ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันที่มีต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของถุงมือยางทางการแพทย์ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ

นางสาวชมพูนุท สัญจร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-130-142-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
23 ต.ค. 2546
I20123395

EFFECT OF DISPERSION PARTICLE SIZE ON PROCESSING AND QUALITY OF MEDICAL NATURAL RUBBER LATEX GLOVES

Miss Chompunoot Sanjorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Chemical Technology

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-130-142-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันที่มีต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของถุงมือยางทางการแพทย์ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ
โดย	นางสาวชมพูนุท สัญจร
สาขาวิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ บารมี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ บารมี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทัศคร)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุชญา นิติวัฒนานนท์)

ชมพูนุท สัญจร : ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันที่มีต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของถุงมือยางทางการแพทย์ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ. (EFFECT OF DISPERSION PARTICLE SIZE ON PROCESSING AND QUALITY OF MEDICAL NATURAL RUBBER LATEX GLOVES) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชูชาติ บารมี, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นางวราภรณ์ ขจรไชยกูล, 95 หน้า. ISBN 974-130-142-1.

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชัน ที่มีต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของถุงมือยางทางการแพทย์ ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ เพื่อทราบขนาดที่เหมาะสมในการนำไปใช้เตรียม น้ำยางผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการผลิตถุงมือยาง สำหรับการตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียวตามมาตรฐาน มอก.1056-2540 โดยสารเคมีที่เป็นสารของแข็งไม่ละลายน้ำ ก่อนเติมในน้ำยางสำหรับเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี จะต้องเตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน เนื่องจากโมเลกุลของยางมีขนาดเล็กและแขวนลอยอยู่ในน้ำ ถ้าเติมสารเคมีในรูปของแข็งจะไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้ จึงต้องเตรียมสารเคมีให้อยู่ในรูป ดิสเพอร์ชัน โดยการใช้เครื่อง บอลมิล บดย่อย สำหรับถุงมือยางที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ผลิตขึ้นเองตามสูตรที่กำหนด ตัวแปรที่ใช้ศึกษาคือ เวลาการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4, 5, 6 และ 7 วัน ก่อนนำไปใช้จุ่มถุงมือและ ขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ ได้แก่ Sulfurดิสเพอร์ชัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 4.69, 3.78, 2.60 และ 2.48 ไมโครเมตร, ZDECดิสเพอร์ชัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 3.30, 2.32, 1.58 และ 1.38 ไมโครเมตร และ ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 1.25, 1.19, 0.85 และ 0.80 ไมโครเมตร นำถุงมือยางที่ได้ศึกษา องศาการคงรูปของน้ำยาง,สมบัติด้านการดึงยาง(ก่อนปมเร่งและหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง) และ ลักษณะพื้นผิวของถุงมือยาง

พบว่าถุงมือยางที่ใช้น้ำยางผสมสารเคมีต่างๆตามที่กำหนดและใช้ Sulfurดิสเพอร์ชัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.78 ไมโครเมตร, ZDECดิสเพอร์ชัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.3 ไมโครเมตร และ ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.25 ไมโครเมตร และบ่มน้ำยางดังกล่าว 6-7 วัน ถุงมือยางตามเงื่อนไขนี้ มีสมบัติด้านการดึงยางอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดของ มอก.1056-2540 และจากการศึกษาพบว่าขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อลักษณะพื้นผิวของถุงมือยาง

ภาควิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เคมีเทนิค ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4172265023 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: dispersion / gloves / coagulation / vulcanization / tensile

CHOMPUNOOT SANJORN : THESIS TITLE. (EFFECT OF DISPERSION PARTICLE SIZE ON PROCESSING AND QUALITY OF MEDICAL NATURAL RUBBER LATEX GLOVES) THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.SHOOSHAT BARAME, THESIS COADVISOR : VARAPORN KAJORNCHAIYAKUL, 95 pp. ISBN 974-130-142-1.

The main objective of this research was to study the effect of dispersion particle size on processing and quality of medical natural rubber latex gloves. Determination of the optimal dispersion particle size suitable for the production of natural rubber gloves which meet the requirement of TIS 1056-2540 was studied. Solid substance added in to natural rubber latex must be in dispersion form because the rubber particle is very small within colloidal system. An addition of powder chemical may also cause coagulation therefore it is necessary that solid substance must be in dispersion form which normally done by using ball mill. The gloves produced from this study were fabricated by certain setting compound latex formulas. The experiment was conducted by varying the maturation time of compound latex at 4, 5, 6 and 7 days and varying the dispersion particles size of vulcanization system, i.e. Sulfur dispersion particle size of 4.69, 3.78, 2.60 and 2.48 μm, ZDEC dispersion particle size of 3.30, 2.32, 1.58 and 1.38 μm, ZnO(WS) dispersion particle size of 1.25, 1.19, 0.85 and 0.80 μm. The properties of the produced gloves such as degree of vulcanization, tensile properties (before and after aging at 100 °C for 22 hour) , and surface of rubber gloves were determined.

It was found that the gloves produced by compounding with Sulfur dispersion particle size of 3.78 μm or less, ZDEC dispersion particle size of 3.3 μm or less, ZnO(WS) dispersion particle size of 1.25 μm or less, that were be matured within 6-7 days. By using these conditions, the produced gloves show tensile properties met the requirement of TIS 1056-2540. It was also observed that there is no different of surface of rubber gloves produced from different particles size of vulcanization system.

Department Chemical Technology
Field of study Chemical Technology
Academic year 2000

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

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชูชาติ บารมี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์วราภรณ์ ขจรไชยกูล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่บุคลากรในสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ สารเคมี ในการวิจัยครั้งนี้ จนสามารถดำเนินการวิจัยได้ด้วยดีมาตลอด และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิค และผู้ที่อยู่เบื้องหลังทุกท่านที่เป็นกำลังใจในการสนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณ น้อง ที่เป็นกำลังใจ ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญรูป.....ฎ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำยางธรรมชาติ.....3
น้ำยางข้น.....11
สารเคมีที่ใช้กับน้ำยาง.....15
การเตรียมสารเคมีที่ใช้กับน้ำยาง.....19
กระบวนการผลิตถุงมือยาง.....26
น้ำยางวัลคาไนซ์.....29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....31
3. เครื่องมือและวิธีการทดลอง.....36
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....36
สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....37
การดำเนินงานวิจัย.....38
4. ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....43
ขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์.....43
ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่มีต่อ
องศาการคงรูปของน้ำยางผสมสารเคมี.....46
ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่มีต่อ
สมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง.....51
ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่มีต่อ
ลักษณะพื้นผิวของถุงมือยาง.....63
5. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ.....66

หน้า

รายการอ้างอิง.....69
ภาคผนวก.....71
ภาคผนวก ก.....72
ภาคผนวก ข.....74
ภาคผนวก ค.....81
ภาคผนวก ง.....84
ภาคผนวก จ.....85
ภาคผนวก ฉ.....93
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....95

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.1 สูตรการใช้สารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่จะเติมลงในน้ำยางเพื่อเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี (latex compound).....45

4.2 ขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่ทำการบดย่อยโดยใช้บอลมิล (ball mill) ที่เวลาต่างๆ.....45

4.3 ลักษณะการคงรูปของน้ำยางโดยการวัด chloroform number และ %swelling ของน้ำยางผสมสารเคมี.....49

4.4 ความต้านแรงดึงและความยืดเมื่อขาดตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมของถุงมือตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว (มอก.1056-2540).....51

ก.1 ข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐาน ISO 2004 สำหรับน้ำยางข้นจากการปั่น.....72

ข.1 สารเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ กลุ่มไดไทโอคาร์บาเมต (Dithiocarbamates).....74

ข.2 สารเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ กลุ่มแซนเธท (Xanthates).....78

ข.3 สารเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ กลุ่มไทอาโซล (Thiazole).....79

ข.4 สารเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ กลุ่มไทยูแรม (Thaiurams).....80

จ.1 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มเร่งของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 วัน.....85

จ.2 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มเร่ง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 วัน.....86

จ.3 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มเร่งของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 5 วัน.....87

จ.4 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มเร่ง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 5 วัน.....88

หน้า

จ.5 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มเร่งของน้ำยาง ผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 6 วัน.....89
จ.6 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มเร่ง 100 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมี ในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยาง ผสมสารเคมี 6 วัน.....90
จ.7 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มเร่งของน้ำยาง ผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 7 วัน.....91
จ.8 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มเร่ง 100 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมี ในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยาง ผสมสารเคมี 7 วัน.....92
ฉ.1 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZnO แต่ละชนิด เมื่อทำการบดย่อยโดย บอลมิล ที่เวลา 8 และ 12 ชั่วโมง.....93
ฉ.2 สมบัติทางกายภาพด้านการดึงยางของ ZnO แต่ละชนิดที่มีขนาด ที่แตกต่างกัน.....94

สารบัญรูป

รูปประกอบ หน้า

2.1 องค์ประกอบของน้ำยางสด.....4
2.2 ลักษณะหน้าตัดภายในของถังปั่นแบบ Alfa-Laval (รุ่น LRH-410).....12
2.3 ลักษณะของเครื่องบอลมิล.....23
2.4 ลักษณะภายในของเครื่องคอลลอยด์มิล.....25
2.5 ลักษณะของเครื่องแอททริชันมิล.....25
2.6 ลักษณะของเครื่องอุลตราโซนิคมิล.....26
3.1 ลักษณะของเครื่องบอลมิลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้.....36
4.1 ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) โดยเครื่อง particle size analyzer เมื่อใช้เวลาบดย่อยต่างๆ.....44
4.2 ค่า chloroform number และ %swelling ที่เวลาการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4-7 วัน ของอนุภาค Sulfurดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยแตกต่างกัน.....49
4.3 ค่า chloroform number และ %swelling ที่เวลาการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4-7 วัน ของอนุภาค ZDECดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยแตกต่างกัน.....50
4.4 ค่า chloroform number และ %swelling ที่เวลาการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4-7 วัน ของอนุภาค ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยแตกต่างกัน.....50
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับเวลาในการบ่มน้ำยาง ผสมสารเคมีที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ Sulfurดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน.....54
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดเมื่อขาดกับเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ Sulfurดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 54
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 กับเวลาในการบ่ม น้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่งและหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ Sulfurดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 55
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 500 กับเวลาในการบ่ม น้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ Sulfurดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 55

หน้า

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับเวลาในการบ่มน้ำยาง ผสมสารเคมีที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZDECดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน.....58

4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดเมื่อขาดกับเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZDECดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 58

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 กับเวลาในการบ่ม น้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่งและหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZDECดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน ...59

4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 500 กับเวลาในการบ่ม น้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZDECดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 59

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับเวลาในการบ่มน้ำยาง ผสมสารเคมีที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน.....61

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความยืดเมื่อขาดกับเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 61

4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 กับเวลาในการบ่ม น้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่งและหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 62

4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 500 กับเวลาในการบ่ม น้ำยางผสมสารเคมี ที่ภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่งที่ 100 องศาเซลเซียส 22 ชั่วโมง ของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน แตกต่างกัน 62

หน้า

4.17 แสดงพื้นผิวของถุงมือยางที่ผลิตจากน้ำยางผสมสารเคมี ที่มีอายุการบ่ม
4, 5, 6 และ 7 วัน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
(a) ถุงมือที่มีเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 วัน
(b) ถุงมือที่มีเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 5 วัน
(c) ถุงมือที่มีเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 6 วัน
(d) ถุงมือที่มีเวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 7 วัน.....64
4.18 แสดงพื้นผิวของถุงมือยางที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยของสารเคมี
ในระบบวัลคาไนซ์ ที่แตกต่างกันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
แบบส่องกราด กำลังขยาย 350 เท่า 65
ค.1 ขนาดของชิ้นตัวอย่าง.....81