัสดิ์ บริษัทสายน้ำทิพย์ที่ได้ผลิตขึ้นตัวอย่างในลอน บริษัทเอเชียอีสติกที่ได้เอื้อเพื่อสีผสมอาหาร บริษัทแอกคอร์ด คอร์ปอเรชั่นที่ได้เอื้อเพื่อวัสดุ Vitaflex[®] บริษัททันตสยามที่ได้เอื้อเพื่อวัสดุ Meliodent[®] และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ศูนย์วิจัยชีววิทยาในช่องปาก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจให้รวมถึงคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
คำถามของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของงานวิจัย.....	4
สมมติฐานทางสถิติ.....	4
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	5
ตัวแปร.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
ขอบเขตงานวิจัย.....	6
ข้อจำกัดการศึกษา.....	6
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ประวัติวัสดุที่นำมาทำฐานฟันปลอม.....	8
พอลิเมทิลเมทาครีลเลข.....	9
เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนในทางทันตกรรม.....	12
พอลิเอไมด์.....	15
ในลอนในทางทันตกรรม.....	19
คุณสมบัติทางอุดมคติของวัสดุฐานฟันปลอม.....	20
การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ:	
การวัดกำลังดัดขวาง.....	21
การวัดความต้านทานแรงดึง.....	23
การวัดสี.....	24
การวัดความแข็งผิวของวัสดุ.....	30

<i>การวัดความหยาบของพื้นผิวพื้นปloom</i>	34
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	42
<i>วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง:</i>	
ตอนที่ 1 ก. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบกำลังดัดขวาง.....	42
ข. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบความต้านทานแรงดึง.....	44
ตอนที่ 2 ก. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบการเปลี่ยนสี.....	46
ข. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบความแข็งผิวเฉลี่ยเมื่อแช่ในสารละลายบัฟเฟอร์.....	50
ค. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมด.....	52
4. ผลการทดลอง	56
ตอนที่ 1 ก. ผลการทดสอบกำลังดัดขวาง.....	56
ข. ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึง.....	58
ตอนที่ 2 ก. ผลการทดสอบการเปลี่ยนสี.....	61
ข. ผลการทดสอบความแข็งผิวเฉลี่ย.....	66
ค. ผลการทดสอบความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมด.....	74
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	85
<i>อภิปรายผลการวิจัย:</i>	
ตอนที่ 1 ก. การทดสอบกำลังดัดขวาง.....	85
ข. การทดสอบความต้านทานแรงดึง.....	87
ตอนที่ 2 ก. การทดสอบการเปลี่ยนสี.....	88
ข. การทดสอบความแข็งผิวเฉลี่ย.....	92
ค. การทดสอบความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมด.....	97
สรุปผลการวิจัย.....	100
ข้อเสนอแนะ.....	102
รายการอ้างอิง.....	103
ภาคผนวก.....	115
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	152

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกลของเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน.....	15
ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติพื้นฐานบางประการระหว่างไนลอน 12 ที่มีและไม่มีเส้นใยแก้วมาเสริม.....	18
ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติพื้นฐานบางประการของไนลอนเปรียบเทียบกับพอลิเมทิลเมทาครีเลท.....	19
ตารางที่ 4 แสดงการจัดกลุ่มขึ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบตอนที่ 1.....	46
ตารางที่ 5 แสดงการจัดกลุ่มขึ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบตอนที่ 2	55
ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังดัดขวาง และ ค่ามอดุลัสการโค้งงอของไนลอน (Vitaflex [®]) กับ เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน (Meliodent [®])	57
ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบแรงที่ตำแหน่งที่มีการแอ่นจากระนาบปกติ 5 มิลลิเมตรของทั้งสองวัสดุ.....	57
ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การยืด ณ ตำแหน่งที่ขาด และค่าความต้านทานแรงดึงของทั้งสองวัสดุ.....	58
ตารางที่ 9 แสดงค่า ΔE ของ Vitaflex [®] เมื่อแช่ในสารละลายสีต่างๆในระยะเวลาที่ต่างกัน.....	61
ตารางที่ 10 แสดงค่า ΔE ของ Rodex [®] เมื่อแช่ในสารละลายสีต่างๆในระยะเวลาที่ต่างกัน.....	61
ตารางที่ 11 แสดงค่า NBS Unit ของ Vitaflex [®] เมื่อแช่ในสารละลายต่างๆในระยะเวลาที่ต่างกัน.....	65
ตารางที่ 12 แสดงค่า NBS Unit ของ Rodex [®] เมื่อแช่ในสารละลายต่างๆในระยะเวลาที่ต่างกัน.....	65
ตารางที่ 13 แสดงค่าความแข็งผิวเฉลี่ยของวัสดุ Vitaflex [®] และ Rodex [®] ก่อนแช่ และ หลังแช่ในสารละลายบัพเฟอร์ รวมถึงค่าผลต่างความแข็งผิวเฉลี่ย.....	67
ตารางที่ 14 แสดงค่า Sa ก่อนแช่และหลังแช่สารละลายบัพเฟอร์รวมถึง ΔSa ของทั้งสองวัสดุ.....	75
ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวก่อนแช่ หลังแช่ และ ค่าผลต่างความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวของทั้งสองวัสดุ.....	118

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของเรซินอะคริลิก.....	9
รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างของพอลิเมทิลเมทาครีเลท.....	9
รูปที่ 3 สูตรโครงสร้างของเมทิลเมทาครีเลท โมเลกุลเชิงเดี่ยว.....	10
รูปที่ 4 แสดงการทดสอบกำลังตัดขวาง แบบ 3 จุด.....	22
รูปที่ 5 แสดงการทดสอบกำลังตัดขวาง แบบ 4 จุด.....	22
รูปที่ 6 แสดงการจับและการยืดออก ของชิ้นทดสอบ.....	23
รูปที่ 7 CIE Color Space.....	25
รูปที่ 8 แสดงสูตรโครงสร้างโมเลกุลของ สีแดงคาร์โมอีซีน (ก.) สีเหลืองตาร์ตราซีน (ข.) สีน้ำเงินบริลเลียนท์ บลู เอฟซีเอฟ (ค.).....	29
รูปที่ 9 รูปร่างของหัวกดและรอยกดของวิธีทดสอบความแข็งผิวแบบต่างๆ.....	31
รูปที่ 10 แสดงลักษณะรอยกดวิกเกอร์.....	33
รูปที่ 11 แสดงลักษณะของพื้นผิวที่ประกอบด้วยลอนคลื่นและความหยาบ.....	35
รูปที่ 12 แสดงลักษณะวิธีการวัดความหยาบของพื้นผิว.....	36
รูปที่ 13 แสดงค่า Ra.....	38
รูปที่ 14 แสดงให้เห็นความละเอียดในการวัดค่า Sa เนื่องจากมีหลาย profile มากกว่าค่า Ra ที่มี 1 profile.....	38
รูปที่ 15 แสดงรูปความหยาบของพื้นผิว(ก.) และรูป 3 มิติความหยาบของพื้นผิวที่ผ่าน filter แล้ว(ข.)	39
รูปที่ 16 แสดงขนาดและรูปร่างชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบกำลังตัดขวาง.....	43
รูปที่ 17 แสดงการจัดวางชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังตัดขวาง.....	44
รูปที่ 18 แสดงขนาดและรูปร่างของชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบความต้านทานแรงดึง.....	45
รูปที่ 19 แสดงการทดสอบความต้านทานแรงดึง.....	45
รูปที่ 20 แสดงขนาดและรูปร่างของชิ้นงาน Vitaflex [®] และ Rodex [®]	47
รูปที่ 21 แสดงการวัดสี.....	48
รูปที่ 22 แสดงการแช่ชิ้นงานในสารละลายสีต่างๆ.....	49
รูปที่ 23 แสดงการทดสอบความแข็งผิว.....	50
รูปที่ 24 แสดงตำแหน่งการวัดความแข็งผิว โดยสีเหลี่ยมสีเหลืองคือตำแหน่งที่วัดความ แข็งผิวก่อนแช่ ส่วนวงกลมสีเขียวคือตำแหน่งที่วัดหลังแช่.....	51

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 25 แสดงการแช่สารละลายบัฟเฟอร์ที่มี pH ต่างๆ.....	52
รูปที่ 26 แสดงเครื่อง profilometer.....	53
รูปที่ 27 แสดงการวัดความหยาบของชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่อง profilometer.....	54
รูปที่ 28 แสดงพื้นที่ในการวัดความหยาบของชิ้นตัวอย่าง.....	54
รูปที่ 29 แสดงชิ้นงาน Meliodent [®] ที่แตกตรงกึ่งกลางชิ้นงาน (ก) และ แสดงชิ้นงาน Vitaflex [®] ไค้งอแต่ไม่หักหลังสิ้นสุดการทดสอบ (ข).....	56
รูปที่ 30 กราฟแสดงแรงดิ่งกับการยืดตัวของ Vitaflex [®]	59
รูปที่ 31 กราฟแสดงแรงดิ่งกับการยืดตัวของ Meliodent [®]	60
รูปที่ 32 แสดงการยืดจนขาดของ Meliodent [®] (ก) และแสดงการยืดจนขาดของ Vitaflex [®] (ข) หลังผ่านการทดสอบความต้านทานแรงดิ่ง.....	60
รูปที่ 33 กราฟแสดงค่า ΔE ของ Vitaflex [®] เมื่อแช่ในสารละลายสีต่างๆในระยะเวลาที่ ต่างกัน.....	63
รูปที่ 34 กราฟแสดงค่า ΔE ของ Rodex [®] เมื่อแช่ในสารละลายสีต่างๆในระยะเวลาที่ ต่างกัน.....	64
รูปที่ 35 แผนภูมิแสดงค่าผลต่างของความแข็งผิวเฉลี่ยของวัสดุ Vitaflex [®] เปรียบเทียบกับ Rodex [®] เมื่อแช่ในสารละลายบัฟเฟอร์.....	67
รูปที่ 36 ก. แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์ pH=3 ที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	69
ข. แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] หลังแช่สารละลายบัฟเฟอร์ pH=3 ที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	69
ค. แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์ pH=3 ที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	69
ง. แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] หลังแช่สารละลายบัฟเฟอร์ pH=3 ที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	69

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 37 ก.แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=5 ที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	70
ข.แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] หลังแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=5 ที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	70
ค.แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=5 ที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	70
ง.แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] หลังแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=5 ที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	70
รูปที่ 38 ก.แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=7 ที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	71
ข.แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] หลังแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=7 ที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	71
ค.แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=7 ที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	71
ง.แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] หลังแช่สารละลายบัฟเฟอร์pH=7 ที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	71
รูปที่ 39 ก.แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] ก่อนแช่น้ำดื่มที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	72
ข.แสดงความแข็งผิวของ Vitaflex [®] หลังแช่น้ำดื่มที่กำลังขยายเท่ากับ 100 เท่า.....	72
ค.แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] ก่อนแช่น้ำดื่มที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	72
ง.แสดงความแข็งผิวของ Rodex [®] หลังแช่น้ำดื่มที่กำลังขยายเท่ากับ 200 เท่า.....	72
รูปที่ 40 ก.แสดงรอยกดความแข็งผิวของ Vitaflex [®] ที่กำลังขยาย 200 เท่า.....	73
ข.แสดงรอยกดความแข็งผิวของ Vitaflex [®] ที่กำลังขยาย 100 เท่า.....	73
ค.แสดงรอยกดความแข็งผิวของ Rodex [®] ที่กำลังขยาย 200 เท่า.....	73
ง.แสดงรอยกดความแข็งผิวของ Rodex [®] ที่กำลังขยาย 100 เท่า.....	73
รูปที่ 41 แผนภูมิแสดงค่า ΔSa ของสองวัสดุเมื่อแช่ในสารละลายบัฟเฟอร์.....	75
รูปที่ 42 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Vitaflex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในสารละลายบัฟเฟอร์pH=3.....	77
รูปที่ 43 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Vitaflex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH=5.....	78

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 44 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Vitaflex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH=7.....	79
รูปที่ 45 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Vitaflex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในน้ำดื่ม	80
รูปที่ 46 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Rodex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH=3.....	81
รูปที่ 47 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Rodex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH=5.....	82
รูปที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Rodex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH=7.....	83
รูปที่ 49 แสดงการเปรียบเทียบรูปความหยาบของพื้นผิวแบบ 3 มิติของ Rodex [®] ก่อนแช่ (ก.) และหลังแช่ (ข.) ในน้ำดื่ม.....	84
รูปที่ 50 แสดงขนาดและระยะในการวัดความหยาบของพื้นผิวของชิ้นตัวอย่าง.....	117
รูปที่ 51 แสดงการแช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำมะนาว น้ำอัดลม และ แอลกอฮอล์.....	117
รูปที่ 52 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า ΔRa ของสองวัสดุเมื่อแช่ในของเหลวที่มี pH ไม่เป็นกลาง.....	119