



## รายการอ้างอิง

1. พายัพ นามประเสริฐ. 2534. การทำผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางข้นโดยวิธีการจุ่ม. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 396(127) ก.ย. 2534, หน้า 21-26.
2. วราภรณ์ ขจรไชยกูล, พลชิต บัวแก้ว, ภัทธา กานตศิลป์. 2533. น้ำยางข้นและการผลิตถุงมือยาง. กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง ฉบับที่ 3, เมษายน 2533. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
3. วราภรณ์ ขจรไชยกูล. 2531. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรกระบวนการผลิตภัณฑ์ยางสาขาเทคโนโลยียาง เล่มที่ 1 ระหว่างวันที่ 20-25 มิถุนายน 2531 ณ ศูนย์วิจัยยางสงขลา.
4. กุลทิศา รัตนเวคินรักษ์. 2536. การผลิตและการทดสอบน้ำยางข้น. เอกสารประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีน้ำยาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
5. พลชิต บัวแก้ว. 2531. สารเคมีผสมน้ำยาง. กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตยาง ศูนย์วิจัยยางสงขลา กรมวิชาการเกษตร.
6. วิภา เศรษฐนิษฐ์. 2537. การเตรียมสารละลายของสารเคมีที่ใช้กับน้ำยาง. เอกสารประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีน้ำยาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
7. A.D.T.Gorton and T.D.Pendle. 1981. Dispersion Particle Size in Natural Rubber Latex Technology. NR Technology. 12 (1): 1-7.
8. A.D.T.Gorton and T.D.Pendle. 1981. Dispersion Particle Size in Natural Rubber Latex Technology. NR Technology. 12 (2): 21-26.
9. A.D.T.Gorton and T.D.Pendle. 1976. A New Rapid Measurements of Crosslink Density in Compounded Natural Latices. NR Technology. 7 (4): 77-81.
10. Wong Niap Poh. 1988. Preparation of Solution Dispersion and Emulsion. Rubber Research of Malaysia. 24-30.
11. Latex Compounding - Formulation for Dispersion on Compounding Ingredients. Natural Rubber Technical Information Sheet L38. MRPRA. 1980.
12. E. Kaminska and R. Winniewski. 1994. Mechanisms of Dispersion of Pigments in Lacquer Binders. International Polymer Science And Technology. V 21.
13. E. Kaminska and Fischer. 1941. Ind. Eng. Chem. 33. 1465.
14. Blackley, D.C. 1966. Preparation of Dispersion. High Polymer Latices. V 1: 138-149.

15. Fabrice Bohin, Donald L. Feke, and Ica Manas-Zloczower. 1996. Analysis of Power Requirements and Dispersion Quality in Batch Compounding Using a Dispersion Model for Single Agglomerates. Rubber Chemistry and Technology. V 69: 1-7.
16. Kannan Tharanikkarasu and Byung kyn kim. 1997. Aqueous Dispersion of Polyurethane Isomers. Progress in Rubber and Plastics Technology.13 (1): 26-53.
17. M.D. Morris and A.G. Thomas.1995. Solubility of Sulfur and Dithiocarbamates in Natural Rubber. Rubber Chemistry and Technology. v68: 794-803.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## มาตรฐานน้ำยางชั้น

ตารางที่ ก.1 ข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐาน ISO 2004 สำหรับน้ำยางชั้นจากการปั่น

สมบัติ/ลักษณะ	ขีดจำกัด		วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO
	ชนิด HA	ชนิด LA	
ปริมาณสารของแข็งทั้งหมด, %(มวล/มวล), ต่ำสุด	61.5	61.5	124
ปริมาณเนื้อยางแห้ง, %(มวล/มวล), ต่ำสุด	60.0	60.0	126
ปริมาณสารของแข็งที่ไม่ใช่ยาง, %(มวล/มวล) , สูงสุด	2.0	2.0	-
ความเป็นด่าง (ในรูปของแอมโมเนีย), %(มวล/มวล) ของน้ำยาง	0.60	0.29	125
ความเสถียรต่อแรงกล, วินาที, ต่ำสุด	650.0	650.0	35
ปริมาณของน้ำยางจับตัว, %(มวล/มวล), สูงสุด	0.05	0.05	705
ปริมาณธาตุทองแดง, มก./กก. ของปริมาณสารของแข็งทั้งหมด, สูงสุด	8.0	8.0	ISO/R1654
ปริมาณแมงกานีส, มก./กก. ของปริมาณสารของแข็งทั้งหมด, สูงสุด	8.0	8.0	1655
ปริมาณตะกั่ว, %(มวล/มวล), สูงสุด	0.10	0.10	2005
จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (VFA No.)	ตามที่ตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย แต่ต้องไม่เกิน 0.20		506
จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH No.)	ตามที่ตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย แต่ต้องไม่เกิน 1.0		127

ตารางที่ ก.1 ต่อ

สมบัติ/ลักษณะ	ขีดจำกัด		วิธีทดสอบตาม มาตรฐาน ISO
	ชนิด HA	ชนิด LA	
สีเมื่อตรวจด้วยตาเปล่า	ไม่เป็นสีฟ้าหรือสีเทา		-
การตรวจกลิ่นภายหลังจากการทำให้ เป็นกลางด้วยกรดบอริก	ไม่มีกลิ่นบูดเน่า		-

ภาคผนวก ข  
รายชื่อสารเคมีในกลุ่มสารเร่งปฏิกิริยาลดคาไนซ์

ตารางที่ ข.1 สารเร่งปฏิกิริยาลดคาไนซ์กลุ่มไดไทโอคาร์บาเมต (Dithiocarbamates)

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
NaMDC	Sodium dimethyl dithiocarbamate	Accel SDD	KAWAGUCHI CHEM	flake mp = more than 100°C (usually dicompose) no smell, no taste, water soluble	Rapid accel for latex
		Sanceler S	SANSHIN CHEM.		
		Socinol MSL	SUMITOMO CHEM.		
		Nocceler S	ODCHI CHEM.		
		Eveite K	ACMA		
		Vulkacit SDMDC	RAYER		
NaEDC	Sodium diethyl dithiocarbamate	Accel SED	KAWAGUCHI CHEM.	white crytalline powder d=1.3-1.36 mp = 90-95°C non-staining faster than NaMDC	Rapid accel for latex (especially for transper-ency)
		Socinol ESL	SUMITO CHEM.		
		Sanceler SDC	SANSHIN CHEM.		
		Nocceler SDC	OUCHI CHEM.		
		Pennac SDED (25% scl.)	PENNWALT		
		Robac S.E.D.	ROBINSON		

ตารางที่ ข.1 ต่อ

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
NaBDC	Sodium di-n-butyl dithiocarbamate	Superaccelerateur 1500	RHONE-POULENC	Water soluble	Rapid accel for latex room-temp. cure trans- Perency
		Eveite L	ACMA	Yellow or red-brown liquid d= 1.09-1.14 faster than NaEDC	
		Accel TP	KAWAGUCHI CHEM.		
		Socinol TP	SUMITO CHEM.		
		Tepidone	KOEI CHEM.		
		Noceler TP	OUCHI CHEM.		
		Butyl Namate	VANDERBILT		
		Tepidone	DU PONT		
KMDC	Potassium dimethyl dithiocarbamate	Superaccelerateur 4000	RHONE POULENC	Light orange-yellow transperent liquid d= 1.23 non- staining	Rapid accel for latex secondary accel.
		Robac SBUD	ROBINSON		
		Socinol MPL	SUMITOMO CHEM.		

ตารางที่ ข.1 ต่อ

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
KBDC	Potassium di-n-butyl dithiocarbamate	Butyl Kamate	VANDERBILT	Light yellow d=1.10	Rapid accel for latex (room temp cure)
ZnMDC	Zinc dimethyl dithiocarbamate	Accel PZ Sancoler PZ Methazate Methyl Ziram Ancazate ME	KAWAGUCHI CHEM. SANSHIN CHEM. UNTOYAL CHEM. PENNWALT ANCHOR CHEM.	White powder d= 1.65-2.0 mp=240- 275°C the slowest for latex. Non- staining.	Rapid accel usually actiontors of secondary accel.
ZnEIC (ZDC)	Zinc diethyl dithiocarbamate	Accel EZ Sanceler EZ Ethason Robac ZDC ZDEC Eveite Z	KAWAGUCHI CHEM. SANSHIN CHEM. MONSANTO ROBINSON AKZO CHEMIE ACNA	White powder d=1.47-1.50 mp=171-182°C faster than ZnMDC at latex, slower than ZnMDC at dry	Rapid accel. as same as ZnMDC esp.for room-temp cure for latex



ตารางที่ ข.1 ต่อ

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
ZnBDC	Zinc di-n-butyl dithiocarbamate	Accel BZ	KAWAGUCHI CHEM.	White powder	Rapid accel
		Butyl Zimate	VANERBILT	d=1.24-1.28	as same as
		Ancazate Bu	ANCHOR CHEM.	mp=95-140°C	ZnMDC esp.
		Robac ZBUD	ROBINSON	scorch safe for	for room-
		ZDBC	AKZO CHEMIE	dry,but fastest cure	temp cure
ZnEFDC	Zinc ethylphenyl dithiocarbamate	Nocceler BZ	OUCHI CHEM.	for latex	for latex
		Accel PX	KAWAGUCHI CHEM.	White powder	Rapid accel
		Socinol PX	SUMITOMO CHEM.	d=1.46-1.50	for latex for
		Sanceler PX	SANSHIN CHEM.	mp=195-203°C	cement for
		Nocceler PX	OUCHI CHEM.	most safe to scorch	coated
PPDC	Piperidine pentamethylene dithiocarbamate	Evcite P	ACNA	among zinc	clothe
		Accel PP	KAWAGUCHI CHEM.	Light yellow powder	Ultra rapid
		Nocceler PPD	OUCHI CHEM.	d=1.13-1.20	accel for
		Robac PPD	ROBINSON	mp=160-175°C	room and
		Vulkacit P	BAYER		low temp.
		Accelerator 552	DU PONT		

ตารางที่ ข.2 สารเร่งปฏิกิริยาคาโนซิงกลุ่มแซนเทท (Xanthates)

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
NaPX	Sodium isopropyl xanthate	Sanceler SX Superaccelera- teur 6000	SANSHIN CHEM. RHONE-POULENC	Yellowish white powder d=1.1-1.38 mp= 122-124°C	Ultra-rapid accel.low temp cure for latex. room temp cure cement
ZnPX	Zinc isopropyl xanthate	Sarceler ZX Propyl Zithate Robac ZIX Superaccelera- teur 6005	SANSHIN CHEM. VANDERBILT ROBINSON RHONE-POULENC	White powder d=1.10-1.53 mp=more than 145°C	Ultra-rapid accel room temp short time cure latex goods

ตารางที่ ข.3 สารเร่งปฏิกิริยาคาไนซ์กลุ่มไทอาโซล (thiazole)

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
MZ ZnMBT	Zinc salt of 2-mercaptobenzo-thiazole	Accel MZ Sanceler MZ Socinol MZ Nocceler MZ Pennac ZT ZMBT Vulcafor Zinc Ancap	KAWAGUCHI CHEM. SANSHIN CHEM. SUMITOMO CHEM. OUCHI CHEM. PENWALT AM. CYANAMID ICI ANCHOR CHEM.	Light yellowish white powder d=1.63-1.72 decomp.p:200°C	Semi-rapid accel nearly same as MBT for dry rubber regular accel for latex goods.
CMBT	Cyclohexylamine salt of 2-mercapto-Benzo thiazole	Accel MH Sanceler HM Noacceler M-60	KAWAGUCHI CHEM. SANSHIN CHEM. OUCHI	Light yellow powder d=1.23 mp = more than 100°C	Mainly for latex especially latex foam.

ตารางที่ ข.4 สารเร่งปฏิกิริยาลดคาไนท์กลุ่มไทยูแรม (thiurams)

ชื่อย่อ	ชื่อเคมี	ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	ลักษณะ	การใช้งาน
TS,TMTM	Tetramethyl thiuram monosulfide	Accel TS	KAWAGUCHI CHEM.	Yellow powder	Rapid accel
		Sancelor TS	SANSHIN CHEM.	d=1.37-1.40	usually
		Nocceler TS	OUCHI CHEM.	mp=103-114°C	secondary
		Cyuram MS	AM. CYANAMIDE	non-staining lower	accel for
		Mono-Thiurad	MONSANTO	scorchy among	guanidine
		Thiuram MS	RHONE-POULENC	thiuram	thiazol for
		Pobac T.M.S.	ROBINSON		CR
TT,TMTD	Tetramethyl thiuram disulfide	Accel TMT	KAWAGUCHI CHEM.	White powder	Rapid accel
		Sancelor TT	SANSHIN CHEM.	d=1.38-1.44	secondary
		Methyl thiuram	PENWALT	mp=135-148°C	accel or
		Accto TMTD	ACETO CHEM.	non-staining	activator
		Royal TMTD	H.M. ROYAL		vulcanizing
		Thiurad	MONSANTO		agent
DPTH	Dipentamethylene thiuram hexasulfide	Socinol TRA	SUMITOMO CHEM.	Light yellowish powder	Rapid accel
		Sulfads	VANDERBILT	d=1.47-1.53 mp =	for dry and
		Tetrone A	DU PONT	more than 105°C	latex

## ภาคผนวก ค

## วิธีการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง

ความต้านแรงดึง (tensile tester) หมายถึง เป็นแรงต่อหน่วยพื้นที่เริ่มต้นที่ดึงยางนั้นจนขาด หน่วยเป็น เมกะพาสคัล

ความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 และ 500 (modulus at 300% and 500%) หมายถึง แรงต่อหน่วยพื้นที่ ที่ดึงยางออกให้ได้ความยาว 3 เท่า และ 5 เท่าของความยาวเดิม หน่วยเป็น เมกะพาสคัล

ความยืดเมื่อขาด (elongation at break) หมายถึง ความยาวของยางที่ยืดได้จนกระทั่งยางขาด หน่วยเป็น ร้อยละ

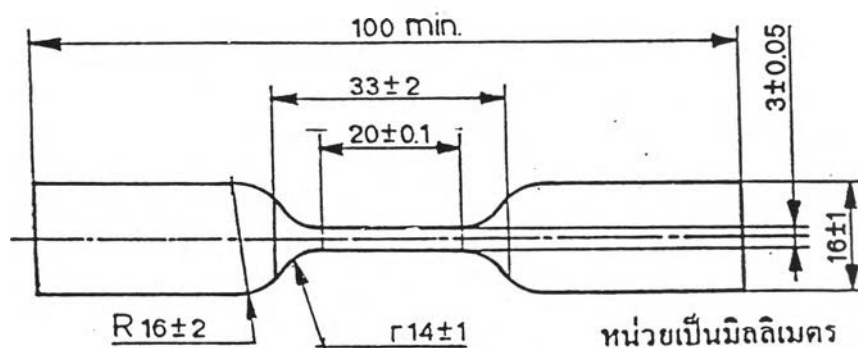
การบ่มเร่ง (accelerated age) หมายถึง กรรมวิธีที่ทำให้ชิ้นทดสอบมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพหลังการใช้งานจริงแต่ใช้เวลาสั้นกว่า

## 1) เครื่องมือ

เครื่องทดสอบการดึงยืด (LLOYD LR 50K) สามารถดึงยืดด้วยความเร็ว  $500 \pm 20$  มิลลิเมตรต่อนาที

## 2) การเตรียมชิ้นทดสอบ

-ให้ตัดถุงมือยางตัวอย่างแต่ละข้างตามแนวยาวเป็นรูปดัมส์เบล ดังรูปที่ ค.1 จำนวน 20 ชิ้น ความหนาเป็นความหนาของถุงมือยาง เพื่อนำไปทดสอบความต้านแรงดึง ความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 และ 500 และความยืดเมื่อขาด ในภาวะก่อนบ่มเร่ง และหลังบ่มเร่ง อย่างละ 10 ชิ้น



รูปที่ ค.1 ขนาดของชิ้นตัวอย่าง

-ทำเครื่องหมายพิกัดให้ถูกต้องและชัดเจน มีความยาวพิกัดเป็น  $20.0 \pm 0.1$  มิลลิเมตร  
วัดความหนาของชิ้นทดสอบในช่วงระยะความยาวพิกัด 3 ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำไปคำนวณหาพื้นที่ภาคตัดขวาง (A)

3) วิธีทดสอบในภาวะก่อนบ่มแรง

-จับชิ้นทดสอบด้วยหัวจับให้แน่นเพื่อไม่ให้เกิดการบิดในระหว่างทดสอบ  
-ดึงชิ้นทดสอบด้วยความเร็ว  $500 \pm 20$  มิลลิเมตรต่อนาที วัดความยาวตามรอยที่ทำเครื่องหมายไว้เมื่อชิ้นทดสอบยืดออกไป 300%, 500% และเมื่อขาด

4) วิธีทดสอบในภาวะหลังบ่มแรง

-นำชิ้นทดสอบใส่ในตู้อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หรือที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง  
-นำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 96 ชั่วโมง แล้วนำไปดำเนินการตามข้อ 2 ดังกล่าวข้างต้น

5) วิธีการคำนวณ

-คำนวณหาความต้านแรงดึง จากสูตรดังนี้

$$T = \frac{F}{A}$$

เมื่อ T คือ ความต้านแรงดึง หน่วยเป็นเมกะพาสคัล

F คือ แรงดึงสูงสุด หน่วยเป็นนิวตัน

A คือ พื้นที่ภาคตัดขวางของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร

-คำนวณหาความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 จากสูตรดังนี้

$$\text{ความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300} = \frac{f}{A}$$

เมื่อ f คือ แรงที่ดึงตัวอย่างยาวออกไป 300% (3 เท่า) หน่วยเป็นนิวตัน

A คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างยาวเริ่มต้น หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร

-คำนวณหาความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 500 ทำแบบเดียวกับ ความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300

-คำนวณหาความยืดเมื่อขาด จากสูตรดังนี้

$$E = \frac{L_1 - L_0}{L_0} * 100$$

เมื่อ E คือ ความยืดเมื่อขาด หน่วยเป็นร้อยละ

$L_1$  คือ ความยาวระหว่างเครื่องหมายพิกัดขณะขาด หน่วยเป็นมิลลิเมตร

$L_0$  คือ ความยาวพิกัดก่อนทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

6) ทำซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

## ภาคผนวก ง

### เครื่อง Particle Size Analyzer

เครื่อง Particle size analyzer จะทำการวัดขนาดอนุภาคของสาร ถ้าสารที่นำมาวัดไม่อยู่ในรูปดีสเพอร์ชัน ต้องใช้สารช่วยให้เกิดการกระจายตัว (dispersing agent) ก่อน

วิธีการใช้เครื่อง Particle size analyzer

- 1) เช็ควัดของเลนส์ที่ต้องการใช้ให้ถูกต้อง (45 mm, 100 mm, 300 mm)
- 2) เปิดน้ำหล่อเย็นเข้าตัวเครื่อง
- 3) เปิดสวิตช์ไฟตรงด้านหลังของตัวเครื่อง และเปิดสวิตช์ที่ตัวเครื่อง (Laser on)
- 4) เปิดตัวเครื่อง computer และเครื่องพิมพ์ Laser Printer
- 5) เมื่อขึ้น C:> win เครื่องจะ load เข้าสู่โปรแกรม sizer
- 6) Click setup เพื่อ
  - set up Hardware เลือก size Range (Focus) และ sample unit
  - set up Analysis เลือก Analysis model และ particle size density = 1
  - set up Presentation เลือก Presentation (material refractive index)
- 7) ใส่ชื่อ sample และ notes
- 8) เลือก Align เมื่อ Align เสร็จแล้วเครื่องจะบอกขั้นตอนต่อไป ซึ่งได้แก่ การเช็ค Background, Insert sample, ใส่ตัวอย่างและแสดงผล



## ภาคผนวก จ

## ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ จ.1 สมบัติกายภาพด้านการตั้งยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มแรงของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด (เมกะพาสคัล) ร้อยละ		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		300	500	
2.60	0.85	1.58	21.94	.6996	1.174	1074
2.60	0.80	1.58	20.22	.6604	1.181	1090
2.60	1.19	1.58	22.32	.7454	1.175	1071
2.60	1.25	1.58	22.96	.6698	1.120	1088
2.60	1.19	3.30	17.50	.7482	1.263	1071
2.60	1.19	2.32	21.69	.7418	1.261	1058
2.60	1.19	1.58	22.32	.7454	1.275	1050
2.60	1.19	1.38	26.07	.8270	1.226	1003
4.69	1.19	1.58	21.19	.5719	1.706	1071
3.78	1.19	1.58	22.32	.6905	1.940	989
2.60	1.19	1.58	27.12	.7454	1.275	956
2.48	1.19	1.58	30.63	.6046	1.845	894

ตารางที่ ๑.2 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มแรง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		(เมกะพาสคัล) ร้อยละ		
				300	500	
2.60	0.85	1.58	15.24	.5876	.9794	1155
2.60	0.80	1.58	15.23	.5997	.9995	1160
2.60	1.19	1.58	15.16	.6006	1.001	1168
2.60	1.25	1.58	16.30	.6304	.9945	1149
2.60	1.19	3.30	13.90	.5805	1.008	1231
2.60	1.19	2.32	15.16	.5471	.9360	1193
2.60	1.19	1.58	15.67	.6006	1.001	1168
2.60	1.19	1.38	16.80	.6355	1.059	1148
4.69	1.19	1.58	14.35	.6396	1.166	1168
3.78	1.19	1.58	15.16	.7336	1.145	1112
2.60	1.19	1.58	17.62	.6006	1.151	1084
2.48	1.19	1.58	18.67	.6932	1.155	1083

ตารางที่ ๑.3 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มแรงของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 5 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		(เมกะพาสคัล) ร้อยละ		
				300	500	
2.60	0.85	1.58	27.38	.8730	1.528	1044
2.60	0.80	1.58	28.93	.8240	1.494	1085
2.60	1.19	1.58	27.56	.8399	1.506	1050
2.60	1.25	1.58	28.60	.8446	1.587	1015
2.60	1.19	3.30	25.43	.7599	1.273	1082
2.60	1.19	2.32	25.46	.7312	1.267	1073
2.60	1.19	1.58	27.56	.8399	1.306	1050
2.60	1.19	1.38	28.66	.7599	1.294	1101
4.69	1.19	1.58	25.77	.7744	1.329	1069
3.78	1.19	1.58	26.71	.7615	1.291	1074
2.60	1.19	1.58	27.56	.8399	1.306	1050
2.48	1.19	1.58	29.00	.7833	1.333	1076

ตารางที่ ๑.4 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มแรงที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมี ในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 5 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		(เมกะพาสคัล) ร้อยละ		
				300	500	
2.60	0.85	1.58	17.74	.7027	1.274	1096
2.60	0.80	1.58	17.46	.7275	1.241	1082
2.60	1.19	1.58	17.43	.7321	1.248	1093
2.60	1.25	1.58	17.56	.7210	1.271	1077
2.60	1.19	3.30	17.62	.7261	1.057	1092
2.60	1.19	2.32	16.56	.7174	1.062	1101
2.60	1.19	1.58	17.43	.7321	1.048	1093
2.60	1.19	1.38	18.69	.7021	1.054	1081
4.69	1.19	1.58	15.43	.6210	1.135	1118
3.78	1.19	1.58	16.56	.6732	1.124	1091
2.60	1.19	1.58	17.43	.7321	1.148	1093
2.48	1.19	1.58	16.94	.6538	1.129	1110

ตารางที่ ๑.5 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มแรง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 6 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด (เมกะพาสคัล) ร้อยละ		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		300	500	
2.60	0.85	1.58	27.89	.7977	1.351	1102
2.60	0.80	1.58	25.37	.7486	1.345	1098
2.60	1.19	1.58	28.06	.8494	1.431	1091
2.60	1.25	1.58	26.41	.7770	1.336	1087
2.60	1.19	3.30	25.95	.7491	1.368	1076
2.60	1.19	2.32	26.10	.7446	1.357	1080
2.60	1.19	1.58	28.06	.8494	1.331	1051
2.60	1.19	1.38	28.74	.8244	1.336	1062
4.69	1.19	1.58	27.67	.8365	1.571	1064
3.78	1.19	1.58	28.48	.8771	1.577	1051
2.60	1.19	1.58	28.06	.8494	1.531	1051
2.48	1.19	1.58	28.82	.8313	1.479	1053

ตารางที่ ๑.6 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มเร่ง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 6 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		(เมกะพาสคัล) ร้อยละ		
				300	500	
2.60	0.85	1.58	20.24	.7390	1.214	1172
2.60	0.80	1.58	21.32	.7127	1.192	1153
2.60	1.19	1.58	19.54	.7227	1.187	1165
2.60	1.25	1.58	21.20	.7111	1.191	1157
2.60	1.19	3.30	17.01	.7341	1.249	1071
2.60	1.19	2.32	18.43	.6972	1.210	1088
2.60	1.19	1.58	19.54	.7227	1.287	1085
2.60	1.19	1.38	20.12	.8210	1.231	1079
4.69	1.19	1.58	18.46	.6997	1.167	1097
3.78	1.19	1.58	19.64	.7002	1.169	1112
2.60	1.19	1.58	19.54	.7227	1.187	1095
2.48	1.19	1.58	22.04	.7657	1.211	1102

ตารางที่ ๑.7 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะก่อนบ่มแรงของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 7 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		(เมกะพาสคัล) ร้อยละ		
				300	500	
2.60	0.85	1.58	28.95	.9468	1.685	1059
2.60	0.80	1.58	28.79	.9270	1.651	1076
2.60	1.19	1.58	28.75	.8139	1.515	1067
2.60	1.25	1.58	28.75	.8197	1.479	1086
2.60	1.19	3.30	27.98	.8561	1.525	1078
2.60	1.19	2.32	28.59	.8391	1.474	1061
2.60	1.19	1.58	28.75	.8139	1.415	1067
2.60	1.19	1.38	29.98	.8091	1.407	1091
4.69	1.19	3.30	27.42	.8983	1.604	1055
3.78	1.19	2.32	27.73	.9057	1.616	1051
2.60	1.19	1.58	28.75	.8139	1.515	1067
2.48	1.19	1.38	28.03	.7939	1.581	1047

ตารางที่ ๑.8 สมบัติกายภาพด้านการดึงยางของถุงมือยางที่ภาวะหลังบ่มแรง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ของน้ำยางผสมสารเคมี ของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ที่มีเวลาบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 7 วัน

สัดส่วนขนาดอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )			ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)	ความเค้นดึงที่ความยืด		ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)
Sulfur	ZnO WS	ZDEC		(เมกะพาสคัล) ร้อยละ		
				300	500	
2.60	0.85	1.58	21.23	.7462	1.251	1097
2.60	0.80	1.58	22.17	.7981	1.352	10811
2.60	1.19	1.58	21.63	.7889	1.349	1070
2.60	1.25	1.58	22.20	.7763	1.341	1060
2.60	1.19	3.30	17.16	.6530	1.287	1063
2.60	1.19	2.32	19.60	.7277	1.224	1073
2.60	1.19	1.58	21.63	.7889	1.349	1070
2.60	1.19	1.38	24.60	.8187	1.326	1055
4.69	1.19	1.58	18.92	.7684	1.310	1072
3.78	1.19	1.58	19.44	.7480	1.276	1079
2.60	1.19	1.58	21.63	.7889	1.349	1070
2.48	1.19	1.58	19.65	.8241	1.456	1073



## ภาคผนวก จ

### ชนิดของ ZnO

ในการเตรียมน้ำยางผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการผลิตถุงมือยาง จะต้องทำการบ่มน้ำยางผสมสารเคมีเพื่อให้น้ำยางเกิดการคงรูปและโมเลกุลเชื่อมโยงกันอย่างสมบูรณ์ การที่จะทำให้น้ำยางเกิดการคงรูปได้ ต้องเติมสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ (vulcanizing system) ประกอบด้วย สารวัลคาไนซิงค์ สารช่วยเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ และสารกระตุ้นปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ ในสารช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ที่นิยมใช้คือ ZnO ซึ่งมีหลายชนิด จึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบว่ามีความแตกต่างกันเช่นไร และให้ผลของขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างกันเป็นอย่างไร ได้ผลดังนี้

1) ทำการเปรียบเทียบขนาดอนุภาคเฉลี่ยเมื่อทำการบดย่อยโดยใช้บอลลมิลที่เวลาต่างๆ พบว่า ZnO ชนิด white seal จะมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยเล็กที่สุด เมื่อใช้เวลาในการบดย่อยโดยบอลลมิลเป็นเวลาเท่ากัน

ตารางที่ จ.1 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของ ZnO แต่ละชนิด เมื่อทำการบดย่อยโดยบอลลมิล ที่เวลา 8 และ 12 ชั่วโมง

สารเคมี	เวลาที่ใช้ในการบดย่อย (ชั่วโมง)	ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (ไมโครเมตร)
ZnO ชนิด white seal	8	2.35
	12	3.33
ZnO ชนิด transparent	8	8.55
	12	7.10
ZnO ชนิด active	8	7.58
	12	7.38

2) ใช้ขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่ได้ใน ZnO แต่ละชนิดมาเตรียมน้ำยาผสมสารเคมี แล้วนำมาบ่มเป็นเวลา 7 วัน นำไปขึ้นรูปเป็นถุงมือยาง นำถุงมือยางที่ได้มาวัดสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง ได้ผลดังตารางที่ จ.2 พบว่า ZnO(WS)ดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง โดยในส่วนของความต้านแรงดึง จะมีค่าเฉลี่ย 26 MPa ในถุงมือยางก่อนบ่มแรง สำหรับ ZnO(transparent)ดิสเพอร์ชัน และ ZnO(active)ดิสเพอร์ชัน พบว่าขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างมีผลต่อสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง โดยในส่วนของความต้านแรงดึงนั้น ขนาดที่เล็กกว่าจะมีค่าที่สูงกว่า โดยมีค่า 30 MPa ในถุงมือยางก่อนบ่มแรง ผลการทดลองนี้เป็นผลที่ทำการทดลองเพียงบางส่วนเท่านั้นจึงยังไม่เห็นผลที่ชัดเจน จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ตารางที่ จ.2 สมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง ของ ZnO แต่ละชนิดที่มีขนาดที่แตกต่างกัน

สารเคมี	ความต้านแรงดึง (เมกะพาสคัล)		ความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ (เมกะพาสคัล)				ความยืดเมื่อขาด (ร้อยละ)	
	ก่อนบ่มแรง	หลังบ่มแรง	ก่อนบ่มแรง		หลังบ่มแรง		ก่อนบ่มแรง	หลังบ่มแรง
			300	500	300	500		
ZnO WS 8 hr	26.45	14.51	0.6906	1.157	0.6906	1.152	1082	1052
ZnO WS 12 hr	26.16	11.17	0.6766	1.128	0.5696	0.9493	1121	1049
ZnO Active 8 hr	26.58	19.36	0.7347	1.252	0.7915	1.348	1070	1042
ZnO Active 12 hr	30.68	20.69	1.878	3.707	0.7745	1.338	982	1026
ZnO transparent 8 hr	25.89	17.72	0.7036	1.171	0.6825	1.148	1103	1114
ZnO transparent 12 hr	30.34	12.66	0.9497	1.749	0.5884	0.9807	1113	1082

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวชมพูนุท ลัญจกร เกิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อ ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541