

### บทที่ 3

## วิธีการดำเนินการวิจัย



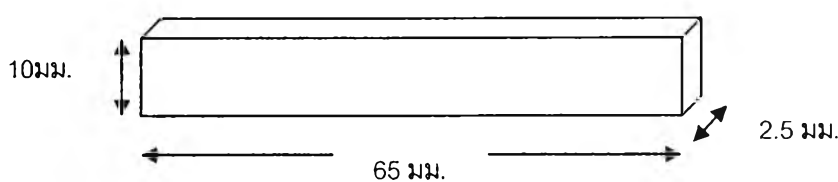
### วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง

#### ตอนที่ 1

#### ก. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบกำลังคัดขวาง

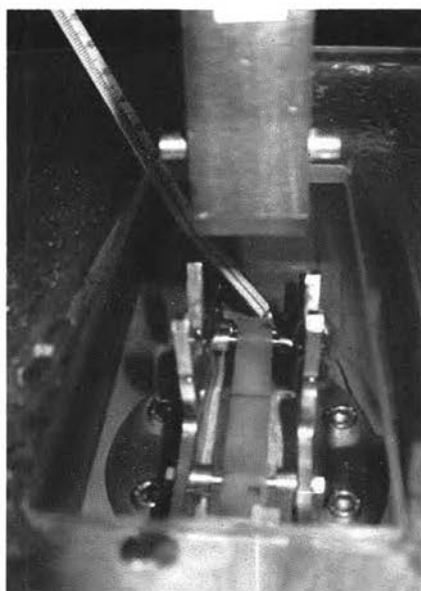
นำแผ่นพลาสติก (Acron, Plango, Thailand) รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดความยาว 65 มิลลิเมตร ความกว้าง 10 มิลลิเมตร ความหนา 2.5 มิลลิเมตร (รูปที่ 16) ตาม ISO 1567[30] มาทำเป็นแม่แบบ นำแผ่นพลาสติกที่ได้ไปลงในภาชนะหล่อแบบฟันปลอมโดยใช้ วัสดุพลาสติก (Laboratory stone ADA Type III, Whip Mix<sup>®</sup>, WM Corporation, Kentucky, U.S.A) ผสมด้วย อัตราส่วน 100 กรัมต่อน้ำ 23 มิลลิลิตร เมื่อพลาสติกแข็งตัวเต็มที่แล้วแกะภาชนะหล่อแบบฟันปลอม ครึ่งบนและครึ่งล่างออกจากกันและแกะแบบออก จะได้แม่พิมพ์สำหรับเป็นแบบในการทำขึ้นทดสอบ ทาผิวพลาสติกที่อยู่บนภาชนะหล่อแบบฟันปลอมครึ่งบนและครึ่งล่างด้วยสารคั่นกลาง (CMS DETREY<sup>®</sup>, Dentsply, England) ให้ทั่วทั้งหมดโดยทาให้บางและต่อเนื่อง ผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Meliodent<sup>®</sup>, Kulzer, Germany) 23.4 กรัมต่อน้ำมอนอเมอร์ 10 มิลลิลิตร รอจนถึงระยะอ่อนนุ่มจึงนำเรซินอะคริลิก มาอัดในภาชนะหล่อแบบฟันปลอมครึ่งล่าง ปิดด้วยแผ่นคั่นกลาง แล้วจึงปิดทับด้วยภาชนะหล่อแบบฟันปลอมครึ่งบน นำภาชนะหล่อแบบฟันปลอมไปอัดด้วยเครื่องอัดความดัน (Kavo type 5518 EWL, Kavo, Germany) ที่สามารถวัดแรงกดได้ด้วย ความดัน 100 บาร์ จนพบว่า มีเรซินอะคริลิก เกินออกมาทำการตัดแต่งและอัดซ้ำจนไม่มีส่วนเกินออกมา และตรวจสอบว่ามีวัสดุอยู่เต็มแม่แบบ นำแผ่นคั่นกลางออกมาจากภาชนะหล่อแบบฟันปลอม นำภาชนะหล่อแบบฟันปลอมมาอัดใหม่จนภาชนะหล่อแบบฟันปลอมบนและล่างประกบกันสนิทพอดี ทั้งภาชนะหล่อแบบฟันปลอมไว้ก่อนนำไปบ่มเป็นเวลา 1 ชั่วโมงบ่มภาชนะหล่อแบบฟันปลอมในน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ทั้งภาชนะหล่อแบบฟันปลอมให้เย็นลงอย่างช้าๆ ณ อุณหภูมิห้อง 1 คืน แล้วจึงแยกชิ้นเรซินอะคริลิก ออกจากภาชนะหล่อแบบฟันปลอม และนำไปตัดครีบด้วยเครื่องตัดเรซินอะคริลิก และขัดตกแต่ง โดยใช้แรงกระทำน้อยที่สุด ด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 1000 ในน้ำ เพื่อเลี่ยงความ

ร่อนส่วนเกินซึ่งอาจทำให้เกิดการบิดเบี้ยว และนำชิ้นงานมาวัดขนาดด้วยดิิจิตอลเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Mitutoyo Corporation , Japan) ที่มีความละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร ให้ได้ขนาดตามทีระบุไว้ข้างต้น ทำเช่นเดียวกันนี้จนได้ชิ้นตัวอย่างจากเรซินอะคริลิก 5 ชิ้น สำหรับการเตรียมชิ้นตัวอย่างของวัสดุไนลอน (Vitaflex<sup>®</sup>, Accord Corporation, Thailand) อยู่ภายใต้ความควบคุมและดูแลของห้องปฏิบัติการบริษัทสายน้ำทิพย์ โดยผู้ทำชิ้นตัวอย่างเป็นบุคคลเดียวกัน จนได้ขนาดเช่นเดียวกับวัสดุเรซินอะคริลิก จำนวน 5 ชิ้น



รูปที่ 16 แสดงขนาดและรูปร่างชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบกำลังดัดขวาง

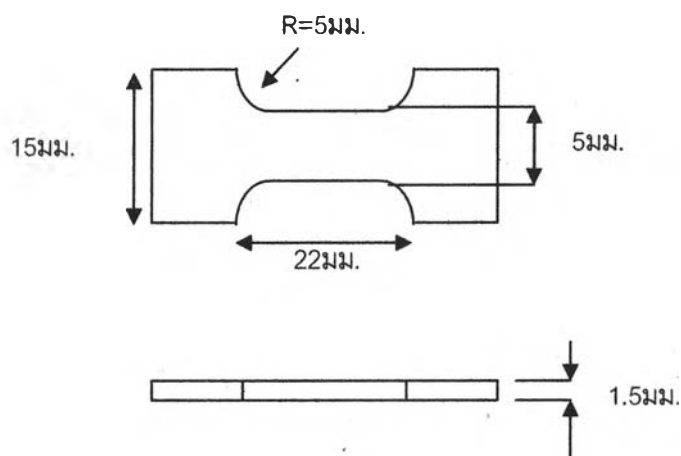
หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่าง 10 ชิ้น นำไปส่องกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereo Microscope ML9300, MEIJI, Japan) เพื่อตรวจสอบไม่ให้มีฟองอากาศ ก่อนนำไปเก็บในน้ำกลั่น  $50 \pm 2$  ชั่วโมงที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดสอบกำลังดัดขวางด้วยวิธีกด 3 จุด โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (Lloyd model LR10 K, Lloyd Instrument, England) ใช้ความเร็วของหัวกด 5 มิลลิเมตร ต่อ นาที (ISO 1567)[30] ระยะห่างของช่วงทดสอบ (span length) เท่ากับ 50 มิลลิเมตร หัวทดสอบ (Load cell) ขนาด 1000 นิวตัน ทดสอบในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองให้เหมือนสภาวะในช่องปาก จัดให้หัวทดสอบตั้งฉากกับพื้นผิวตัวอย่าง (รูปที่ 17) ทำการ Load จนกระทั่งชิ้นตัวอย่างหักหรืองอ และบันทึกค่าแรงกดสูงสุด (maximum load) ณ ตำแหน่งที่หักนั้น หน่วยเป็น นิวตัน และระยะทางที่งอแล้วหัก หน่วยเป็นมิลลิเมตร นำไปคำนวณเข้าสู่สูตรตามที่กล่าวมาแล้ว ในกรณีที่วัสดุไม่แตกหัก ให้บันทึกค่าแรงกด (นิวตัน) ณ ตำแหน่งที่วัสดุงอ จากระนาบปกติลงมาที่ความลึก 5 มิลลิเมตร ณ จุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง



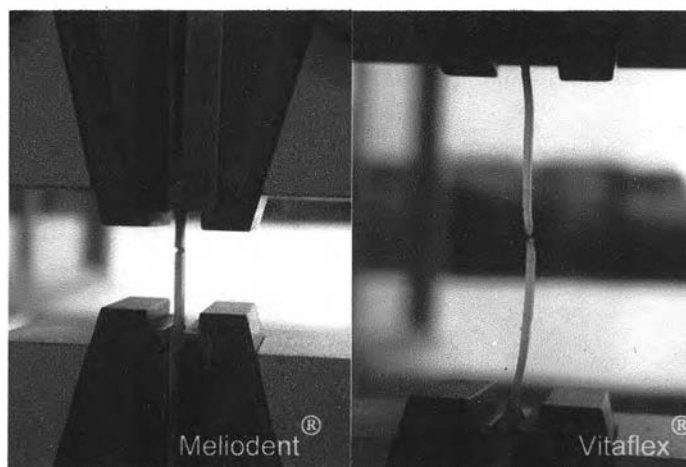
รูปที่ 17 แสดงการจัดวางชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังตัดขวาง

#### ข. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบความต้านทานแรงดึง

เตรียมชิ้นตัวอย่างของวัสดุ 2 ชนิด อย่างละ 5 ชิ้น โดยใช้แผ่นพลาสติกและทำกระบวนการเดิม เป็นรูปร่างคล้ายดัมเบลล์ (minidumb – bell shaped) ขนาดตาม ASTM D1708-02 [54] โดยมีความยาว  $22.25 \pm 0.05$  มิลลิเมตร ความกว้าง  $4.75 \pm 0.05$  มิลลิเมตร ความหนา  $1.55 \pm 0.21$  มิลลิเมตร ดังรูปที่ 18 ทำการตรวจสอบฟองอากาศในพื้นที่ผิวด้วยกระบวนการดั้งเดิม หลังจากนั้นนำไปแช่น้ำ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส จนกระทั่งจะนำไปทดสอบ นำออกมาซับน้ำให้แห้งที่อุณหภูมิ  $23 \pm 1$  องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดสอบความต้านทานแรงดึง โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (Lloyd model LR10 K, Lloyd Instrument, England) หัวทดสอบขนาด 10 กิโลนิวตัน ดึงด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาที [54] จนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดหรือยืด (รูปที่ 19)



รูปที่ 18 แสดงขนาดและรูปร่างของชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบความต้านทานแรงดึง  
 $R =$  รัศมีส่วนโค้งของแขนชิ้นงาน



รูปที่ 19 แสดงการทดสอบความต้านทานแรงดึง

จากการแบ่งกลุ่มการทดสอบตอนที่ 1 ก และ ข ตามลักษณะการทดสอบที่ต่างกัน  
 สามารถสรุปการจัดกลุ่มชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ ได้ดังนี้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงการจัดกลุ่มชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบตอนที่ 1

การทดสอบ	Vitaflex <sup>®</sup> (ชิ้น)	Meliodent <sup>®</sup> (ชิ้น)
ก. Flexural strength	5	5
ข. Tensile strength	5	5

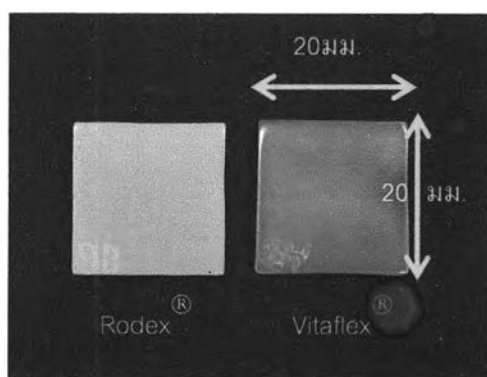
หลังจากนั้นนำค่าที่ได้คือ ค่ากำลังดัดขวาง และค่าความต้านทานแรงดึง ในแต่ละกลุ่มมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสถิติการวิเคราะห์ ตัวแปรอิสระ 2 ค่า (Independent T-Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $\alpha < 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เวอร์ชัน 10 (SPSS Inc., 444 N. Michigan, Chicago, Illinois, USA.)

## ตอนที่ 2

### ก. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบการเปลี่ยนสี

นำแผ่นพลาสติก (Acron, Plango, Thailand) มาทำเป็นแม่แบบโดยมีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้างและยาว 20 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร วัดขนาดด้วยดิจิตอลเวอร์เนียคาลิเปอร์ แล้วนำแผ่นพลาสติกที่ได้ไปลงในภาชนะหล่อแบบฟันปลอมโดยใช้พลาสติกเรซิน (Laboratory stone ADA Type III, Whip Mix<sup>®</sup>, WM Corporation, Kentucky, U.S.A) ผสมด้วยอัตราส่วน 100 กรัมต่อน้ำ 23 มิลลิลิตร เมื่อพลาสติกเรซินแข็งตัวเต็มที่แล้ว แกะภาชนะหล่อแบบฟันปลอม ครึ่งบนและครึ่งล่างออกจากกันและแกะแบบออก จะได้แม่พิมพ์สำหรับเป็นแบบในการทำขึ้นทดสอบ ทาผิวพลาสติกเรซินที่อยู่บนภาชนะหล่อแบบฟันปลอมครึ่งบนและครึ่งล่างด้วยสารคั่นกลาง (CMS DETREY<sup>®</sup>, Dentsply, England) ให้ทั่วทั้งหมดโดยทาให้บางและต่อเนื่อง ผสมเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน (Rodex<sup>®</sup>, RODONT S.r.i., Italy) 35 กรัมต่อน้ำมอนอเมอร์ 14 มิลลิลิตร รอจนถึงระยะอ่อนนุ่มจึงนำเรซินอะคริลิก มาอัดในภาชนะหล่อแบบฟันปลอมครึ่งล่าง ปิดด้วยแผ่นคั่นกลาง แล้วจึงปิดทับด้วยภาชนะหล่อแบบฟันปลอมครึ่งบน นำภาชนะหล่อแบบฟันปลอมไปอัดด้วยเครื่องอัดความดัน (Kavo type 5518 EWL, Kavo, Germany) ที่สามารถวัดแรงกดได้ด้วย ความดัน 100 บาร์ จนพบว่ามีเรซินอะคริลิก เกินออกมาทำ

การตัดแต่งและอัดซ้ำจนไม่มีส่วนเกินออกมา และตรวจสอบว่ามีวัสดุอยู่เต็มแม่แบบและดูไม่ให้มี ฟองอากาศด้วยตาเปล่า นำแผ่นคั่นกลางออกมาจากภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอมนำภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอมมาอัดใหม่ จนภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอมบนและล่างประกบกันสนิทพอดี ทั้ง ภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอมไว้ก่อนนำไปบ่มเป็นเวลา 1 ชั่วโมงบ่มภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอมในน้ำที่ อุณหภูมิ 73.9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ทั้งภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอมให้เย็นลงอย่างช้าๆ ณ อุณหภูมิห้อง 1 คืน แล้วจึงแยกชิ้นเรซินอะคริลิก ออกจากภาชนะหล่อแบบฟีนปปลอม หลังจากนั้นนำไปตัดครีบด้วยเครื่องตัดเรซินอะคริลิก และขัดตกแต่ง โดยใช้แรงกระทำน้อยที่สุด ด้วย กระดาษทรายน้ำเบอร์ 150 ในน้ำ เพื่อเลี่ยงความร้อนส่วนเกินซึ่งอาจทำให้เกิดการบิดเบี้ยว ให้ได้ ขนาดตามที่ระบุไว้ข้างต้นทำเช่นเดียวกันนี้จนได้ชิ้นตัวอย่างจากเรซินอะคริลิก 60 ชิ้น สำหรับการ เตรียมชิ้นตัวอย่างของวัสดุไนลอน (Vitaflex<sup>®</sup>, Accord Corporation, Thailand) (รูปที่ 20) อยู่ ภายใต้อุณหภูมิและความดันของห้องปฏิบัติการบริษัทสายน้ำทิพย์ โดยผู้ทำชิ้นตัวอย่างเป็นคน เดียวกัน จนได้ขนาดเช่นเดียวกับวัสดุเรซินอะคริลิก จำนวน 60 ชิ้น แล้วนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไป เก็บในขวดน้ำกลั่นรวมกัน เป็นเวลา  $50 \pm 2$  ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส จนกระทั่ง จะทดสอบให้ทิ้งไว้ในอากาศ 1 ชั่วโมงก่อนทดสอบ โดยทำการวัดสีก่อนแช่สารละลายด้วย เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Utrascan XE, The Color Management Company, Hunter Associates Laboratory, U.S.A.) (รูปที่ 21) ที่แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมสะท้อน 10 องศา รูเปิด ของเครื่องวัดสีขนาด 0.375 นิ้ว หมวดยที่ใช้ในการวัดสีคือ Reflectance surface excluded (RSEX)



รูปที่ 20 แสดงขนาดและรูปร่างของชิ้นงาน Vitaflex<sup>®</sup> และ Rodex<sup>®</sup>



รูปที่ 21 แสดงการวัดสี

ในการวัดสี 1 ครั้ง เครื่องจะอ่านสีให้ 5 ครั้ง และบันทึกค่าเฉลี่ยของค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ที่ตำแหน่งเดิมของชิ้นตัวอย่าง นำชิ้นตัวอย่างใส่ลงบนแผ่นพลาสติก (jig) ซึ่งมีลักษณะเป็นกรอบที่ถูกละเอียดตามขนาดเท่ากับขนาดของชิ้นตัวอย่างและตำแหน่งที่ใส่ชิ้นตัวอย่างอยู่ตรงกลางรูเปิดของเครื่องวัดสี หลังจากนั้นนำ jig มาสวมกับตัวเครื่องวัดสี จะช่วยกำหนดตำแหน่งในการวัดที่แน่นอนที่ตำแหน่งเดิมเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดในการเปลี่ยนตำแหน่งในการวัดสีก่อนและหลังแช่ แล้วค่อยทำการวัดสี เมื่อทำการแบ่งชิ้นตัวอย่างวัสดุในลอน และ เรซินอะคริลิก อย่างละ 60 ชิ้น เป็น 6 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มมีในลอน และ เรซินอะคริลิก อย่างละ 10 ชิ้นเท่าๆกัน โดยกลุ่มที่ 1 แช่น้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) 200 มิลลิลิตร และโซเดียมเอไซด์ (sodium azide, MERCK, Germany) 0.1 กรัม คนให้เข้ากัน กลุ่มที่ 2 แช่น้ำเงินผสมอาหารสีน้ำเงินบิลเลียนท์ บลู เอฟซีเอฟ (Brilliant blue FCF, Asiatic Public Company Limited, Thailand) โดยอัตราการผลิตละลายผงสี 0.01 กรัมและโซเดียมเอไซด์ 0.1 กรัม ต่อน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ซึ่งความเข้มข้นของสีผสมอาหารสีน้ำเงิน สีเหลือง สีแดง ให้ยึดตามสีน้ำเงินเป็นเกณฑ์เนื่องจากเป็นความเข้มข้นสูงที่สุดที่ผู้บริโภคสามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยสำหรับสีน้ำเงิน ส่วนกลุ่มที่ 3 แช่น้ำผสมอาหารสีแดงคาร์โมอีซีน (Carmoisine, East Asiatic Public Company Limited, Thailand) ด้วยอัตราการผลิตละลายผงสี 0.01 กรัม และ โซเดียมเอไซด์ 0.1 กรัม ต่อน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน สำหรับกลุ่มที่ 4 แช่น้ำผสมอาหารสีเหลืองตาร์ตราซีน (Tartrazine, East Asiatic Public Company Limited, Thailand) ด้วยอัตราการผลิตละลายผงสี 0.01 กรัมและโซเดียมเอไซด์ 0.1 กรัม ต่อน้ำกลั่น 200

มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ต่อมาในกลุ่มที่ 5 แชนน้ำชา (Nestea, Nestle Corporation, Thailand) โดยเตรียมน้ำชาจากผงชา 2 กรัม (1 ช้อนชา) แล้วจึงใส่โซเดียมเอไซด์ 0.1 กรัม ในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส 200 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน กลุ่มสุดท้ายคือ กลุ่มที่ 6 แชนกาแฟ (Nescafe Gold, Nestle corporation, Germany) ซึ่งเตรียมกาแฟจากผงกาแฟ 2 กรัม (1 ช้อนชา) ผสมลงในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส 200 มิลลิลิตร แล้วจึงใส่โซเดียมเอไซด์ คนให้เข้ากันแล้วจึงปิดฝาภาชนะของแต่ละกลุ่ม (รูปที่ 22) และนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการวัดสีหลังแช่ในสารละลายเป็นระยะเวลา 1 อาทิตย์, 2 อาทิตย์, 1 เดือน, 2 เดือน, 3 เดือน และ 6 เดือน ตามลำดับ โดยก่อนวัดสีนำชิ้นงานไปล้างให้น้ำก๊อกไหลผ่าน 1 นาที แล้วนำชิ้นงานมาเช็ดด้วยกระดาษทิชชูก่อนวัดสี เมื่อวัดเสร็จแล้วนำไปแช่สารละลายจนครบช่วงเวลาต่อไป จากนั้นจึงนำออกมาทำความสะอาดแล้ววัดสีครั้งใหม่ นำค่าที่ได้คือ  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  มาหาค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสี ( $\Delta E$ ) ซึ่งจะทำให้การคนสีด้วยแท่งแก้ววันละ 1 ครั้ง เพื่อป้องกันการตกตะกอนของสี และให้ชิ้นงานได้สัมผัสสารละลายอย่างสม่ำเสมอ

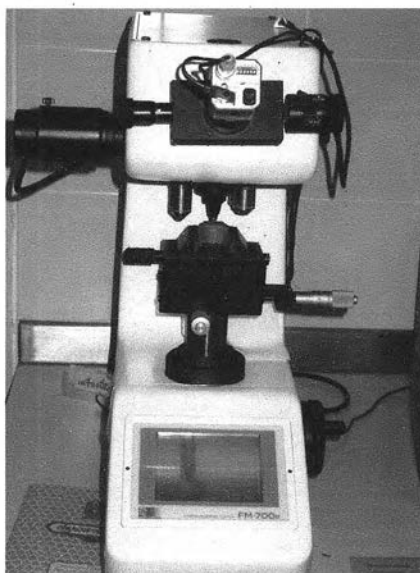


รูปที่ 22 แสดงการแช่ชิ้นงานในสารละลายสีต่างๆ

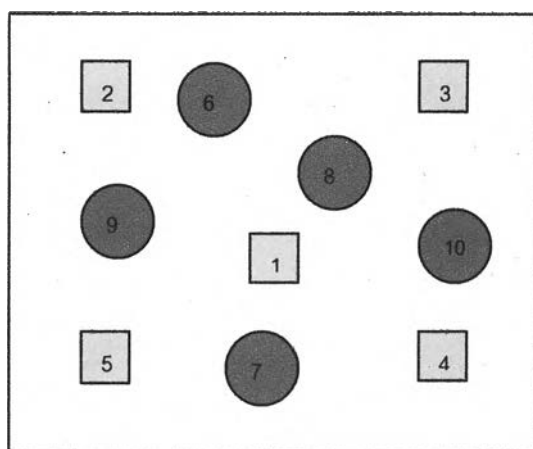


### ข. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบความแข็งผิวเฉลี่ยเมื่อแช่ในสารละลายบัฟเฟอร์

เตรียมชิ้นตัวอย่างของวัสดุ 2 ชนิด อย่างละ 10 ชิ้น โดยใช้แผ่นพลาสติกและทำกระบวนการเดิมตามตอนที่ 2 ก. นำชิ้นงานมาวัดค่าความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ก่อนแช่สารละลายบัฟเฟอร์ โดยใช้เครื่องวัดความแข็งผิว (Microhardness Tester, FM-700e, Future-tech.Corp., Japan) (รูปที่ 23) หัวกดแบบวิกเกอร์ น้ำหนักหัวกด 500 กรัม ระยะเวลาในการกด 15 วินาที รอยกดจะเป็นรูปพีระมิด โดยเครื่องวัดความแข็งจะคำนวณค่าความแข็งผิวแบบวิกเกอร์ (VHN) ในการวัดความแข็งผิวแต่ละครั้ง จะวัดความแข็งผิวทั้งหมด 5 ตำแหน่ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยตำแหน่งที่ 1 วัดตรงจุดศูนย์กลางของชิ้นงาน ส่วนตำแหน่งที่ 2, 3, 4 และ 5 วัดห่างจากตำแหน่งที่ 1 ไป 3 มิลลิเมตร (รูปที่ 24) ตำแหน่งที่จะวัดความแข็งผิวหลังแช่ คือ ผิวหน้าด้านเดียวกับการวัดความแข็งผิวก่อนแช่ โดยตำแหน่งที่ 6 ถึง 10 วัดอิสระแต่ต้องห่างจากรอยกดเก่า 3 มิลลิเมตร



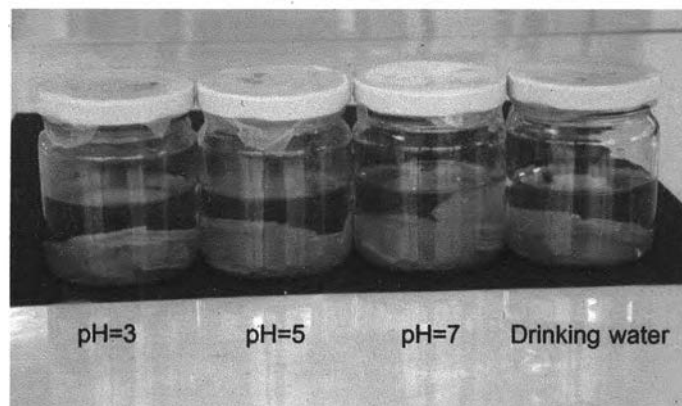
รูปที่ 23 แสดงการทดสอบความแข็งผิว



รูปที่ 24 แสดงตำแหน่งการวัดความแข็งแรงผิว โดย □ แทนตำแหน่งที่วัดความแข็งแรงผิวก่อนแช่ ส่วน ● แทนตำแหน่งที่วัดหลังแช่

หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งสองมาแบ่งกลุ่ม เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีชิ้นตัวอย่าง อย่างละ 10 ชิ้น โดยกลุ่มที่ 1 นำชิ้นตัวอย่างของทั้งสองชนิดอย่างละ 10 ชิ้น นำไปแช่สารละลาย บัฟเฟอร์ของกรดแอสติติก (Analar<sup>®</sup>, VWR International Ltd., United Kingdom) กับเกลือโซเดียม แอซีเตต (UNIVAR<sup>®</sup>, Asia Pacific Specialty Chemical Limited, Australia) ที่มีความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และมี pH=3 ปริมาณ 200 มิลลิลิตร โดยการเตรียมสารละลายทำได้จากการใส่กรด แอสติติก 90 มิลลิลิตรแล้วค่อยๆหยดสารละลายเกลือโซเดียมแอซีเตต แล้ววัด pH โดยใช้เครื่องวัด ความเป็นกรดและด่าง (pH meter) (Benchtop PH/IPS Meters Model 420A, ATI ORION, USA.) จนกระทั่งได้ค่า pH ที่ต้องการ แล้วนำมาเติมน้ำกลั่นอีก 100 มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มที่ 2 แช่ ในสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดแอสติติกกับเกลือโซเดียมแอซีเตตที่มีความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ที่มี pH=5 ปริมาณ 200 มิลลิลิตร เตรียมจากกรดแอสติติก 35 มิลลิลิตร สารละลายเกลือโซเดียมแอซี เตต 65 มิลลิลิตร แล้วนำมาเติมน้ำกลั่นอีก 100 มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มที่ 3 แช่สารละลายบัฟเฟอร์ ของกรดแอสติติกกับเกลือโซเดียมแอซีเตตที่มีความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และมี pH=7 ปริมาณ 200 มิลลิลิตร โดยการเตรียมสารละลายทำได้จากการใส่สารละลายเกลือโซเดียมแอซีเตต 90 มิลลิลิตร แล้วค่อยๆหยดกรดแอสติติก วัดค่า pH โดยใช้ pH meter จนกระทั่งได้ค่า pH ที่ต้องการ นำมาเติม น้ำกลั่นอีก 100 มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุมโดยแช่ในน้ำดื่มที่มี pH = 7.75 การแช่

ให้ชิ้นงานสัมผัสกับสารละลายอย่างทั่วถึงและปิดบีกเกอร์ด้วยพาราฟิน (รูปที่ 25) นำบีกเกอร์มาเข้าสู่ควบคุมอุณหภูมิ (Contherm 160 M, Contherm Scientific Ltd., New Zealand) ที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  องศาเซลเซียส ยกเว้นตอนทดสอบที่อุณหภูมิห้อง  $23 \pm 1$  องศาเซลเซียส แผลสารละลายเป็นเวลา 23 วัน เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำชิ้นงานมาล้างน้ำกลั่นและนำเข้าเครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นไฟฟ้า (Ultra sonic cleaner, Branson, Germany) เป็นเวลา 15 นาที นำชิ้นงานมาซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู แล้วนำชิ้นงานมาวัดค่าเฉลี่ยความแข็งผิวหลังแช่สารละลาย หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยความแข็งผิวหลังแช่สารละลายบัพเฟอร์มาลบด้วยค่าเฉลี่ยความแข็งผิวก่อนแช่สารละลายบัพเฟอร์ จะได้ค่าผลต่างความแข็งผิวเฉลี่ยของแต่ละวัสดุนำมาเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 25 แสดงการแช่สารละลายบัพเฟอร์ที่มี pH ต่างๆ

#### ค. การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมด

เตรียมชิ้นตัวอย่างของวัสดุ 2 ชนิด โดยใช้แผ่นพลาสติกและทำกระบวนการเดิม ทำการตรวจสอบฟองอากาศในพื้นผิวด้วยตาเปล่า หลังจากนั้นวัดความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมดในด้านซัดมันก่อนทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Profilometer (Talyscan 150, Tylor Hobson, USA.) (รูปที่ 26) โดยใช้หัว stylus กำหนดพื้นที่ที่วัดโดยมีแผ่นพลาสติกเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานให้ทุกครั้งที่นำมาวัดให้เหมือนเดิม โดยกำหนดตำแหน่งแกน x ของเครื่อง profilometer ที่

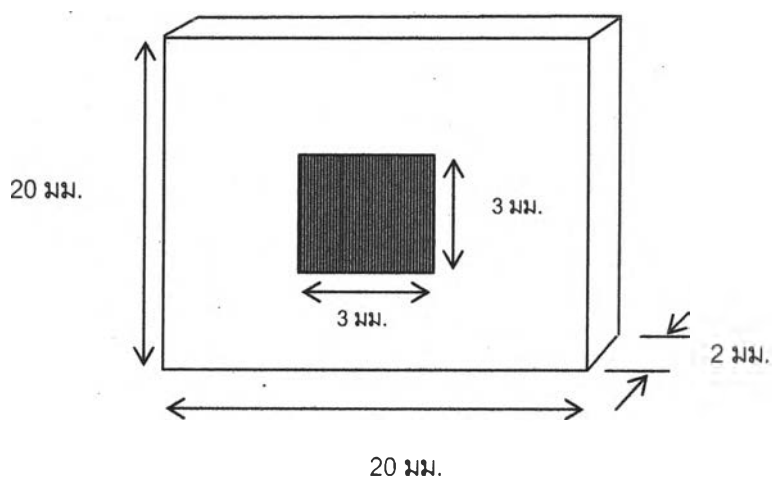
47 แกน y ที่ 44 เพื่อให้ตำแหน่งที่วัดชิ้นงานอยู่ตรงกลาง (รูปที่ 27) โดยวัดเป็นพื้นที่ขนาด 3 x 3 มิลลิเมตร (รูปที่ 28) โดยใช้ความเร็ว 3,000 ไมครอนต่อวินาที filter = 0.25 มิลลิเมตร leveling area = 0 ถึง 3 มิลลิเมตร จะได้ค่าความหยาบของพื้นผิวเฉลี่ยทั้งหมดในด้านขัดมัน (Sa) ก่อนแช่สารละลาย หลังจากนั้นนำมาแบ่งกลุ่มชิ้นงานในลอน 40 ชิ้น เรซินอะคริลิก 40 ชิ้น เป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น นำไปแช่สารละลายบัพเฟอร์ของกรดแอสติติกกับเกลือโซเดียมแอสเตต เป็นเวลา 23 วัน และกระบวนการเตรียมสารละลายบัพเฟอร์และการทำความสะอาดชิ้นงานหลังแช่สารละลายเหมือนกันกับตอนที่ 2 ข. หลังจากนั้นวัดค่าความหยาบของพื้นผิวเฉลี่ยทั้งหมดในด้านขัดมันหลังแช่ในสารละลาย นำค่าความหยาบของพื้นผิวเฉลี่ยทั้งหมดในด้านขัดมันหลังแช่สารละลายบัพเฟอร์ มาลบด้วยค่าความหยาบของพื้นผิวเฉลี่ยก่อนแช่สารละลายบัพเฟอร์จะได้ค่าผลต่างความหยาบของพื้นผิวเฉลี่ยทั้งหมดของวัสดุแต่ละชนิดมาทำการเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 26 แสดงเครื่อง profilometer



รูปที่ 27 แสดงการวัดความหยาบของชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่อง profilometer



รูปที่ 28 แสดงพื้นที่ในการวัดความหยาบของชิ้นตัวอย่าง

จากการแบ่งกลุ่มการทดสอบ ตอนที่ 2 ก ข และ ค ตามลักษณะการทดสอบที่แตกต่างกัน สามารถสรุปการจัดกลุ่มชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ ได้ดังนี้ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงการจัดกลุ่มขึ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบตอนที่ 2

การทดสอบ	Vitaflex® (ชิ้น)	Rodex® (ชิ้น)
ก. Color stability (initial,1wk.,2wk.,1mo.,2mo.,3mo.,6mo.)		
-- ซา	10	10
-- กาแฟ	10	10
-- สีแดง	10	10
-- สีเหลือง	10	10
-- สีนํ้าเงิน	10	10
-- control (Distilled water)	10	10
รวมทั้งสิ้น	60	60
ข. Hardness (23days)		
-- แห้ pH =3	10	10
-- แห้ pH =5	10	10
-- แห้ pH =7	10	10
-- control (Drinking water)	10	10
รวมทั้งสิ้น	40	40
ค. Surface roughness (23days)		
--แห้ pH =3	10	10
--แห้ pH =5	10	10
--แห้ pH =7	10	10
--control( Drinking water)	10	10
รวมทั้งสิ้น	40	40

นำค่าการเปลี่ยนสี ค่าผลต่างความแข็งผิวเฉลี่ย และ ค่าผลต่างความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทั้งหมด ในแต่ละกลุ่ม มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two – Way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $\alpha < 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เวอร์ชัน 11.05 (SPSS Inc., 444 N. Michigan, Chicago, Illinois USA.)