

บทที่ 4

วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย

4.1 วัสดุประเภทสารเคมี

4.1.1 น้ำยางข้น (Concentrate latex) ผลิตจากบริษัทปัดตานีอุตสาหกรรมการยาง จำกัด มีคุณสมบัติตรวจเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2531 ดังนี้

Total Solid Content	61.52%
Dry rubber Content	60.11%
Non-rubber solid	1.41%
Alkalinity (As Ammonia on total weight)	0.29%
Alkalinity (As Ammonia on water phase)	0.76%
Mechanical stability (second)	1503 seconds
Volatile fatty acid number (VFA)	0.04%
KOH number	0.53%
pH of latex	9.86

low ammonia preserve latex

4.1.2 PENTAERYTHRITOL TETRAKIS-3-MERCAPTOPROPIONATE
($C-(CH_2COOCH_2CH_2SH)_4$) แทนด้วย Polythiol I

4.1.3 TRIMETHYLOL PROPANE TRIS-3-MERCAPTOPROPIONATE
($(HSCH_2CH_2COOCH_2)_3CC_2H_5$) แทนด้วย Polythiol II

4.1.4 1,4 BUTANE DIOL DITHIO PROPANE TRIS-3-MERCAPTOPROPIONATE
($HSCH_2CH_2COO-(CH_2)-COOCH_2CH_2SH$) แทนด้วย Polythiol III

4.1.5 2-ETHYLHEXYL ACRYLATE MONOMER
($CH_3(CH_2)_5CH(C_2H_5)CH_2OCOCH=CH_2$) แทนด้วย 2EHA Assay Min 98.0% ผลิตจากบริษัท WAKO PURE CHEMICAL INDUSTRIES LTD JAPAN

4.1.5 CARBON TETRA CHLORIDE (CCL_4)
ANALAR เกรด ผลิตจาก BDH อังกฤษ

4.1.6 TETRA HYDRO FURAN
Analar เกรด ผลิตจาก BDH อังกฤษ

4.1.7 POLYXYETHYLENE SORBITANMONOLAVRATE หรือ TWEEN-20

4.1.8 POTASSIUM OLEATE ($C_{17}H_{33}COOK$)

4.1.9 BENZENE (C₆H₆)

4.2 อุปกรณ์เครื่องมือ

4.2.1 ต้นกำเนิดรังสีแรงสูง มีสองแหล่งคือ

4.2.1.1 ต้นกำเนิดรังสี จาก Co-60 ของบริษัทแคนดอล แกมมาตรอน จำกัด เป็น ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้งานฉายรังสีเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เชิงพาณิชย์ขณะเริ่มทำการ (ปี 1988) มีค่า Activity 220 kCi ระบบเครื่องมืออัตโนมัติเป็นของบริษัท H.S. MARSH LIMITED ประเทศอังกฤษคุณสมบัติของเครื่องสรุปคือ

Facility	=	Irradiated Single use medical Supply
Type	=	48 Pass carrier Type
Capacity	=	192 boxes on 48 carrier in irradiator
Source	=	Co-60
Irradiation box	=	59 x 34 x 43 cm
Out Put	=	225 box/day / 220 kCi
density	=	0.15 gm/cm ³
Process time	=	20 hr.
cycle time	=	6 hr.

Radiation Shielding : Ordinary Concrete 175 cm

ค่าปริมาณรังสีวัดจาก Dose Meter ประเภท Dyed Polymethyl Methacrylate หนาประมาณ 3 มม. ช่วงวัดรังสี 0.5-5 Mrad การอ่านค่าอ่านจาก Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 640 nm การสอบเทียบความแม่นยำจะสอบปีละ 4 ครั้ง โดยสอบเทียบกับ IDAS (International Physical laboratory) U.K., และหน่วย NBS (National Bureau of standard) USA ค่าความเบี่ยงเบนจากค่ามาตรฐาน กระจายอยู่ช่วง -0.77 ถึง -5.4%

4.2.1.2 ต้นกำเนิดรังสีจาก Co-60 ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ขนาดต้นกำเนิด 214 kCi เมื่อเมษายน 2526 ตัวเครื่องเป็นของบริษัท Atomic Energy of Canada Ltd. ตามรูปที่ 4.4, 4.5, 4.6, 4.7

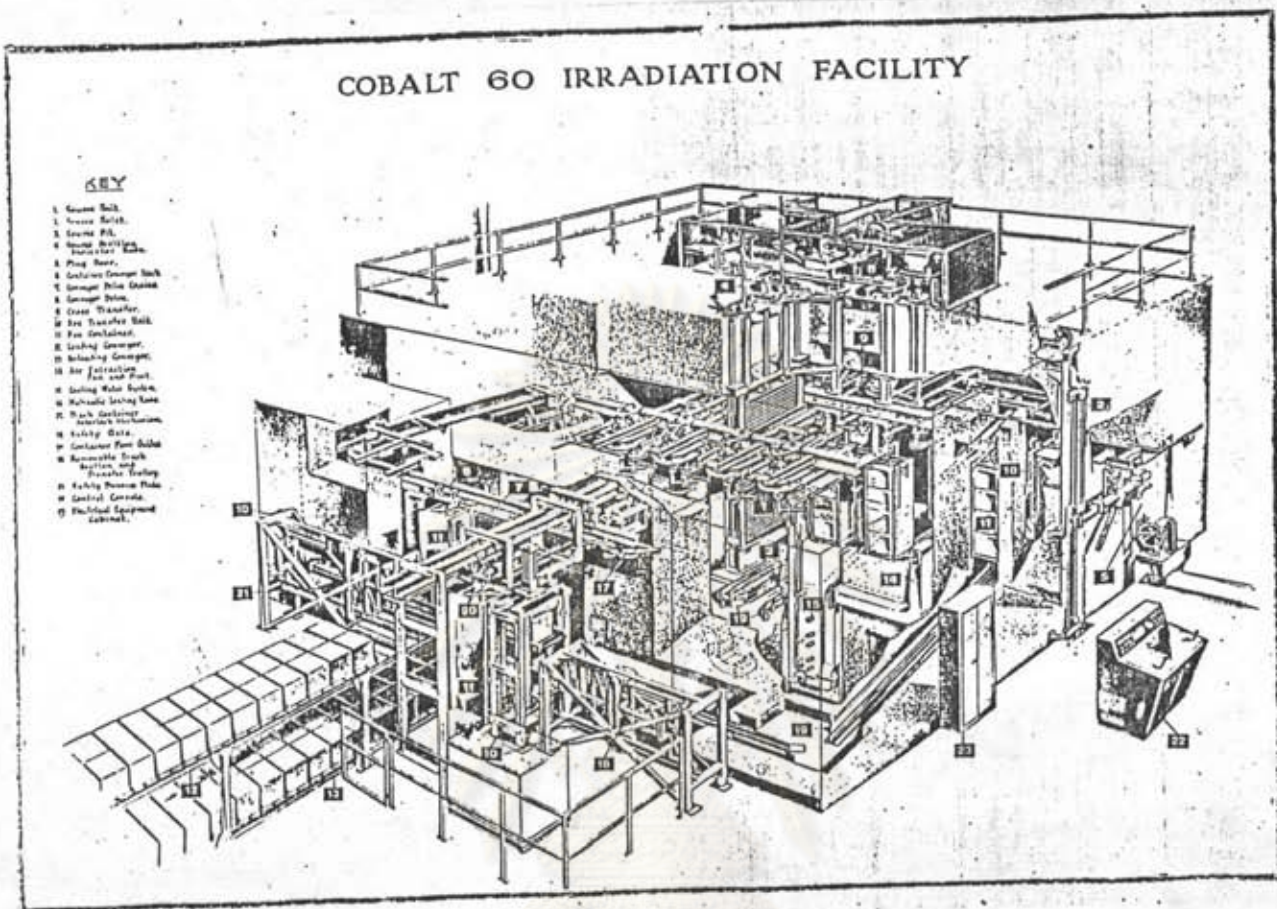
4.2.2 ชุดเตรียมตัวอย่างขึ้นเพื่อฉายรังสี

- Hot - Plate Stirrer
- Magnetic Bar
- Beaker ขนาด 50 , 100 , 1000 cm³
- ขวด ขนาด 4 ออนซ์

4.2.2 ชุดเตรียม Film ยาง

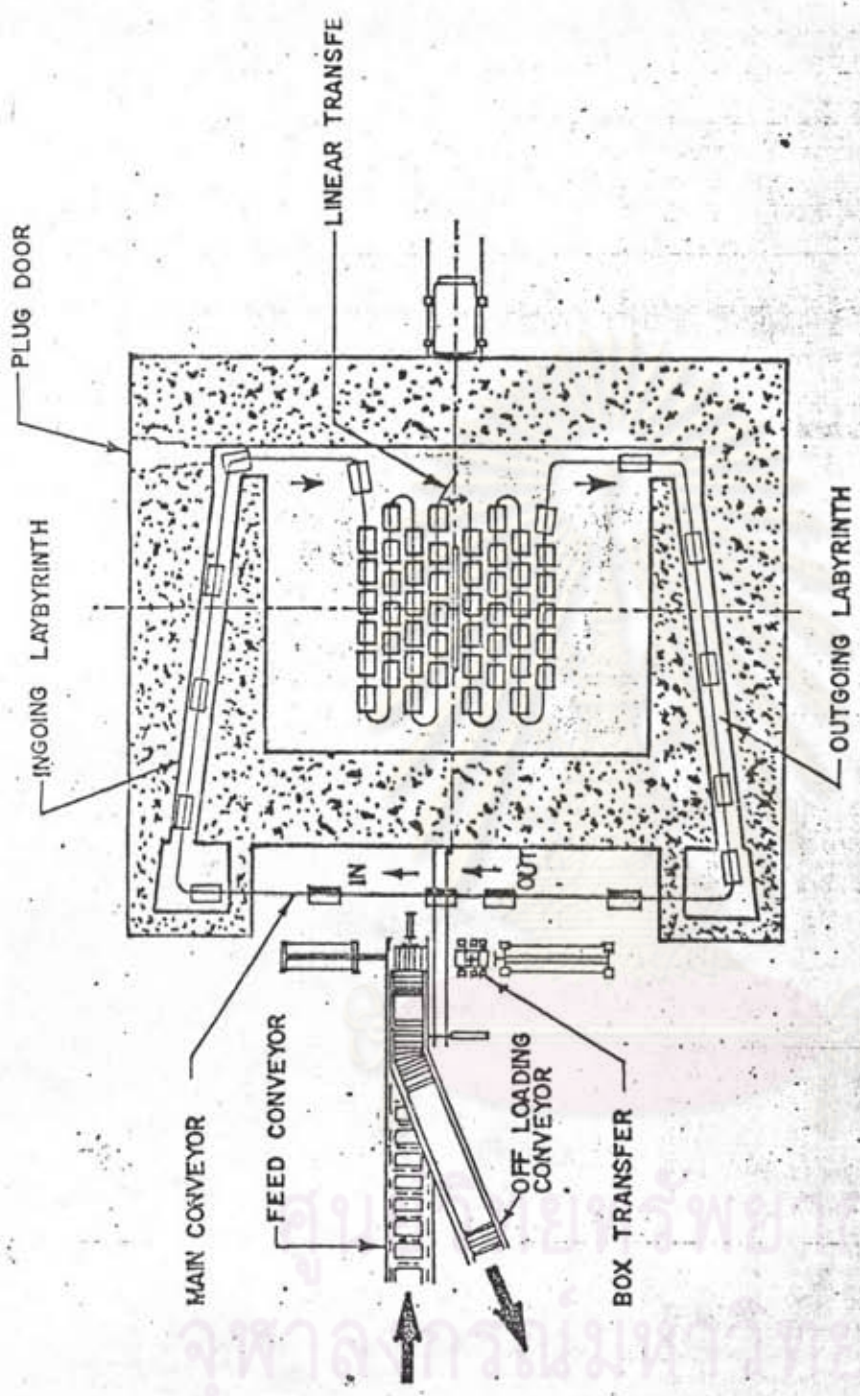
- แผ่นกระจกใสขนาด 15x15 cm ที่ขอบกันแสงขึ้นทั้งสี่ด้านประมาณ 3 mm.

- Sieve ขนาด 150 เมช
- แท่งแก้วควาน



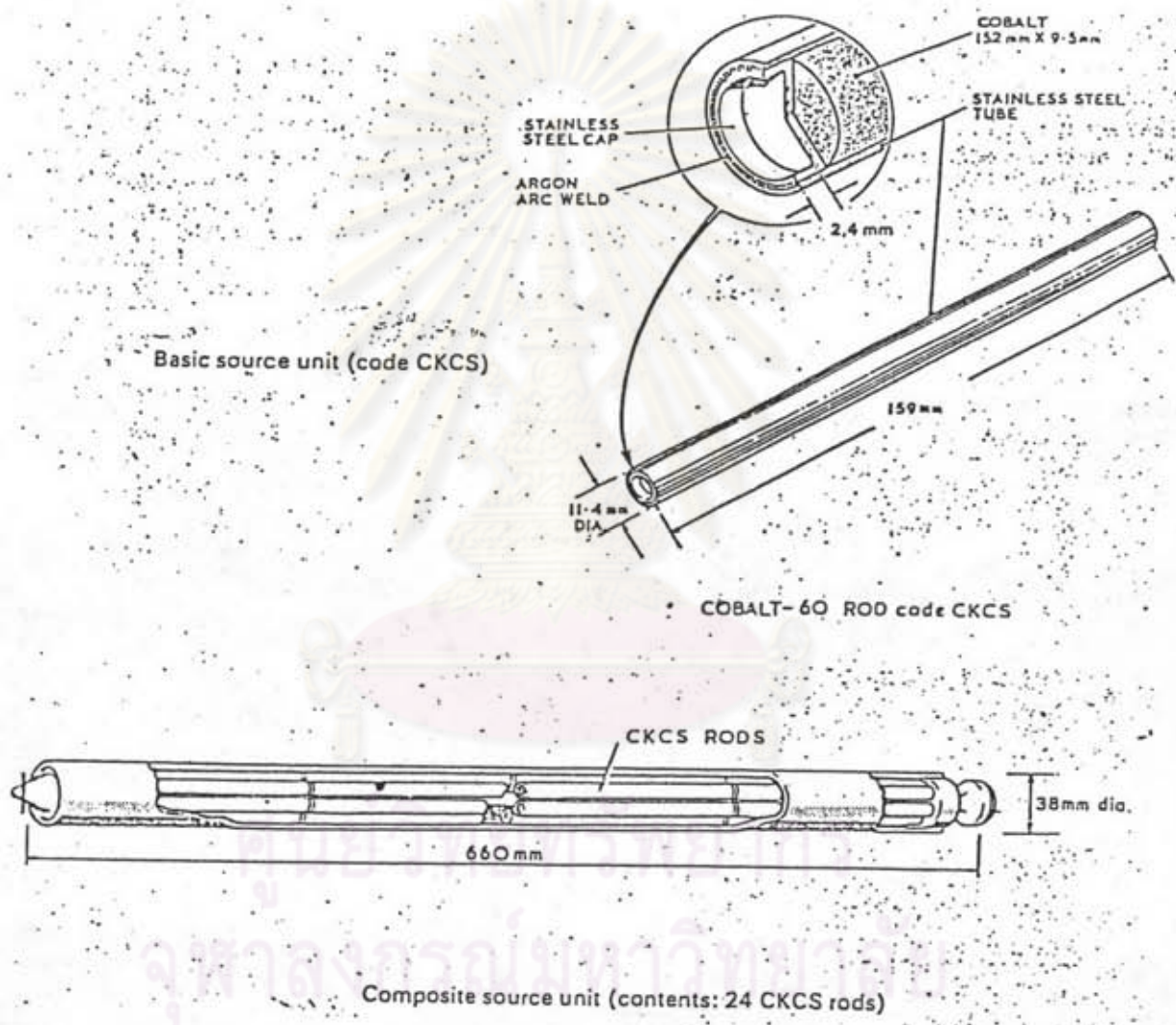
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 รูปรวมเครื่องฉายรังสีของ บ.แกมมาตรอน จ.ก

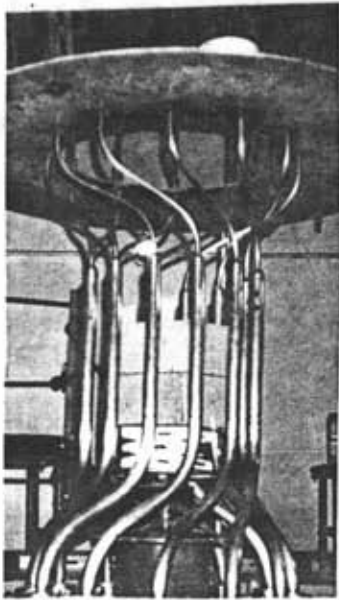


IRRADIATION CELL WITH CONVEYOR SYSTEM..

4.2 รูปแสดงทิศทางทางการเคลื่อนที่เข้าฉายรังสี



4.3 รูปแสดงแท่งต้นกำเนิดรังสีของเครื่องฉายรังสี



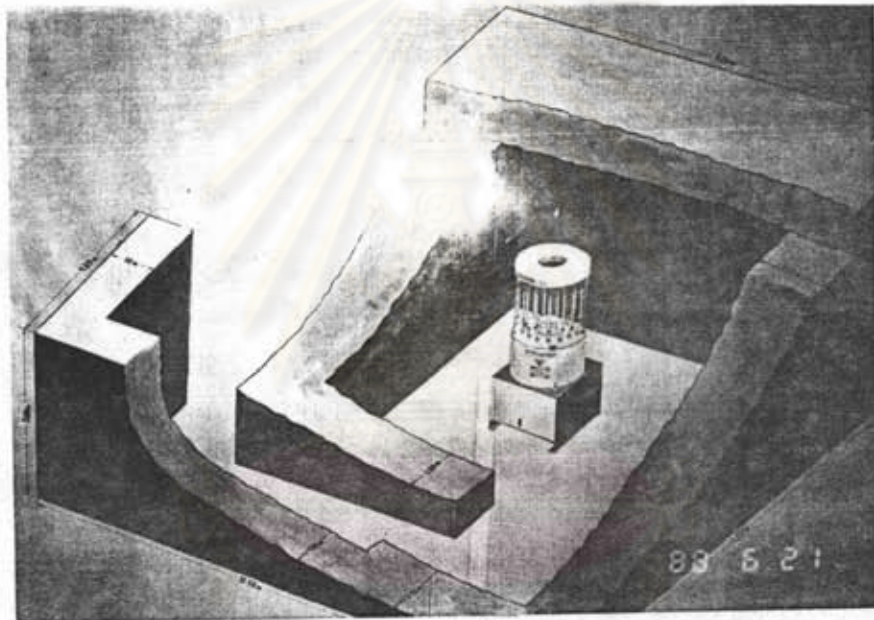
4.4



4.5



4.6



4.7

4.4 รูปแสดงตำแหน่งการวางนำยางเพื่อฉายรังสี

4.5 รูปแสดงด้านบนตำแหน่งวางขวดเป็นวงกลมรอบแท่งกำเนิดรังสี

4.6 รูปแสดงตู้ควบคุมต้นกำเนิดรังสี

4.7 รูปแสดงตำแหน่งต้นกำเนิดรังสีภายในห้องที่มีผนังกำบังรับสี

concrete หนา 1.5 เมตร

4.2.3 ชุดเตรียมตัวอย่างยาง

- Hot - Plate Stirrer - ถาดใส่ผงโลหะที่ใช้ทำเป็น Heat Bath
- เครื่องชั่งละเอียด Mettler H54 AR
- Flat Round Bottle flask ขนาด 2000 cc ที่มี Ground Joint พร้อม Adaptor
- Condenser ชนิดสองชั้น และชนิด Spiral อย่างละ 1 อัน
- Sieve ขนาด 250 เมช ที่พับเป็นช่องสี่เหลี่ยมภายในบรรจุยางตัวอย่างเล็ก ๆ

ชุด Sieve ที่ทำเป็นช่องบรรจุยางแสดงตามภาพที่ 4.8



รูปที่ 4.8 รูปชุด Sieve ห้อยยางหาค่าเจล

4.2.3.2 ชุดเตรียมตัวอย่างขึ้นยางเพื่อค้นหาคุณสมบัติทางกายภาพ

- เครื่องตัดยางเป็นรูป Dumbell โดยหัวตัดหรือหัวกด (Die) C ตามภาพแสดงเครื่องตัดรูปที่ 4.9

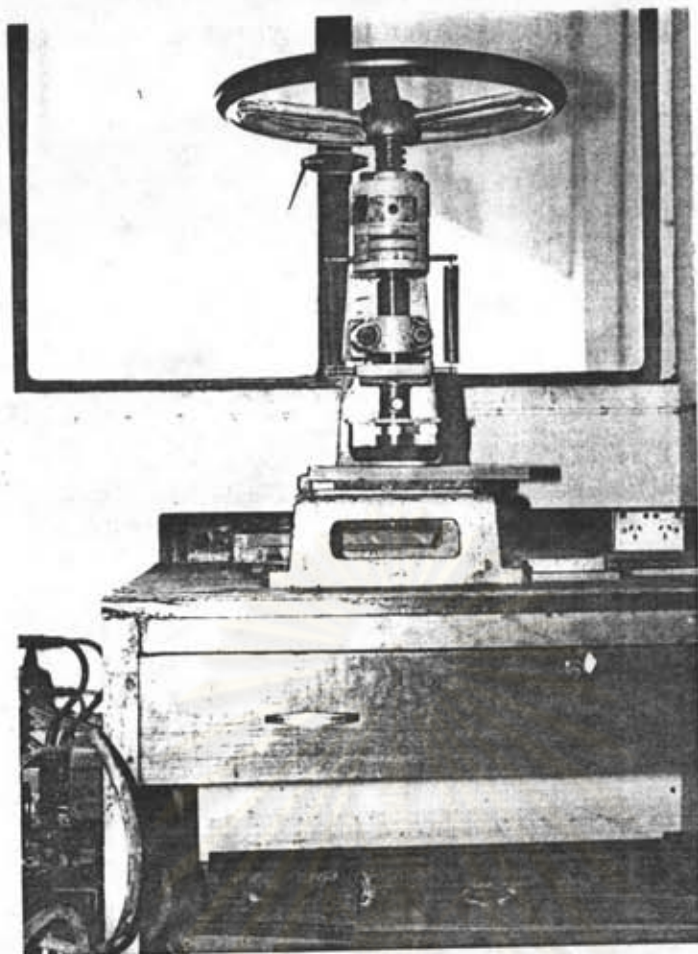
- เครื่องมือวัดขนาดความหนาวยาง (Vial gauge)

4.2.3.2 ชุดหา Crosslink density

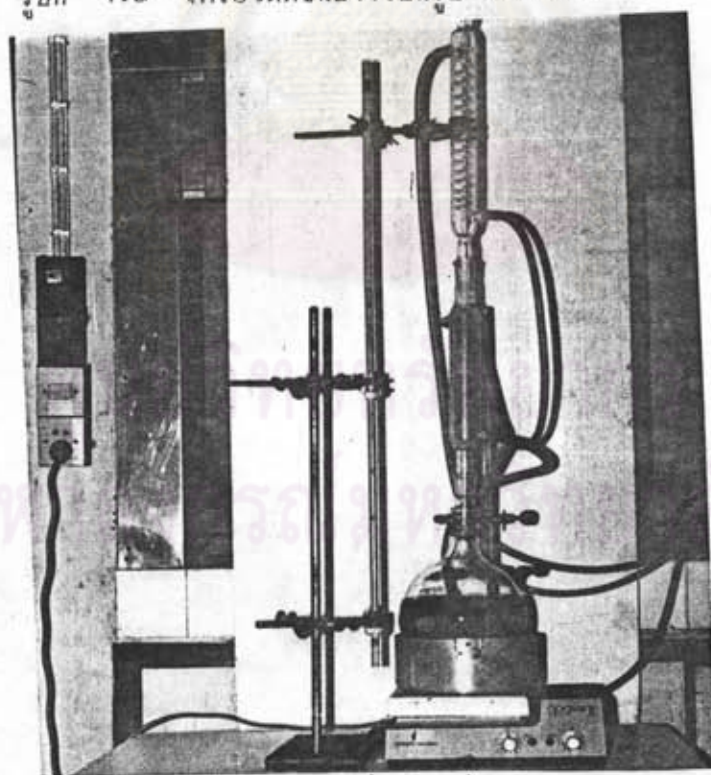
- ขวดซิ่ง
- ขวดขนาด 4 ออนซ์
- โถแก้ว พร้อมแผ่นกระจก

4.2.4 ชุดเครื่องวิเคราะห์

- 4.2.4.1 ชุดหาปริมาณเจล ตามรูปที่ 4.10

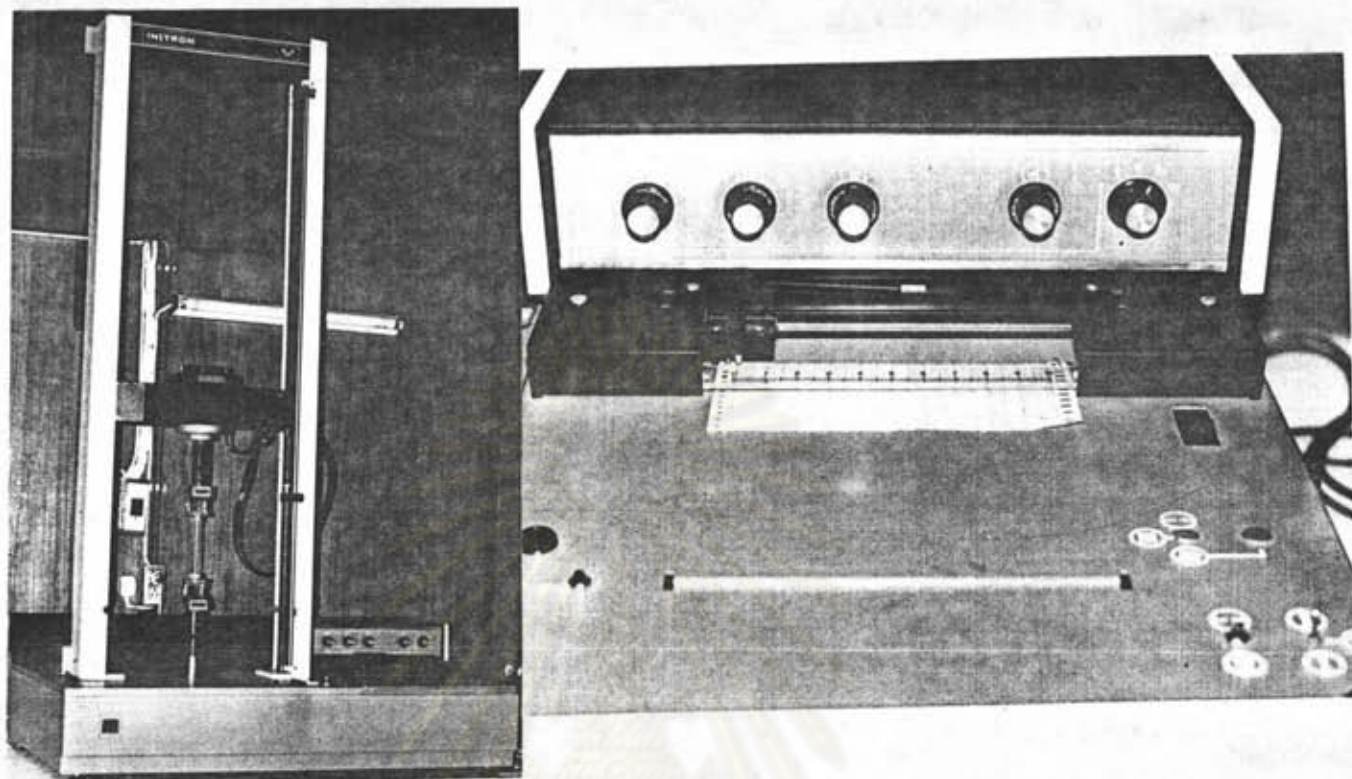


รูปที่ 4.9 เครื่องตัดชิ้นยางเป็นรูป Dumbell



ภาพ 4.10 ชุดเครื่องมือกลั่นแบบ reflux หาปริมาณเจล

4.2.4.2 เครื่องทดสอบแรงดึงและการขาด เป็นเครื่อง Universal tester ของ Instron 1026 แสดงตามรูปที่ 4.11



ภาพ 4.11 เครื่องทดสอบแรงดึง ของ Instron 1026 , และเครื่องบันทึกผล

4.2.4.3 ชุดเครื่องมือหา Crosslink density ประกอบด้วยขวดชั่ง (Weighing Bottle) และมิดตัดยางให้มีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่า ๆ กัน

4.2.5 เครื่องมืออื่น ๆ

- Hot air oven
- Vacuum Dry Oven
- Dessicator

4.3 การดำเนินการวิจัย

การเตรียมโอยางชิ้นก่อนเอาบรังสีเตรียมตามสูตรต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 สูตรที่ใช้ Polythiol I เป็นสารไวปฏิกิริยา

ปริมาณสารไวปฏิกิริยา	5phr	4phr	3 phr	2 phr	1phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
Polythiol I (gm)	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.50	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.2 สูตรที่ใช้ POLYTHIOL II เป็นสารไวปฏิกิริยา

ปริมาณสารไวปฏิกิริยา	5phr	4phr	3 phr	2 phr	1phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
Polythiol II (gm)	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.58	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.3 สูตรที่ใช้ Polythiol III เป็นสารไวปฏิกิริยา

ปริมาณสารไวปฏิกิริยา	5phr	4phr	3 phr	2 phr	1phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
Polythiol III (gm)	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.58	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.4 สูตรที่ใช้ Carbon Tetrachloride เป็นสารไวพฏิกิริยา

ปริมาณสารไวพฏิกิริยา	5phr	4phr	3 phr	2 phr	1phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
CCl ₄	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.58	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.5 สูตรที่ใช้ CCl₄ และ Polythiol I เป็นสารไวพฏิกิริยา

ปริมาณสารไวพฏิกิริยา	2.5:2.5phr	2.1:2.0phr	1.5:1.5phr	1.0:1.0phr	0.5:0.5phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
Polythiol I (gm)	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.58	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.6 สูตรที่ใช้ CCl₄ และ Polythiol II เป็นสารไวพฏิกิริยา

ปริมาณสารไวพฏิกิริยา	2.5:2.5phr	2.0:2.0phr	1.5:1.5phr	1.0:1.0phr	0.5:0.5phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
Polythiol II (gm)	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.58	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.7 สูตรที่ใช้ CCl_4 และ Polythiol III เป็นสารไวปฏิกิริยา

ปริมาณสารไวปฏิกิริยา	2.5:2.5phr	2.0:2.0phr	1.5:1.5phr	1.0:1.0phr	0.5:0.5phr
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
Polythiol III (gm)	10.5	8.42	6.31	4.21	2.11
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
น้ำ (gm)	48.5	50.58	52.69	54.79	56.89
น้ำหนักรวม (gm)	420.2	420.2	420.2	420.2	420.2

4.3.8 สูตรที่ใช้ 2 EHA และหรือร่วมกับ CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา โดยใช้อัตราส่วน 2 EHA : CCl_4 เป็น phr

องค์ประกอบย่อย	ปริมาณสารไวปฏิกิริยา				
	(9:0)phr	(6:0)phr	(3:0)phr	(6:1)phr	(6:1.5)phr
น้ำยางชั้น (gm)	540	540	540	540	540
2EHA (gm)	29.9	19.9	9.95	19.9	19.9
CCl_4 (gm)	-	-	-	3.32	5.0
Tween 20 10% (gm)	33	33	33	33	33
น้ำ (gm)	61.3	71.3	81.25	67.98	66.3
น้ำหนักสูตรรวม	664.2	664.2	664.2	664.2	664.2

องค์ประกอบย่อย	ปริมาณสารไวปฏิกิริยา			
	(6:2)phr	(5:0.5)phr	(5:1)phr	(5:1.5)phr
น้ำยางชั้น (gm)	540	428.6	428.6	428.6
2EHA (gm)	19.9	11.69	10.29	9.89
CCl ₄ (gm)	6.64	1.17	2.57	2.97
Tween 20 10% (gm)	33	25.72	25.72	25.72
น้ำ (gm)	64.46	49.01	49.01	49.01
น้ำหนักสูตรรวม	664.2	516.19	516.19	516.19

4.3.9 สูตรที่ใช้ศึกษาผลของ oxidizing agent ต่อการวัลแคนไนซ์

ชนิดสารไวขนาด 5 phr	Polythiol I	Polythiol II	Polythiol III	2 EHA: CCl ₄	CCl ₄
น้ำยางชั้น (gm)	350.7	350.7	350.7	350.7	350.7
สารไว (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
Tween 20 (gm)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
H ₂ O (gm)	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5
H ₂ O ₂ (gm)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
น้ำหนักรวม (gm)	422.3	422.3	422.3	422.3	422.3

4.3.10 วิธีการคำนวณสูตรที่ใช้ผสม

การคำนวณสูตรผสมจะใช้หลัก 2 อย่างคือ น้ำยางที่เข้าฉายรังสีจะให้หมีค่า DRC ประมาณ 50% จะคงค่าสาร Emulsifier ให้มีค่าตามทางปฏิบัติคือที่ความเข้มข้น 10% จะใช้ 5 phr และการคำนวณทุกครั้งจะดูปริมาณน้ำยางที่จะใช้เป็นหลักอย่างหยาบ ๆ คือน้ำยาง 44 gm เมื่อทำเป็น Film ขนาด 15 x 15 cm ให้ความหนาอยู่ระหว่าง 0.8-1.8 m.m. เพื่อใช้กับ Die C ได้พอดี

ตัวอย่างการคำนวณ ที่ใช้ 2EHA เป็นสารไวปฏิกิริยา 5 phr จะใช้ในการเตรียมยางที่เป็น Film 9 แผ่นต้องการน้ำยางรวมประมาณ 420 กรัม. โดยจะให้ Film ยางประมาณแผ่นละ 46 กรัม ปริมาณ 420 กรัม จะมีเนื้อยางประมาณ 210 กรัม (จากผลสุดท้าย DRC 50%) เนื้อยางแห้ง 210 กรัม จะได้จากน้ำยางข้น $(210 \times 100.00) / 60.00 = 350.7$

จากนี้คือจุดเริ่มต้น คือ ใช้น้ำยางข้น = 350.7 กรัม

จะมีเนื้อยางแห้ง = $350.7 \times 0.601 = 210.77$ กรัม

จะใช้ 2EHA ปริมาณ 5 phr = $(210.77 \times 5) / 100 = 10.53$ กรัม

จะใช้ TWEEN 20 (10%) 5 phr = $(5 \times 210.77) / 100 = 10.53$ กรัม

การใช้น้ำปรับความเข้มข้นให้มี DRC 50%

จากปริมาณที่ได้แล้วจะมีค่า = $350.7 + 10.53 + 10.53 = 371.76$ กรัม

ปริมาณน้ำหาจาก $420 - 371.76 = 48.24$ กรัม

จะได้สูตรเป็นดังนี้

น้ำยางข้น = 350.7 กรัม

2EHA = 10.53 กรัม

TWEEN 20 = 10.53 กรัม

น้ำ = 48.24

น้ำหนัก = 420 กรัม

4.3.11 วิธีการเตรียมน้ำยาง

จากสูตรยางที่ได้จากการคำนวณทุกสูตร จะมีวิธีการผสมเหมือนกันหมด คือ

4.3.11.1 กรองน้ำยางที่ได้ด้วย Sieve ขนาด 50 เมช ใส่ใน Beaker ขนาด 1000 ml วางบน Hot-Plate Stirrer

4.3.11.2 ใส่ Magnetic Bar กวนยางที่ความเร็วต่ำนาน 1 นาที

4.3.11.3 ใส่ Emulsifier (Tween 20) ลงในน้ำยางอย่างช้า ๆ เพิ่มความเร็วการกวนน้ำยางเป็นความเร็วปานกลาง กวนนาน 5 นาที

4.3.11.4 ใส่สารไวปฏิกิริยา ลงในน้ำยางตาม 4.3.9.3 อย่างช้า ๆ (ถ้าใส่เร็วจะแยกตัว) กวนด้วยความเร็วสูงมาก 2 ชั่วโมง จากนั้นเปลี่ยนเป็นความเร็วต่ำอีก 10 นาที

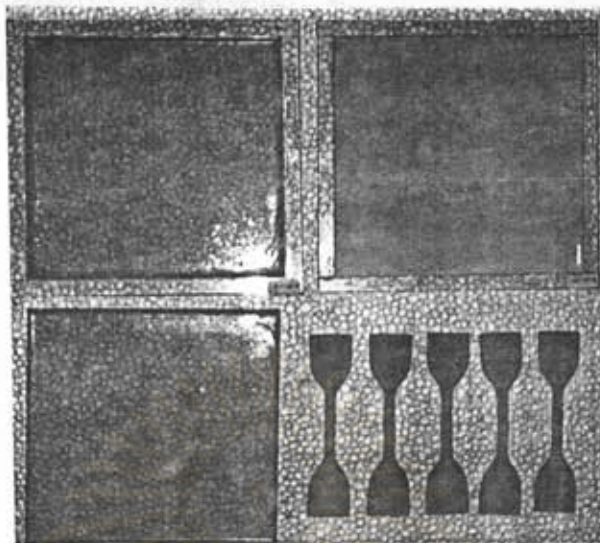
4.3.11.5 ทิ้งน้ำยางที่กวนเสร็จแล้วไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นกวนอีกครั้ง นาน 30 นาที ด้วยความเร็วสูง

4.3.11.6 แบ่งน้ำยางตาม 4.3.11.5 ใส่ขวดขนาด 4 ออนซ์ ที่มีฝาปิดที่เป็นฝาอลูมิเนียมมีแผ่นเคลือบ ปิดให้แน่นนำเข้าฉายรังสีที่ความแรงรังสีต่าง ๆ

4.3.12 การขึ้นรูปฟิล์มยางแห้ง

นำน้ำยางที่ผ่านการฉายรังสีแล้วประมาณ 44 กรัม กรองผ่าน Sieve ขนาด 200

เมช. เทลงบนกระจก 15 x 15 cm ที่เตรียมไว้และปรับระดับด้วยไม้ปรับระดับแล้ว ตามรูปที่ 4.12 ที่งไว้จนยางแห้งใส อาจใช้พัดลมช่วย ให้แห้งเร็วขึ้นก็ได้



รูป 4.12 รูปการเตรียมแผ่นฟิล์มอย่างและรูปร่างที่ตัดเป็นรูป Dumbell

4.3.13 วิธีการวิเคราะห์ผล

4.3.13.1 วิธีการหาปริมาณเจล

ตัดชิ้นยางแห้งจากข้อ 4.3.12 ประมาณ 1 กรัม ซึ่งนำน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งละเอียด 0.01 mg ห่อด้วย Sieve ขนาดเมชตามรูปที่ 4.8 ซึ่งนำหนักใหม่อีกครั้ง ใส่ในขวดกลั่นที่บรรจุ Tetrahydrofuran (THF) เกินพอ ตามรูปที่ 4.10 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จากนั้นนำ Sieve ที่ ห้อยภายในขวดกลั่นมาทำให้แห้งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง ซึ่งนำหนักยางใหม่อีกครั้งหนึ่งแล้วคำนวณด้วยการตั้งนี้ ⁴¹

$$\% \text{ gel Content} = \frac{\text{น้ำหนักยางหลังสกัดด้วยTHF}}{\text{น้ำหนักยางก่อนสกัดด้วยTHF}} \times 100$$

4.3.13.2 วิธีการหา Tensile Strength

หาตามมาตรฐาน ASTM D412 - 80 โดยตัดยางเป็นรูป Dumbell ตามรูปที่ 4.12 คุณสมบัติความต้านแรงดึงเมื่อยางถูกดึงจนขาดหาโดยบันทึกแรงดึงขณะเมื่อแผ่นยางทดสอบถูกดึงจนขาด แล้วคำนวณจากสูตรตั้งนี้ ^{45, 46, 47}

$$\text{Tensile strength (Tb)} = \frac{F \times 9.87}{A} \quad \text{MPa}$$

F = แรงดึงสูงสุด เมื่อยางถูกดึงจนขาด หน่วยเป็นกิโลกรัม

A = พื้นที่ภาคตัดขวางของแผ่นยางทดสอบ หน่วยเป็นตารางเมตร

4.3.13.3 วิธีการหาค่าคุณสมบัติ Modulus ของยางหาตามมาตรฐาน ASTM D412-80 เช่นเดียวกับ 4.3.13.2 แต่จะกำหนดเป็น n ที่ความยาว 600% และ

บันทึกแรงดึง ณ จุดนั้น คำนวณตามสูตร

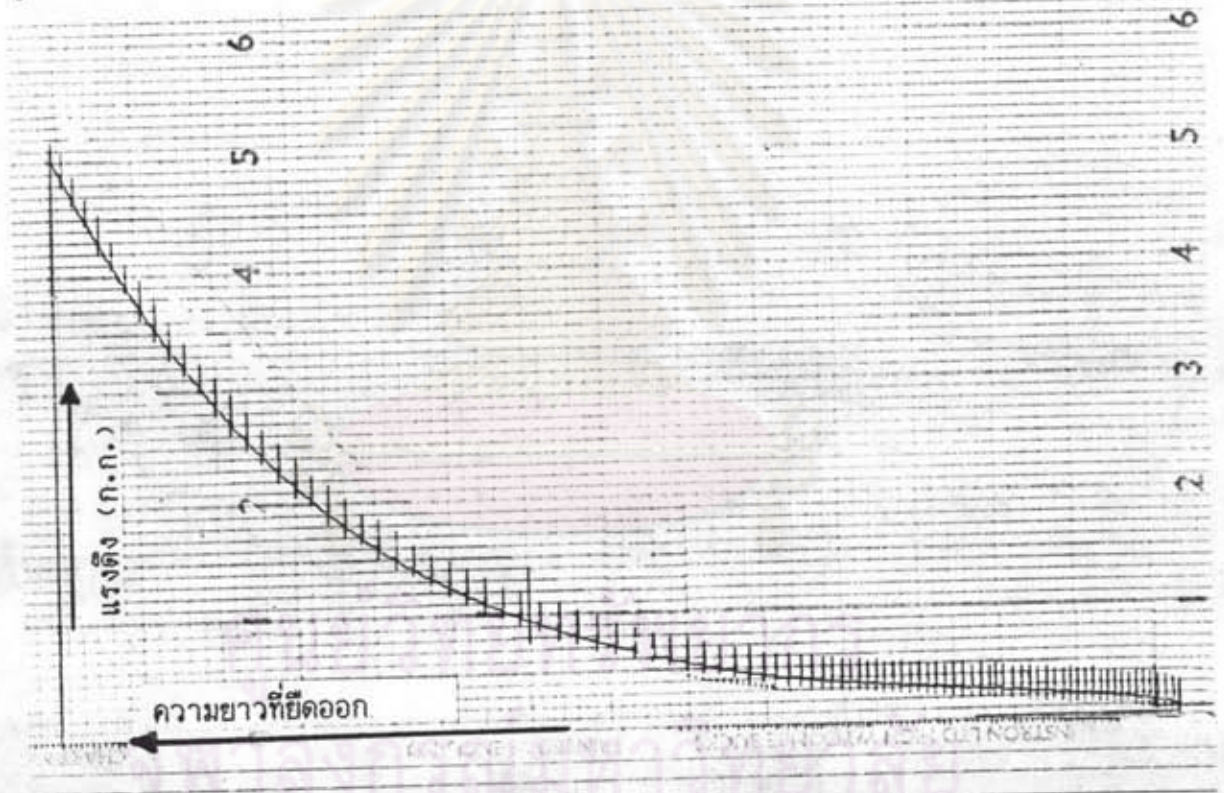
$$\text{Modulus (M.O.600\%)} = \frac{F(\text{at } 600\%) \times 9.87}{A} \quad \text{MPa}$$

F = แรงดึงที่ความยาวเมื่อยืด 600% , A = พื้นที่หน้าตัดของแผ่นยางมีหน่วยเป็นตารางเมตร

4.3.13.4 วิธีการหาค่าสมบัติ การยืดจนขาดหาตามมาตรฐาน ASTM D412-80 โดยเทียบเปอร์เซ็นต์ของความยาวที่ยืดออกจนยางขาดเปรียบเทียบกับความยาวเดิมหาได้ตามสูตร ⁴⁵

$$\text{Elongation at break (Eb)} = \frac{(L - L_0) \times 100}{L_0} \quad \%$$

L = ความยาวของแผ่นยางทดสอบเมื่อถูกดึงจนขาด, L₀ = ความยาวของแผ่นยางทดสอบก่อนถูกดึง
รูปกราฟแสดงผลแรงดึงที่ย่างยืดออก ณ. จุดต่าง ๆ เพื่อให้หาค่า T_s, M.O.600%, Eb แสดงไว้ดังนี้



4.3.13.5 วิธีการหาค่า Crosslinking Density จาก SWELLING RATIO₄₁ แล้วคำนวณตามสูตร ของ Flory-Huggin ตัดยางขนาดสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ น้ำหนัก 0.07-0.1 กรัม ซึ่งน้ำหนัก (W1) แช่ใน benzene 72 ชั่วโมงขึ้นไปนำมาชั่งด้วยกระดาษกรองให้แห้งชั่งน้ำหนักใหม่ (W2)

$$\text{Swelling Ratio (V)} = \frac{(W2 - W1) R}{W1 * L}$$

R ความหนาแน่นของยางแห้ง = 0.928 g/cm³

$$L \text{ ความหนาแน่นของ benzene} = 0.8787 \text{ g/cm}^3$$

ค่า Crosslinking Density V_c จะหาได้จาก ^{๑๐.๔๒}

$$V_c = 3.3922 \times 10^{20} \times V^{-5/3} \text{ Crosslink/cm}^3$$

4.4 การดำเนินการวิจัยขั้นปรับปรุงคุณภาพ

4.4.1 การชะละลายด้วยสารละลาย Ammonia 2% ที่อุณหภูมิห้อง ณ เวลาต่าง ๆ คือ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 36 ชั่วโมง โดยยางที่ใช้คือยางที่ให้ผลจากยางสูตรที่เตรียมตาม 4.3.1-4.3.8 ที่จุดสูงสุดแต่ละชุดนำเข้า Dessicator อบอุ่นด้วยความร้อน 30 - 40 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง นำมาทดสอบตาม 4.3.11.2 , 4.3.11.3 , 4.3.11.4

4.4.2 การชะละลายด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ด้วยเวลาต่าง ๆ กันคือ 5 นาที , 10 นาที , 15 นาที , 20 นาที , 25 นาที ยางที่ใช้คือยางตามสูตรที่ 4.3.1 - 4.3.8 ที่มีค่าสูงสุดแต่ละชุดและยางจากประเทศญี่ปุ่น (TRCRE) ซึ่งใช้สารไวปฏิกิริยา

ร่วม CCl_4 1phr 2EHA 5phr ฉายรังสีปริมาณ 12 kGy จากนั้นดึงยางจนแห้ง

นำเข้า Vacuum Dessicator อบอุ่นอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

นำยางทดสอบตาม 4.3.11.2 , 4.3.11.3 , 4.3.11.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย