



สารเคลื่อนผิวจากยางธรรมชาติ

นางสาวจินดา นานิชธรรม

นางสาวประวีณา ตีระ

รพ.
จ 468 ศ
2536

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วันเดือนปี.....

โครงการพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

612527312

COATINGS FROM NATURAL RUBBER

MISS JINDA PANICHAYATHAM

MISS PRAWEEENA TIRA

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirement for the degree of Bachelor of Science.

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1993

หัวข้อโครงการพิเศษ สารเคลือบผิวจากยางธรรมชาติ

โดย นางสาวจินต่า นามิษธรรม

นางสาวประวีณา ตีระ

ภาควิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล

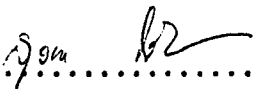
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง อนุมัติให้นำโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลัก

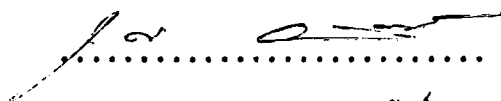
สูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ลายเซ็น  รักษาการหัวหน้าภาควิชาเคมี

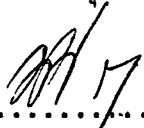
(ผศ. นงนuch เกตราณวัฒน์)

 กรรมการ

(ดร. สุวรรณ ไชยสิทธิ์)

 กรรมการ

(ผศ. นงนuch เกตราณวัฒน์)

 กรรมการ

(ผศ. ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

หัวข้อโครงการพิเศษ	สารเคลือบผิวจากยางธรรมชาติ	
นักศึกษา	นางสาวจินดา	พานิชยธรรม
	นางสาวประวีณา	ติระ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.นิพนธ์	วงศ์วิเศษสิริกุล
ภาควิชา	เคมี	
ปีการศึกษา	2536	

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้ เป็นการศึกษาถึงการสังเคราะห์น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับมอนอเมอร์ที่มีความเหมาะสมในการเป็นเรซิน สำหรับการผสมสูตรสีอิมัลชัน โดยการบ่มกวนน้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียต่ำกับมอนอเมอร์เมทิลเมทาอะคริเลตและมอนอเมอร์อะคริลิกแอซิดในบรรยากาศไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 60 นาที แล้วจึงเติมเทอร์เชียรีบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา 0.2 ส่วนต่อน้ำยาง 100 ส่วน และไดเอทิลินไตรเอมีนซึ่งเป็นตัวเร่งตัวริเริ่ม 0.88 ส่วนต่อน้ำยาง 100 ส่วน ทำการบ่มกวนต่อไปเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ จากการศึกษาพบว่าน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นเรซินในการผสมสูตรสีอิมัลชัน คือน้ำยางที่มีมอนอเมอร์เป็นเมทิลเมทาอะคริเลตผสมกับอะคริลิกแอซิดในอัตราส่วน 95 ต่อ 5 โดยมี โนนิพอล 4000 เป็นสารเสริมเสถียรภาพ

น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่เป็นมอนอเมอร์ผสมระหว่างเมทิลเมทาอะคริเลตกับอะคริลิกแอซิด มีคุณสมบัติของสีอิมัลชันที่ดีกว่าน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่มีเมทิลเมทาอะคริเลตเป็นมอนอเมอร์เพียงชนิดเดียว โดยเรซินที่มีปริมาณมอนอเมอร์สูงจะมีคุณสมบัติในการยึดติดของสีอิมัลชันดีกว่าเรซินที่มีปริมาณมอนอเมอร์ต่ำ จากการทดลองความเข้มข้นของมอนอเมอร์ที่สูงที่สุดและสามารถสังเคราะห์ได้ คือที่ปริมาณมอนอเมอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไปได้

Special Project Title Coatings from Natural Rubber
Name Miss Jinda Panichayatham
 Miss Praweena Tira
Special Project Advisor Dr. Nipon Wongwisetsirikul
Department Chemistry
Academic Year 1993

Abstract

This project was to study the synthesis of the latex from NR and monomer which was appropriate to be resin in emulsion paint. The latex was prepared by the stirring of low ammonia NR latex with monomer which was methyl methacrylate and acrylic acid in nitrogen blanket at 25 °C for 60 minutes. After that t-butyl hydroperoxide 0.2 phr. and diethylenetriamine 0.88 phr. was added and continued to stir for 10 minutes. The reaction was stand at least 24 hrs.

From this study found that the latex which was appropriate for resin in emulsion paint was the latex which had methylmethacrylate and acrylic acid with NONIPOL 4000.

The latex with methyl methacrylate and acrylic acid had better properties of emulsion paint than the one with methyl methacrylate. Resin which had high percentage of monomer would give better property in adhesion than the lower one. From the experiment the highest percentage of monomer which was able to synthesis was 100% monomer .

กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล และอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้การช่วยเหลือในการดำเนินโครงการพิเศษนี้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขโครงการพิเศษฉบับนี้ให้ถูกต้อง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมี สจล.ทุก ๆ คน ที่ให้ความสะดวกมาโดยตลอดและลดท่าย ขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่น้อง และขอบคุณเพื่อน ๆ ทุก ๆ คน ที่ให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

นางสาวจินดา พานิชธรรม

นางสาวประวีณา ตีระ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อโครงการพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อโครงการพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
คำย่อที่ใช้ในโครงการพิเศษ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
อย่างธรรมชาติ	3
วิธีการสังเคราะห์กราฟที่โคบอลิเมอร์ของอย่างธรรมชาติ	4
น้ำยางกราฟที่โคบอลิเมอร์	6
การแยกกราฟที่โคบอลิเมอร์	8
สีและหน้าที่ของสี	10
บทที่ 3 การวิจัยและดำเนินงาน	
สารเคมีที่ใช้	21
เครื่องมือและอุปกรณ์	23
การทดลอง	
3.1 การทดสอบน้ำยางชั้น	24
3.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์อย่างธรรมชาติ กราฟที่โคบอลิเมอร์	25
3.3 การตรวจสอบสมบัติของกราฟที่โคบอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้	26

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4 การศึกษาการใช้ยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ในการ ผสมลuster เพื่อทำการผลิตสีอิมัลชัน ชนิดทาภายนอก สีขาว	27
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	46
ภาคผนวก ก	48
ภาคผนวก ข	50
ภาคผนวก ค	51
บรรณานุกรม	57

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมอนอเมอร์ และชนิดของตัวกระตุ้นตัวริเริ่ม	31
ตาราง 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์ของเมทิลเมทาอะคริเลต 30 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลาต่าง ๆ	33
ตาราง 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์ และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดของสารเสริมเสถียรภาพ	34
ตาราง 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมอนอเมอร์	35
ตาราง 5 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดและความเข้มข้นของมอนอเมอร์	38
ตาราง 6 แสดงความหนืดของน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เปอร์เซ็นต์เมทิลเมทาอะคริเลตต่าง ๆ กัน	39
ตาราง 7 แสดงค่าความหนืดของลิ้น้ำที่ได้จากน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่เปอร์เซ็นต์มอนอเมอร์ต่าง ๆ กัน	41
ตาราง 8 แสดงค่าความละเอียดของลิ้น้ำที่ได้จากน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ กัน	42
ตาราง 9 แสดงค่ากำลังซ่อนแสงของลิ้น้ำที่ได้จากน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่เปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ กัน	43

คำย่อที่ใช้ในโครงการพิเศษ

NR	= ยางธรรมชาติ
phr.	= อัตราส่วนในร้อยละ
MMA	= มอนอเมอร์เมทิลเมทาอะครีเลต
PMMA	= พอลิเมทิลเมทาอะครีเลต
NR-g-PMMA	= กราฟที่โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาอะครีเลต
%	= เปอร์เซ็นต์
°C	= องศาเซลเซียส
cps.	= เซนต์พอยส์
g.	= กรัม
kg.	= กิโลกรัม
NP (4000)	= NONIPOL 4000
TSC	= Total Solid Content
DRC	= Dry Rubber Content

บทที่ 1

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ สามารถส่งออกและทำรายได้ให้แก่ประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท ทั้งที่เป็นผลผลิตจากยางธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ผ่านการแปรรูปแล้ว อาทิเช่น น้ำยางข้น ยางแผ่นผึ่งแห้ง ยางแท่ง เป็นต้น

ยางพาราเป็นผลผลิตทางธรรมชาติที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากหาได้ง่ายและราคาถูกจึงได้รับการส่งเสริมให้นำมาใช้โดยมีการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ เพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงคุณสมบัติของยางโดยวิธีการต่างๆ เช่น การเตรียมเป็นยางผสม การเตรียมอนุพันธ์ของยางธรรมชาติชนิดต่างๆ การเตรียมกราฟท์โคพอลิเมอร์ เป็นต้น

กราฟท์โคพอลิเมอร์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยานอติเมอไรเซชันของพอลิเมอร์หลักชนิดหนึ่งกับพอลิเมอร์กิ่ง หรือใช้สาขาอีกชนิดหนึ่ง โดยกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่ได้จะมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างพอลิเมอร์ทั้งสอง

กลไกการเกิดกราฟท์โคพอลิเมอร์อาจเป็นแบบฟรีแรดิคัล แคตไอออนิก หรือแบบคววนั่น ในการสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติทำได้ในรูปสารละลายอินทรีย์และอิมัลชัน ในรูปสารละลายอินทรีย์จะใช้พอลิเมอร์ที่เป็นของแข็งละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม ส่วนปฏิกิริยาการสังเคราะห์ในรูปอิมัลชันจะใช้น้ำยางธรรมชาติชั้นทำการป้อนควบกับมอนอเมอร์และตัวริเริ่มปฏิกิริยา

วัตถุประสงค์ในการทำโครงการพิเศษ

1. ปรับปรุงคุณสมบัติของยางธรรมชาติโดยวิธีทางเคมี เพื่อประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางขึ้น
2. เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้
3. เพื่อเป็นการพัฒนาการใช้ยางธรรมชาติในอุตสาหกรรมทางด้านสารเคลือบผิว
4. เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยียางธรรมชาติของประเทศ

วิธีการดำเนินงานโดยย่อ

1. วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำยางขึ้น
2. ทำการสังเคราะห์ และ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อน้ำยางธรรมชาติกราฟท์ที่มีเปอร์เซ็นต์โมลเมทิลเมทาอะครีเลตที่อยู่บนสายโซ่โมเลกุลของยางธรรมชาติในปริมาณต่างๆ
3. นำน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสีอิมัลชัน
4. ศึกษาสมบัติต่างๆ ของสีอิมัลชันที่สังเคราะห์ได้

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. สามารถนำน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้
2. เป็นการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าของน้ำยางธรรมชาติ
3. ลดการนำเข้าของเรซินในอุตสาหกรรมสีอิมัลชันจากต่างประเทศได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ยางธรรมชาติ (Natural Rubber , NR)

ต้นยางเป็นพืชที่พบในทวีปอเมริกาตั้งแต่เดิม แต่ทุกวันนี้กลับมีการปลูกกันมากที่สุด ได้แก่ ประเทศชิลอน มาเลเซีย ลิเบอเรีย อินเดีย อินโดนีเซีย และภาคใต้ของประเทศไทย พันธุ์ไม้ที่นำมาให้น้ำยางได้มีจำนวนมาก แต่ที่ล้าคัมที่สุดได้แก่พันธุ์ *Hevea brasiliensis*

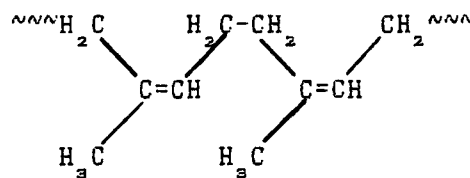
ในการผลิตจะทำการกรีดเปลือกไม้ของต้นยาง น้ำยาง (latex) จะไหลออกมาแล้วรวบรวมไว้ในภาชนะรองรับ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นถ้วยที่ทำจากแก้ว หรือกระเบื้องเคลือบ มีขนาดความจุประมาณ 250 ml. ตัวยางแขวนลอยในน้ำ องค์ประกอบโดยน้ำหนักของน้ำยางโดยทั่วไปคือ

ตัวยางหรือยางไฮโดรคาร์บอน	35%
ของแข็งที่ไม่ใช่ตัวยาง (โปรตีน ไขมันและเกลืออินทรีย์อื่นๆ)	5%
น้ำ	60%

น้ำยางที่ได้สามารถเก็บรักษาไว้ในรูปของเหลวแขวนลอย โดยการเติมสารละลายแอมโมเนีย เข้มข้นประมาณ 1% เมื่อต้องการให้ตัวยางแยกออกจากระบบแขวนลอยทำได้โดยการเติมกรด เช่น กรดอะซิติก ฟอรั่มิก หรือซัลฟูริก ตัวยางจะรวมตัวกัน (coagulation) เป็นก้อน แล้วนำไปทำเป็นแผ่น ล้างให้สะอาดแล้วทำให้แห้งโดยการผึ่งลม แผ่นยางที่ได้เรียกว่า แผ่นยางดิบ วิธีการทำให้แห้งอีกวิธีหนึ่งคือนำไปรมควันที่ 60 °C เป็นเวลาประมาณ 4 วัน แผ่นยางที่ได้เรียกว่ายางแผ่นรมควันหรือยางลวก แผ่นยางเหล่านี้จะนำส่งขายให้โรงงานหรือส่งต่างประเทศ เพื่อทำการแปรรูปและ

ผ่านกระบวนการอื่นๆ เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

โมเลกุลของยางธรรมชาติที่ผลิตได้จากต้นยางพารา เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสายโซ่ตรงที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีหน่วยที่ซ้ำๆ กันเป็น C_5H_8 จากการศึกษพบว่าหน่วยที่ซ้ำๆ กันเหล่านี้มีการจัดแบบซิส (cis) กล่าวคือหมู่ CH_2 ของทุกหน่วยอยู่ข้างเดียวกันของพันธะคู่โดยตลอด ยางธรรมชาติประกอบด้วยโมเลกุลที่มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 50,000-3,000,000 และประมาณร้อยละ 60 ของโมเลกุลเหล่านี้มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า 1,300,000 ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมีว่า ซิส-1,4-พอลิไอโซพรีน (cis-1,4-polyisoprene) เนื่องจากมีโครงสร้างประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำๆ กันคือไอโซพรีน โครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติได้รับการยืนยัน โดยข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีดังนี้



cis-1,4-polyisoprene

2.2 วิธีการสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติ

การสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติที่ล้ำคณมีวิธีการ ดังนี้

1. การย้ายที่ของพอลิเมอร์ (Polymer Transfer)
2. กราฟท์โคพอลิเมอร์ผ่านหมู่ไม่อิ่มตัว (Copolymerisation via the Unsaturated Group)
3. การพอลิเมอไรเซชันโดยปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Polymerisation)
4. การสังเคราะห์ด้วยเคมีแสง (Photochemical Synthesis)
5. การสังเคราะห์ด้วยการฉายรังสีพลังงานสูง (High Energy Irradiation Synthesis)

1. การสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติโดยกลไกการย้ายที่ของพอลิเมอร์

กลไกนี้ทำให้น้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ยของพอลิเมอร์ที่ได้จริง มีค่าน้อยกว่าน้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ยที่คาดการณ์ไว้ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระของพอลิเมอร์กับสารอื่น ดังสมการต่อไปนี้คือ

อนุมูลอิสระของพอลิเมอร์ (P^\bullet)

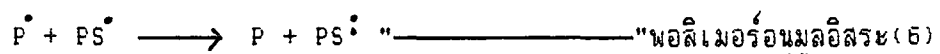
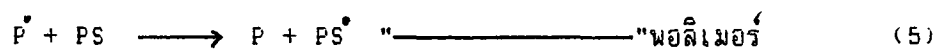
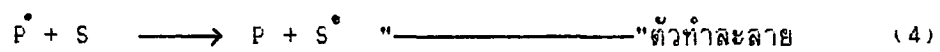
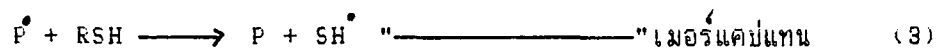
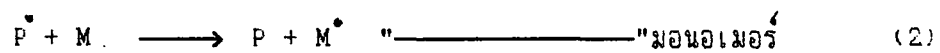
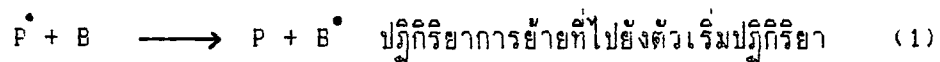
ตัวเริ่มปฏิกิริยา (B)

มอนอเมอร์ (M)

เมอร์แคปแทน (RSH) [สารเคมีที่ช่วยให้เกิดการย้ายที่]

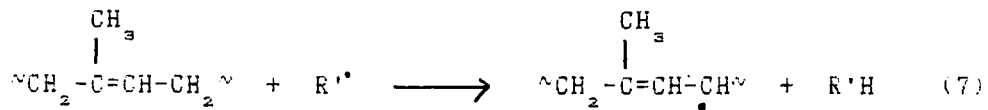
ตัวทำละลาย (S)

พอลิเมอร์ (PS)

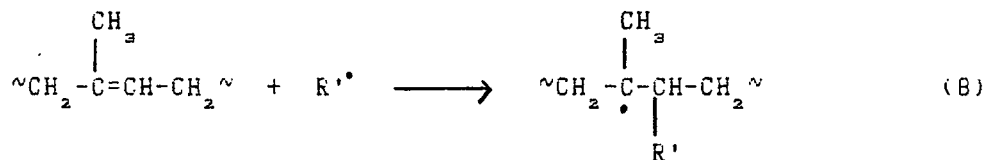


โดยในสมการที่ 5 เป็นสมการที่ใช้ในการสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติ

จากการศึกษากลไก การย้ายที่โดยใช้ไอโซโทปคาร์บอน-14 ของตัวเริ่มปฏิกิริยาในลว่นของพินัสและเบนโซอิล สามารถแสดงปฏิกิริยาการย้ายที่ของกราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติ ดังสมการที่ 7



และเกิดปฏิกิริยาการเติมตั้งสมการที่ 6 ซึ่งเกิดขึ้นน้อยกว่าสมการที่ 7

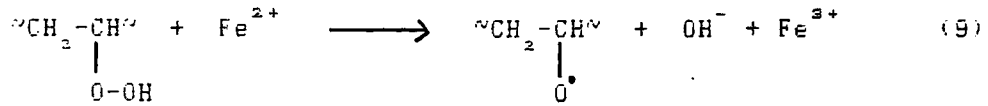


2. การสังเคราะห์โดยการผ่านหมู่ไม่อิ่มตัวในยางธรรมชาติ

การตรวจสอบโครงสร้างของยางธรรมชาติด้วยสเปกตรัมอินฟราเรด แสดงให้เห็นค่าคงที่ของความไม่อิ่มตัวของหมู่ไวนิลที่เกาะบนยาง มีค่าต่ำประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์ การวัดสเปกตรัมอินฟราเรดของยางธรรมชาติซึ่งจะถูกย่อยให้มีน้ำหนักโมเลกุลลดลงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับเป็นการเพิ่มขึ้นของหมู่ไวนิลที่ห้อยอยู่บนยางธรรมชาติ ตามสัดส่วนของเวลาที่ทำการย่อยน้ำหนักโมเลกุลด้วยเหตุนี้การเกิดปฏิกิริยาออลิเมอร์เชนผ่านหมู่ไม่อิ่มตัวในโซ่พอลิเมอร์ จึงเป็นวิธีที่เที่ยงตรงและแน่นอนที่สุด ดังนั้นการทำปฏิกิริยาภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนจะทำให้ได้ยางที่มีประสิทธิภาพสูงในการเกิดกราฟที่โคพอลิเมอร์ดีกว่าการทำภายใต้บรรยากาศทั่วไป

3. การสังเคราะห์โคพอลิเมอร์โดยปฏิกิริยารีดอกซ์

เป็นปฏิกิริยาการสังเคราะห์กราฟที่โคพอลิเมอร์ ที่มีประโยชน์มากในเชิงการค้า สามารถทำได้กับมอนอเมอร์แทบทุกชนิด อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเฉพาะ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กราฟที่โคพอลิเมอร์ของไวน์สมอนอเมอร์เท่านั้น ปฏิกิริยาทั่วไปเกิดตั้งสมการที่ 9



องค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดกราฟที่โคบอลต์เมอร์ของน้ำยาง ก็คือการแพร่กระจายของมอนอเมอร์ระหว่างชั้นของน้ำกับน้ำยาง โดยทั่วไปจะพบว่าเมื่อปล่อยทิ้งไว้หลายๆชั่วโมง การแพร่กระจายของมอนอเมอร์อยู่ในสภาวะสมดุล แต่อนุภาคของยางจะจับตัวเป็นก้อนและขยายใหญ่ขึ้นเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของกราฟที่โคบอลต์เมอร์ของน้ำยางธรรมชาติมากที่สุด ดังนั้นในทางการค้าจึงนิยมใส่อิมัลซิไฟเออร์และใช้เวลาหลายๆชั่วโมงก่อนที่จะเติมเอมีนและไอออนเหล็ก (II)

4. การสังเคราะห์กราฟที่โคบอลต์เมอร์ด้วยแสง

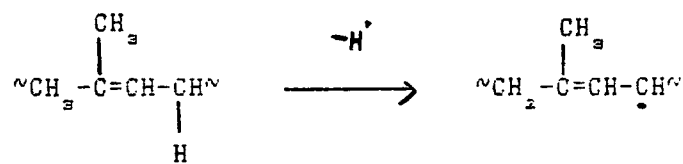
วิธีนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ ในการสังเคราะห์กราฟที่โคบอลต์เมอร์บางชนิดเท่านั้น โดยการใช้แสงทำให้โมเลกุลของสารอินทรีย์ที่สามารถดูดกลืนพลังงานแสงได้อยู่ในสภาวะเร้า (Excited State)

น้ำยางธรรมชาติเป็นตัวที่บแสงอัลตราไวโอเล็ต แต่สามารถสังเคราะห์กราฟที่โคบอลต์เมอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงได้โดยใช้ 1-คลอโรแอนทราควิโนน เป็นตัวเร่งอัตราเร็วของปฏิกิริยา ต่อมาได้มีการปรับปรุงวิธีการโดยฉายแสงผ่านน้ำยางธรรมชาติภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

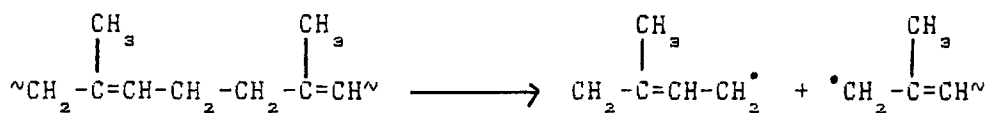
5. การสังเคราะห์กราฟที่โคบอลต์เมอร์โดยการฉายรังสีพลังงานสูง

พอลิเมอร์ เมื่อถูกฉายรังสีที่มีพลังงานสูง จะเกิดปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ

ก. การขาดหายไปของอะตอมหรือหมู่ที่เกาะอยู่บนพอลิเมอร์



ข. ปฏิบัติการละลายพันธะในโซ่พอลิเมอร์



2.3 นำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์

นำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่ได้จากปฏิกิริยากราฟท์โคพอลิเมอร์ไรเซชัน อาจทำการตกตะกอนให้อยู่ในรูปของแข็ง หรืออาจนำไปใช้ได้โดยตรง โดยสมบัติของนำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ขึ้นกับ

ก. ธรรมชาติของตัวริเริ่ม ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเกิดอนุมูลอิสระเริ่มต้น จะกำหนดขอบเขตการกระจายตัวของพอลิเมอร์ภายในอนุภาคของนำยาง

ข. การใช้นำยางที่มีการกระจายตัวของอนุภาคพอลิเมอร์สม่ำเสมอ ทำให้ฟิล์มที่เตรียมได้มีคุณสมบัติที่ดี ถ้าฟิล์มที่เตรียมได้มีคุณสมบัติไม่ดี เนื่องจากพอลิเมอร์นั้นชอบที่จะรวมตัวกันที่พื้นที่ผิวของอนุภาคของนำยาง

ค. ธรรมชาติของตัวริเริ่ม ซึ่งจะกำหนดโดยอัตราส่วนของพอลิเมอร์ที่เกิดกราฟท์ต่อพอลิเมอร์ที่ไม่เกิดกราฟท์

2.4 การแยกกราฟท์โคพอลิเมอร์

ในการสังเคราะห์กราฟโคพอลิเมอร์ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีทั้งโฮโมพอลิเมอร์ปนอยู่กับกราฟท์โคพอลิเมอร์และมอนอเมอร์เสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการแยกกราฟท์โคพอลิเมอร์ออกมาจากระบบ ซึ่งสามารถทำได้ด้วยเทคนิคต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การสกัดแบบเลือกสกัด

วิธีนี้เป็นการเลือกตัวทำละลาย ที่สามารถละลายเฉพาะพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งเท่านั้น นิยมใช้กับพอลิเมอร์ที่เป็นของแข็ง โดยทำการสกัดเอาส่วนผสมบางส่วนที่ละลายได้ในตัวทำละลาย เวลาที่ใช้ในการสกัด อาจต้องใช้เวลาานกว่า 4-5 ชั่วโมงเพื่อให้แน่ใจ

ว่าได้ลึกลงที่ต้องการออกหมดแล้ว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากน้ำหนักของของแข็ง เริ่มต้นว่าคงที่แล้วหรือไม่

2. การตกตะกอนแบบแยกส่วน

เทคนิคนี้ใช้ตัวทำละลายที่สามารถทำการสกัดพอลิเมอร์ และใช้ตัวทำละลายทำการตกตะกอนไฮโมพอลิเมอร์ทั้งสอง โดยเลือกให้ตัวทำละลายที่ทำให้เกิดการตกตะกอนอย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีช่วงการตกตะกอนของไฮโมพอลิเมอร์แต่ละชนิดห่างกันมากที่สุด ทั้งนี้เพราะการตกตะกอนของกราฟที่โคพอลิเมอร์จะอยู่ในช่วงการตกตะกอนของไฮโมพอลิเมอร์ทั้งสอง สำหรับการตกตะกอนกราฟที่โคพอลิเมอร์จะอยู่ในช่วงใดนั้น ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบภายในโมเลกุล ในเทคนิคนี้ที่ตกตะกอนออกมา อาจจะเป็นเม็ด ผงหรือเจล ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวทำละลายที่ใช้ในการตกตะกอนด้วย และอาจใช้การกรองแยกกระหว่างตะกอนกับของเหลวออกจากกันหรืออาจใช้การเหวี่ยงช่วยในการตกตะกอนด้วยก็ได้

3. การตกตะกอนแบบเลือกตกตะกอน

เทคนิคนี้ต่างจากการตกตะกอนแบบแยกส่วนตรงที่ไม่ใช้ช่วงการตกตะกอนเป็นหลัก แต่จะใช้การตกตะกอนของไฮโมพอลิเมอร์แต่ละชนิด ด้วยระบบตัวทำละลายและตัวทำละลายของพอลิเมอร์ชนิดนั้นๆ ส่วนพอลิเมอร์อื่นนอกเหนือจากนั้นก็ยังคงอยู่ในสารละลาย เมื่อทำการตกตะกอนไฮโมพอลิเมอร์ที่มีอยู่ทั้งหมดออกแล้ว จึงทำการตกตะกอนกราฟที่โคพอลิเมอร์เป็นขั้นสุดท้ายแยกตะกอนกับของเหลวออกจากกันด้วยวิธีการกรอง

4. การสกัดร่วมกับการตกตะกอน

เทคนิคนี้เป็นการพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกพอลิเมอร์แต่ละชนิดออกจากกันโดยใช้เทคนิคร่วมระหว่าง 1 และ 2 หรือ 3

วิธีอื่นๆที่สามารถนำมาใช้ เพื่อที่จะแยกส่วนของไฮโมพอลิเมอร์จากกราฟที่โคพอลิเมอร์ได้แก่ เทคนิคโครมาโตกราฟี การกรองและการกลั่นลำดับส่วน เป็นต้น

2.5 สีและหน้าที่ของสี

สี (Paint) หมายถึง สารที่มีส่วนผสมของรงควัตถุ ลีงนำสี และวัตถุอื่น ในสภาพที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง ใช้ทาหรือเคลือบพื้นผิวใดๆ เพื่อความสวยงาม หรือ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน หรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เมื่อแห้งจะเกิดฟิล์มติดบนพื้นผิวนั้น

รงควัตถุ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของเนื้อสี ทำให้เกิดสี (color) และความ ทึบแสง รงควัตถุเป็นสารเคมี มีลักษณะเป็นของแข็งที่มีอนุภาคละเอียดและจะไม่ละลาย ในลีงนำสี (vehicle)

ลีงนำสี ก็คือส่วนที่เป็นของเหลวของสีนั่นเอง ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ ได้แก่ เรซิน (resin) และตัวทำละลาย (solvent)

หน้าที่ของสี

1. ป้องกันผิววัตถุที่ถูกเคลือบไว้ ให้ปลอดภัยจากการเสื่อมสภาพเนื่องจากความชื้น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยออกซิเจนในอากาศและแสงสว่างซึ่งมีรังสีอัลตราไวโอเลตช่วยยืด อายุการใช้งานของวัตถุ
2. ช่วยเพิ่มความสวยงามให้วัสดุมีสีต่างๆ ให้ความมัน และความต้าน ตามรสนิยม ของคนทั่วไป
3. ให้สุนทรีย์ของวัสดุที่เคลือบทาสี และง่ายต่อการทำความสะอาด

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

สีทามีประโยชน์นานับประการ ทำให้นักเคมีพยายามคิดค้นสูตรในการผลิตสี อยู่ตลอดเวลา โดยพยายามสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยพัฒนาสีให้มีมากมายหลาย ชนิดขึ้นอยู่กับการใช้กับวัสดุประเภทต่างๆ เช่น ไม้ เหล็ก คอนกรีต และพลาสติก ฯลฯ อย่างไรก็ตามสีประเภทต่างๆ จะมีองค์ประกอบของสารเคมี 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. สารยึดเกาะ (Binding Agent)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก การพิจารณาเลือกใช้สีต้องคำนึงถึงสารยึดเกาะ เพราะฟิล์มสีจะติดแน่นทนทานให้ความสวยงามอยู่ได้ก็เพราะคุณสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์

ของสารยึดเกาะ โดยตรงต่อสภาพที่จะนำไปใช้

เราอาจแบ่งสารยึดเกาะที่ใช้กันอยู่เป็น 2 จำพวก ได้แก่

1.1 เรซินธรรมชาติ เช่น ครั่ง

1.2 เรซินสังเคราะห์ เช่น อะคริลิก เรซิน

ปัจจุบันเรซินสังเคราะห์ อาจผลิตออกจำหน่ายมี 3 รูปแบบ

- เป็นของแข็ง เป็นผง เม็ด เกล็ด
- ละลายในน้ำ หรือละลายอยู่ในตัวทำละลายอินทรีย์
- อยู่ในรูปลักษณะคล้ายน้ำมัน หรือคล้ายๆ กาวลาเท็กซ์

2. รงควัตถุ (Pigment)

เป็นสารเคมีที่เกิดเป็นสีต่างๆ ทำให้ฟิล์มสีแข็งแรง ช่วยลดปริมาณแสงที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อฟิล์มสี และวัสดุที่ถูเคลือบ แบ่งได้เป็น

2.1 รงควัตถุสีขาว (White pigment) เช่น ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)

2.2 รงควัตถุสีต่างๆ (Color pigment) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

รงควัตถุอินทรีย์ เช่น ออกไซด์ของเหล็ก

รงควัตถุอินทรีย์ มีวิธีการสังเคราะห์ที่สลับซับซ้อน จึงมีราคาแพงกว่า เพราะสามารถให้สีที่สดใสกว่า เมื่อเทียบการใช้รงควัตถุอินทรีย์ในปริมาณเท่ากันกับรงควัตถุอินทรีย์ รงควัตถุอินทรีย์ผสมกับสีขาวจะให้สีเข้มกว่ามาก รงควัตถุอินทรีย์จะมีราคาแพงต่างกันมากจากกิโลกรัมละร้อยกว่าบาทถึงพันกว่าบาท

3. ตัวทำละลาย (Solvent)

ตัวทำละลายทำหน้าที่ลดความหนืดของสี เพื่อความสะดวกในการผลิต และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน การเลือกใช้ตัวทำละลายจะต้องพิจารณาถึง

ก. การเข้ากันได้กับสีประเภทนั้นๆ ตัวทำละลายที่เลือกใช้ต้องสามารถละลายเรซินได้ และมีสัดส่วนที่พอเหมาะ เพื่อเสถียรภาพในการเก็บรักษา

ข. อัตราการระเหยของตัวทำละลายมีผลต่อฟิล์มสี เช่น ถ้าระเหยเร็วเกินไป สีจะเป็นฝ้าขาว หรือถ้าระเหยช้ามากเกินไป จะย้อยไหล ยากต่อการใช้งาน เป็นต้น

สีทาส่วนใหญ่จะสามารถจำแนกตามชนิดของตัวทำละลายดังนี้คือ

3.1 สีน้ำ หรือสีอิมัลชัน หรือสีพลาสติก เป็นสีที่ใช้น้ำเป็นตัวกลาง ช่วยทำให้สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสีกระจายตัวอยู่ในรูปอิมัลชัน

3.2 สีน้ำมัน เป็นสีที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ช่วยทำให้สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสีละลาย และกระจายตัวอยู่ในรูปสารละลายแขวนลอย ตัวทำละลายที่ใช้ ได้แก่ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน คีโตน แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ และสารประกอบเฮไลต์อินทรีย์

4. สารตัวเติม และสารเพิ่มเนื้อ (Filler and Extender)

เป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของสี โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดต้นทุน และทำให้ฟิล์มสีมีความแข็งแรง และลดปริมาณแสง นอกจากนี้ยังมีสมบัติเป็นรงควัตถุที่ออกด้วย เช่น ดินสอพอง (Talc) , แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) , ซิลิกา และดินประเภทต่างๆ เป็นต้น

5. สารเติมแต่ง (Additive)

เป็นสารที่ผสมในสีเพื่อทำให้มีสมบัติเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งตามต้องการ เช่น

5.1 สารช่วยแห้ง (Drier) เป็นสารประกอบของ โคบอลต์ , ตะกั่ว , แคลเซียม เช่น โคบอลต์แนพทีเนต (cobalt naphthenate) เป็นต้น

5.2 สารช่วยกระจายตัว (Dispersant) เป็นสารที่ช่วยให้ผงสีกระจายตัวดีขึ้นในขบวนการผลิต เช่น เกลิโอโซเดียม ของ กรดคาร์บอกซิลิกที่เป็นพอลิเมอร์ เป็นต้น

5.3 สารป้องกันฟอง (Defoamer) ในระหว่างที่สีให้รงควัตถุละเอียดจะเกิดฟองในเนื้อสี ดังนั้นสารประเภทนี้ทำให้ลดฟองอากาศได้ เช่น นวซิลิโคน (Silicone antifoam fluid)

5.4 สารป้องกันเชื้อรา (Fungicide) ในบรรยากาศที่เหมาะสม เชื้อราสามารถเจริญเติบโต อาจทำให้ฟิล์มสีดูไม่สวยงาม ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องเติมสารป้องกันเชื้อราไว้ด้วย

5.5 สารป้องกันการบูดเน่า (Preservative) ในสี water based จำเป็นอย่างมากที่ต้องใช้สารกันบูด อันเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ จึงต้องใช้สารเคมีควบคุม เช่น โซเดียมเบนโซเอต

5.6 สารป้องกันการนอนกัน (Antisettling agent) การนอนกันของสีขึ้นอยู่กับชนิดของผงสีและตัวผสมเพิ่มที่ใช้ ความละเอียด ปริมาณผงสีในสี และอื่นๆ อีกมาก การใช้สารเคมีช่วยไม่ให้ผงสีนอนกันแข็งก็สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น เช่น สารพวกสเตียเรต (Stearate)

5.7 สารป้องกันการเกิดฝ้า (Skinning agent) ใช้ในสีน้ำมัน สารที่ใช้กันกว้างขวาง ได้แก่ พวกสารประกอบออกไซด์ (oximes compound) เช่น บิวทีราลด์ออกไซด์ (Butyrald oxime)

5.8 สารช่วยให้ฟิล์มยืดหยุ่นดี (Plasticizer) ทำให้การยึดเกาะดีขึ้นด้วย เช่น คลอรีเนตเตด พาราฟิน (Chlorinated paraffin)

การแห้งตัวของสี

ลักษณะการแห้งตัวของสีแบ่งได้เป็น

1. การเกิดฟิล์มโดยของแข็งพวกเทอร์โมพลาสติก (Solid Thermoplastic Film Former) กลุ่มนี้จะมีการแห้งตัวโดย เรซินจะถูกหลอมละลายด้วยความร้อนขณะใช้งาน และเมื่ออุณหภูมิเย็นตัวลง เรซินจะฟอร์มตัวแข็ง เช่น สีเทอร์โมพลาสติก ที่ใช้ทำเครื่องหมายหรือตีเส้นถนน

2. การเกิดฟิล์มชนิดแลคเกอร์ (Lacquer Type Film Former) การเกิดฟิล์มของสีประเภทนี้ จะเป็นในลักษณะแห้งตัวเมื่อตัวทำละลายระเหยออกหมด เช่น แลคเกอร์เงา

3. การเกิดฟิล์มโดยการเกิดออกซิเดชัน (Oxidizing Film Former) กลุ่มนี้ การแห้งตัวต้องอาศัยออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศแทรกซึมผ่านฟิล์มขณะเปียก และมีกระบวนการเชื่อมประสานระหว่างสารยึดเกาะ แปรสภาพเป็นของแข็งเหนียว (solid gel) เช่น สีเคลือบเงา สีน้ำมัน

4. การเกิดฟิล์มที่อุณหภูมิห้องโดยมีตัวเร่ง (Room Temperature Catalyzed Film Former) กลุ่มนี้จะเป็นสีที่มีส่วนผสมแยกกัน ก่อนใช้ต้องนำส่วนผสมนั้นมาผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นสีจะเกิดปฏิกิริยาเร่งตัวให้เกิดการเชื่อมประสาน แปรสภาพเป็นสาร

พอลิเมอร์แข็งที่อุณหภูมิห้อง เช่น ลีโอบ็อกซี

5. การเกิดฟิล์มโดยใช้ความร้อน (Heated-Cured Film Former) การแห้งต้องอาศัยความร้อนในการที่เม็ให้สารยึดเกาะประสานกันเป็นฟิล์มแข็ง เช่น ลีอบ

6. การเกิดฟิล์มชนิดอิมัลชัน (Emulsion-Type Film Former) กลุ่มนี้คล้ายลักษณะของการเกิดฟิล์มชนิดแลคเกอร์ เพียงแต่สารยึดเกาะนั้นเป็นของเหลวซึ่งแขวนลอยอยู่ในตัวทำละลาย (มักเป็นน้ำ) หลังจากน้ำระเหยไป สารยึดเกาะนั้นก็เลยตัวรวมตัวเป็นฟิล์ม เช่น ลีน้ำพลาสติก , ลีน้ำอะคริลิก

การแบ่งประเภทของสี

ตามที่กล่าวมาแล้ว เป็นลักษณะการแบ่งประเภทของสีวิธีหนึ่ง โดยอาศัยลักษณะการแห้งตัวเป็นเครื่องชี้บ่ง แต่มักไม่เป็นที่นิยม เพราะเข้าใจยาก เช่นเดียวกับการแบ่งตามชนิดของสารยึดเกาะ ซึ่งผู้ใช้ไม่ทราบถึงโครงสร้างทางเคมีของสารยึดเกาะเป็นการยากแก่การเข้าใจ แต่ถ้าแบ่งหย่าๆ เป็นชนิด สีน้ำหรือสีน้ำมัน ก็คงจะไม่ละเอียดนัก จึงได้มีผู้แยกประเภทไว้ โดยอาศัยลักษณะการใช้งานเป็นเครื่องชี้บ่ง ซึ่งเหมาะสมสำหรับบุคคลทั่วๆ ไปที่จะสามารถเข้าใจได้

ชนิดของสีตามลักษณะการใช้งาน

1. สีรองพื้น

เป็นสีที่เคลือบลงบนผิววัสดุชั้นแรก เพื่อช่วยให้สามารถเลือกใช้สีทาชั้นต่อไปได้สะดวกขึ้น เพราะสมบัติของสีรองพื้นสามารถยึดเกาะกับผิววัสดุชนิดต่างๆ ได้ดี ดังนั้นจำเป็นต้องเลือกสีรองพื้นให้เหมาะสมกับผิวของวัสดุ

2. สีปรับผิว หรือสีโป้ว

เป็นสีที่ใช้อุดรอยแตก ร้าว เล็กๆ น้อยๆ เพื่อจะทำให้ผิวของวัสดุเรียบสม่ำเสมอเหมาะสำหรับการทาสีชั้นต่อไป

3. สีชั้นล่าง

เป็นสีที่ใช้ทาบวัสดุ (ไม้) หรือเคลือบทับสีรองพื้น หรือเคลือบทับบนสีเดิมทำหน้าที่ปรับพื้นผิวให้เรียบสม่ำเสมอ และยังมีสมบัติใช้เป็นตัวยึดเกาะของสีเคลือบชั้นบนสุด

4. สีตกแต่งสำเร็จ หรือสีเคลือบชั้นบนสุด

เป็นสีที่เคลือบวัสดุชั้นบนสุด โดยทั่วไปจะใช้เคลือบทับชั้นบนสุดของสีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

นอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งประเภทของสีตามตลาดของผู้ใช้ ดังนี้

1. สีสำหรับใช้ตกแต่งอาคาร (Decorative Paint)

เป็นสีที่ใช้ทาอาคารบ้านเรือน เพื่อความสวยงาม เช่น สีน้ำพาสเทล (ทาผนังปูน , ทาฝ้าเพดาน , กระเบื้องแผ่นเรียบ) สีน้ำมัน (สำหรับทาประตู , หน้าต่าง , ไม้หรือเหล็ก) สีประเภทนี้หาซื้อได้ง่าย พร้อมทั้งมีหลายหลากสีให้เลือก ราคาถูกกว่าสีประเภทอื่น

2. สีสำหรับใช้พ่นซ่อมรถยนต์ (Automotive Refinish Paint)

หมายถึงสีที่ใช้พ่นซ่อมตามอู่ จะพ่นทั้งคันหรือซ่อมเฉพาะแผลจากอุบัติเหตุหรือการถูกร่อนของตัวถังรถ สีประเภทนี้มีคุณสมบัติที่แห้งตัวเร็ว ได้แก่ สีแลคเกอร์ประเภทอะคริลิกหรือไนโตรเซลลูโลส

3. สีสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม (Industrial Paint)

คือสีที่นำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม รถยนต์ , ตู้เย็น , ตู้เก็บเอกสาร , เครื่องปรับอากาศ , เฟอร์นิเจอร์ ส่วนใหญ่มักใช้สีออบ ซึ่งใช้อุณหภูมิในการอบระหว่าง 120-180 °C สีประเภทนี้จะให้ความแข็งแรงและความคงทนดี

4. สีสำหรับใช้งานหนัก (Heavy Duty Paint)

เป็นสีที่ต้องทนต่อสภาพแวดล้อมของสารเคมีที่กัดกร่อน เช่น ไขมันเค็ม , กรด , ต่าง จากสภาพแวดล้อมหรือภายในโรงงานอุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน ได้แก่ สีอีพอกซี (epoxy) เป็นต้น

5. สีสำหรับใช้ทาเรือ (Marine Paint)

เป็นสีที่ใช้กับเรือเดินทะเล เรือเดินสมุทร สีเหล่านี้จะใช้ระบบเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่ที่ชาวประมงทะเลรู้จักกันดี คือ สีกันเปรียง เป็นต้น

กระบวนการผลิต

การผลิตสีใช้กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง หมายถึง นำเอาวัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบของสีมาผสมให้เข้ากันเป็นชุดๆ ตามปริมาณที่ต้องการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการกระจายตัว (Dispersion Stage)

ขั้นตอนนี้เป็นการกระจายของรงควัตถุ โดยใช้เครื่องตีด้วยความเร็วสูง หรือเรียกช่วงนี้ว่าการผสม (premix) โดยการใส่รงควัตถุที่มีในสูตรทั้งหมดกับสิ่งนำสีบางส่วน เพียงพอที่จะผสมให้เข้ากันแล้วลู่เข้าเครื่องบด เพื่อให้รงควัตถุละเอียดขึ้น อาจเรียกช่วงนี้ว่า การบด (grinding) จนกระทั่งได้ความละเอียดของสีตามต้องการแล้ว

2. ขั้นตอนของการผสมสี (Paint Make Up Stage)

นำส่วนผสมที่ได้ คนให้เข้ากันกับสิ่งนำสีส่วนที่ยังไม่ได้ใส่ และสารปรุงแต่งที่มีในสูตรผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำมาเทียบสีให้ได้ตามความต้องการ จากนั้นจะตรวจสอบคุณภาพของสี เช่น ความละเอียด, ความหนืด (ความข้น), ความเงา, ระยะเวลาแห้ง ต่างๆ เหล่านี้ เมื่อตรวจสอบสมบูรณ์แล้ว จึงจะนำไปบรรจุ โดยผ่านการกรองอีกชั้นหนึ่ง

การเตรียมพื้นผิว

ปัญหาของสีที่เกิดขึ้นหลังจากใช้งาน ส่วนใหญ่มักเกิดจากการเตรียมพื้นผิวไม่ดี และในบางครั้งเกิดจากการรวบรัดขั้นตอนการทำงาน สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดผลเสียหาย ดังนั้นการเตรียมพื้นผิวนั้นจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้อง เพราะสีจะยึดติดแน่นบนพื้นผิวที่สะอาดปราศจากคราบไขมัน และพื้นผิวที่แห้งเท่านั้น

งานไม้ - ต้องขัดด้วยกระดาษทรายให้พื้นผิวเรียบ ขจัดฝุ่นให้หมดจด ตามร่องรอยตะปูต้องอุดให้เรียบร้อย

งานปูน - ต้องบดล้อยิ่งให้ปูนแห้งตัวสนิท ในกรณีที่มีสภาพความเป็นด่างสูง จำเป็นต้องล้างด้วยเตตระโซลเฟอริกแอซิดเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำ น้ำยานี้เหมาะสำหรับสีน้ำประเภทสีน้ำพลาสติก

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

งานโลหะ - พื้นผิวเหล็กต้องขัดสีนูนออกให้หมดเท่าที่จะมากได้ ก่อนทาพื้นผิวต้องแห้ง สะอาด ปราศจากฝุ่น นวดคราบไข (oil & grease) บนผิวเหล็กต้องขัดออกให้หมด

ปัญหาการใช้สีทึบและวิธีป้องกันแก้ไข

1. อาการพองเป็นเม็ด (Blistering)

สาเหตุ 1.1 ความชื้นกระทำต่อสีเมื่อสียังไม่แห้งสนิท แรงดันของความชื้นทำให้สีพองเป็นเม็ด

1.2 การแห้งตัวที่ผิวหน้าเร็วไป

1.3 สิ่งปนเปื้อน เช่น ฝุ่น

การป้องกัน ต้องระมัดระวังทุกๆสภาวะที่เป็นสาเหตุของปัญหา ในกรณีที่เกิดขึ้นแล้ว ก็จำเป็นต้องขัดออกและใช้สีตักถังใหม่

2. สีลอกเป็นแผ่น (Peeling)

สาเหตุ 2.1 การเตรียมพื้นผิวไม่ดีพอ เช่น มีคราบไข หรือฝุ่น

2.2 ความชื้นจากเนื้อไม้หรือพื้นผิวปูนปลั๊กตันออกจนสีแตก

2.3 การใช้สีผิดประเภท หรือไม่เข้าใจระบบของสีที่ถูกต้อง เช่น พื้นโลหะสังกะสีหรือพวกลิโหผลม ต้องใช้สีประเภทช่วยการยึดเกาะกับพื้นผิวก่อน

การป้องกัน ควรมีการรองพื้นวัสดุที่ต้องการทาก่อนเพื่อป้องกันความชื้น ในกรณีแก้ไขต้องขูดสีที่ลอกออก ล้างบริเวณพื้นผิวให้สะอาด ปราศจากฝุ่น คราบไข สิ่งสกปรกและหากมีจุดอับชื้นภายในอาคาร ควรทำช่องระบายอากาศ

3. สีร่วนเป็นผง (Chalking)

สาเหตุ 3.1 การเสื่อมคุณภาพของสี ซึ่งสารยึดเกาะเสื่อมสลายเป็นผง ไม่มีการยึดเกาะ เมื่อใช้นิ้วมือถูบนพื้นผิวที่ทาสีจะปรากฏฝุ่นผงติดนิ้ว

3.2 การใช้สีผิดประเภท

3.3 เกิดจากการใช้งาน ได้แก่ การคนสีไม่ทั่ว และใช้ตัวทำละลายไม่เหมาะสม ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

การป้องกัน อ่านฉลากการใช้งาน วัตถุประสงค์ของสีประเภทนั้นๆ ให้ละเอียด หากเกิดปัญหาให้ใช้แปรงลวดขัดดูเอาฝุ่นออก ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ปล่อยให้แห้งสนิท ในกรณีที่เกิดปัญหาเล็กน้อยก็สามารถทาสีใหม่ได้เลย แต่ต้องใช้สีที่มีคุณภาพดี มีการยึดเกาะ เยี่ยม ถ้าในกรณีเป็นมากควรใช้สีรองพื้นปูนเก่าทา 1 ครั้ง (ในกรณีพื้นปูน)

4. การเกิดเชื้อรา (Mildew Problem)

สาเหตุ ราเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสภาพของพื้นผิวนั้นชื้น รวมทั้งมีอาหารเพียงพอ ถึงแม้สีจะไม่มีอาหารรา แต่สิ่งสกปรกต่างๆ บนผิวสีสามารถที่จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับ ราได้ ประกอบกับการที่พื้นผิวนั้นชื้นอยู่เสมอๆ ทำให้ราเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี

การป้องกัน ต้องขจัดล้างพื้นผิวที่เกิดราด้วยแปรงถู และใช้น้ำยาฟอกขาว ผกไฮโปคลอไรต์ฆ่าเชื้อราด้วย ในกรณีอาคารใหญ่หรือพื้นผิวมากๆ ไม่ควรใช้น้ำยาซักฟอก เพราะอาจกำจัดผงซักฟอกไม่หมด ซึ่งอาจจะมีอาหารสำหรับราเหลืออยู่ได้ หลังจากล้าง แล้วควรปล่อยให้แห้ง แล้วรีบทาด้วยสีรองพื้นป้องกันเชื้อราได้ และใช้สีทับหน้าที่มี การป้องกันเชื้อราที่ดีด้วย

5. สีซีดหรือเปลี่ยนสี (Discoloration)

- สาเหตุ
- 5.1 เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ เช่น เกิดเชื้อรา
 - 5.2 รังควัตถุมีคุณภาพต่ำ
 - 5.3 เกิดปฏิกิริยาต่างๆ
 - 5.4 มีฝุ่นเกาะ

การป้องกัน ตามสาเหตุ

6. สีส้มไม่เรียบ เป็นผิวส้ม (Orange Peel)

สาเหตุ 6.1 มีข้อผิดพลาดด้านการปรับความดันอากาศในปืนพ่น มีความดันลม น้อยไป หรือลักษณะละอองที่พ่นเป็นรูปพัดนั้นพ่นห่างมากไป เป็นเหตุให้จุดละอองของสีเกิดการแห้งตัวเร็วก่อนเวลาที่จะถึงพื้นผิว

- 6.2 ช่วงเวลาระหว่างชั้น
- 6.3 การใช้ทินเนอร์ผิด
- 6.4 พ่นหรือทาสีที่ชื้นเกินไป

การป้องกัน การใช้ทินเนอร์ควรทำตามผู้ผลิตแนะนำ การผสมควรคนสีให้เข้ากันดี วัสดุความหนืดที่เหมาะสมกับการใช้สี ปรับความดันลม ปรับลักษณะละออง ระยะพ่นให้เหมาะสม ในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้น ให้ทำการขัดผิวให้เรียบและทำความสะอาด พ่นสีใหม่ เลือกทินเนอร์ที่ระเหยช้าลง

7. ผิวสีเกิดเป็นดวงๆ คล้ายตาปลา (Fish Eyes)

- สาเหตุ 7.1 พื้นผิวไม่สะอาด อาจมีคราบไขมัน
7.2 พื้นสีเก่ามีความมันมาก
7.3 สิ่งปนเปื้อนมากับสายลม เช่น น้ำมัน

การป้องกัน รักษาความสะอาดของพื้นผิวที่จะทา

8. ผิวสีเกิดเป็นรูเล็กๆ คล้ายรูเข็ม (Pinholing)

- สาเหตุ 8.1 ความชื้น
8.2 สิ่งเจือปน

การป้องกัน พื้นผิวต้องแห้งสนิท ในกรณีที่มีปัญหาเกิดขึ้น ให้ลบผิวให้เรียบด้วยกระดาษทราย แล้วพ่นใหม่

9. ผิวสีเมื่อแห้งเกิดรฟองอากาศ (Solvent popping)

- สาเหตุ 9.1 พื้นผิวไม่สะอาดพอ
9.2 พ่นหรือทาสีหนาเกินไป ซึ่งทำให้ระยะระหว่างชั้นไม่นานพอ
9.3 การใช้ทินเนอร์ที่แห้งเร็วเกินไปและพ่นด้วยความดันลมที่เกินพอ

การแก้ไข ในชิ้นงานที่ไม่สำคัญมากนัก อาจทำแค่ขัดลบผิวด้วยกระดาษทรายละเอียด แล้วพ่นทับใหม่ แต่ในชิ้นงานที่สำคัญ จำเป็นต้องลอกสีออก

10. การย้อย การไหล (Sags and Runs)

- สาเหตุ 10.1 สีที่ใช้เหลวเกินไป
10.2 ใช้ทินเนอร์ที่ไม่ถูกต้อง คือ อาจระเหยช้าไป
10.3 พ่นหนาไป
10.4 ความดันลมน้อยไป

การแก้ไข ต้องล้างออกให้หมด ทำความสะอาดผิวใหม่ ทิ้งไว้ให้แห้งจึงทำสี
ใหม่ โดยระวังข้อที่เป็นสาเหตุทุกๆ ข้อ

บทที่ 3

การวิจัยและการดำเนินงาน

สารเคมีที่ใช้

1. น้ำยาล้าง 60 เปอร์เซ็นต์ ชนิดปริมาณแอมโมเนียต่ำโดยความอนุเคราะห์จาก บริษัทไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์คอร์เปอร์เรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
2. เมทิลเมทาอะคริเลตมอนอเมอร์ โดยความอนุเคราะห์จาก บริษัท ชันโก จำกัด
3. อะคริลิกแอซิดมอนอเมอร์
4. สารละลายแอมโมเนีย 25 เปอร์เซ็นต์ เกรตวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba จำกัด
5. เทอร์เทียรีบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ โดยความอนุเคราะห์จาก บริษัท TOA จำกัด
6. กรดโอสึอิก เกรตอุตสาหกรรม
7. โนนิพอล 4000
8. เตตระเอทิลีนแชนตามีน เกรตวิเคราะห์ บริษัท Fluka จำกัด
9. ไดเอทิลีนไตรเอมีน เกรตวิเคราะห์
10. โซเดียมลอร์ริลซัลเฟต
11. กรดฟอร์มิก เกรตวิเคราะห์ บริษัท May and Baker จำกัด
12. อะซิโตน เกรตวิเคราะห์ บริษัท J.T. Baker จำกัด
13. บีโตรีเลียมอีเทอร์ ช่วงจุดเดือด 80-100 °ซ เกรตวิเคราะห์
14. คลอโรฟอร์ม เกรตวิเคราะห์ บริษัท BDH จำกัด
15. สารช่วยกระจายตัว Tamol 731
16. เซลโลบอนด์ 4500

17. สารกันฟอง (Deformer Nopco NXZ)
18. เอทิลีนไกลคอล
19. สารกันบูด เพนตาคลอโรฟีนิล
20. รงควัตถุ ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)
21. ออลูมิเนียมซิลิเกต
22. แคลเซียมคาร์บอเนต ขนาด 325 เมช
23. โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์
24. เทกซานอล (Texanol)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น 810 บริษัท Jasco จำกัด
2. เครื่องวัดความหนืดแบบ Brookfield รุ่น LVT บริษัท Jouan จำกัด
3. ตู้ร้อนแบบ Hot air บริษัท Memert จำกัด
4. มอเตอร์ปั่นกวนชนิดปรับรอบ รุ่น RW 20 บริษัท Kika-Werk จำกัด
5. ไบพัตเทปลอนและแกนไบพัตแก้ว
6. ขวดก้นกลมแบบสามคอ ขนาด 500 มิลลิเมตร
7. ชุดปฏิกรณ์ปฏิริยาแบบ 4 คอ ขนาด 500 มิลลิเมตร และ 1000 มิลลิเมตร
8. เทอร์โมมิเตอร์ ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0-100^oC
9. ชุดสกัดซอกซ์เลต (Soxhlet) พร้อมไส้กรอง (Cellulose extraction timber)
10. เตาให้ความร้อน
11. เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electric balance) บริษัท Sartorus จำกัด
12. เครื่องบดผสมแบบลูกบอลล์
13. ชุดวัดความละเอียดของลิ (Grind gavges)
14. แปรงทาลี่
15. เครื่องทดสอบค่ากำลังช้อนแสง Microsheen 250

การทดลอง

3.1 การทดสอบน้ำยางข้น

3.1.1 การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

ชั่งน้ำหนักยางประมาณ 2 ± 0.5 กรัม เติลงในจานเพาะเชื้อที่ชั่งน้ำหนักไว้เอียงให้ยางกระจายทั่วจาน นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง นำจานนี้ไปใส่ในเตาเคเตอร์จนเย็น นำมาชั่งน้ำหนัก และอบอีกครั้งนาน 15 นาที นำไปใส่เตาเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก ทำเช่นนี้จนกระทั่งน้ำหนักที่ชั่งได้ ต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดตามสมการ

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC) \%} = \frac{\text{น้ำหนักของยางแห้ง}}{\text{น้ำหนักของน้ำยาง}} \times 100$$

3.1.2 การหาปริมาณน้ำยางแห้ง

ชั่งน้ำหนักยาง 10 ± 0.01 กรัม ทำให้เจือจางโดยใช้น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร หยดกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 80 มิลลิลิตร ลงไปข้างๆนำไปวางบนอ่างไอน้ำประมาณ 15 - 30 นาที นำขึ้นยางที่ไปอบที่อุณหภูมิ 70 ± 2 องศาเซลเซียส จนยางใสทั่วแผ่นและนำไปใส่ในเตาเคเตอร์ ทำเช่นนี้จนน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 5 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้งตามสมการ

$$\text{ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) \%} = \frac{\text{น้ำหนักของยางแห้ง}}{\text{น้ำหนักของน้ำยาง}} \times 100$$

3.1.3 การหาความเป็นต่างในน้ำยาง

ชั่งน้ำหนักยาง 10 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิเมตรและผสมสารเสริมเสถียรภาพ(non-ionic) หยดเมทิลเรดประมาณ 6 หยด ไตเตรตด้วยกรดซัลฟิวริก 0.1 นอร์มอล จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู คำนวณความเป็นต่างในรูป

จำนวนกรัมของแอมโมเนียต่อน้ำ 100 กรัม ในน้ำยางดังนี้

$$\text{ความเป็นต่าง \% NH}_3 \text{ ต่อน้ำหนักน้ำ} = \frac{170 \times \text{ความเข้มข้นของกรด} \times \text{ปริมาณของกรด}}{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของน้ำยาง} \times (100 - \text{TSC})}$$

3.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ การสังเคราะห์ยางธรรมชาติ กราฟท์โคพอลิเมอร์ กับ พอลิเมทิลเมทาอะคริเลต ในรูปลาเท็กซ์

3.2.1 การสังเคราะห์ยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ กับเมทิลเมทาอะคริเลต ซึ่งน้ำยางธรรมชาติที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 60 เปอร์เซ็นต์ 100 ส่วน ใส่ในขวด 3 คอ หรือหม้อปฏิกริยา (Reactor) ขนาดที่เหมาะสม เต็มลารเลริมเล็ยรภาพ ผ่านก๊าซไนโตรเจนอย่างน้อย 30 นาที พร้อมปั่นจนตลอดเวลา ปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 25°C จากนั้นลดอัตราของไนโตรเจนลง ค่อยๆเติมเมทิลเมทาอะคริเลตจนหมด เติมเทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ในช่วง 0.1-0.3 ส่วน ปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นค่อยๆเติมสารกระตุ้นตัวริเริ่ม เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 4.44 เท่าของเทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ปั่นกวนต่อด้วยความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10-15 นาที หยุดปฏิกริยาพร้อมปิดก๊าซไนโตรเจน ตั้งทิ้งไว้ให้ปฏิกริยาเกิดสมบูรณ์อย่างน้อย 24 ชั่วโมง นำไปตกตะกอนด้วยกรดฟอร์มิก เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ต้มเดือด 3 ครั้ง จากนั้นนำไปแช่ในน้ำกลั่นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง กรองและนำไปอบ ที่อุณหภูมิประมาณ 80°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.2 การสังเคราะห์ยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์กับเมทิลเมทาอะคริเลต ผลมกับอะคริลิกแอซิด

สภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์เหมือนกับ 3.2.1 โดยค่อยๆ หยดอะคริลิกแอซิดหลังจากเติมเมทิลเมทาอะคริเลตจนหมด

3.3 การตรวจสอบสมบัติกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้

3.3.1 การหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (conversion) ของมอนอเมอร์เมทิลเมทาอะครีเลต

ชั่งน้ำยางที่สังเคราะห์ได้ประมาณ 2.0 กรัม ในจานเพาะเชื้อที่ชั่งน้ำหนักละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 80°C จนน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 24 ชั่วโมง) นำไปชั่งน้ำหนักที่เหลือหลังอบ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเมทิลเมทาอะครีเลตมอนอเมอร์ (% conversion)

$$\% \text{conversion} = \frac{\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC) ที่ได้}}{\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC) ที่คำนวณได้}} \times 100$$

3.3.2 การแยกกราฟท์โคพอลิเมอร์โดยเทคนิคการสกัด

นำผลิตภัณฑ์ที่ตกตะกอนด้วยกรตฟอร์มิค และอบจนแห้งสนิทแล้วมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำไปสกัดยางธรรมชาติที่ไม่เกิดกราฟท์ (free rubber) ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ช่วงจุดเดือด 80-100°C โดยใช้ชุดสกัดแบบซอกซ์เลต (soxhlet extract) จนแน่ใจว่ายางธรรมชาติถูกสกัดออกจนหมด (ประมาณ 24 ชั่วโมง) นำไปอบให้แห้งและชั่งน้ำหนักของสารที่เหลืออยู่ นำผลิตภัณฑ์นี้ไปสกัดต่อด้วยอะซิโตน เพื่อสกัดพอลิเมทิลเมทาอะครีเลตที่ไม่เกิดกราฟท์ (free polymer) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบแห้ง และชั่งน้ำหนักของสารที่แน่นอน คำนวณเปอร์เซ็นต์ของยางธรรมชาติและพอลิเมทิลเมทาอะครีเลตที่ไม่เกิดกราฟท์ และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์ (% graft copolymer) ที่ได้

3.3.3 การทดสอบความหนืดของน้ำยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ด้วยเครื่องบริคฟิลด์ (Brookfield viscometer)

ปรับอุณหภูมิของน้ำยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ ให้ได้ประมาณ 31-32°C นำมาวัดความหนืดด้วยเครื่องบริคฟิลด์ โดยเลือกแกนหมุนและความเร็วรอบที่เหมาะสมกับความหนืดของน้ำยาง อ่านค่าที่ได้จากหน้าปัทม์ คำนวณค่าความหนืด

ของน้ำยางธรรมชาติกราฟที่โคบอลต์เมอร์เทียบกับปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC)

3.3.4 การตรวจสอบหุ้มฟังก์ชันของยางธรรมชาติกราฟที่โคบอลต์เมอร์ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นำยางธรรมชาติกราฟที่โคบอลต์เมอร์ที่สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์และอะซิโตน ทำให้แห้งสนิทแล้วนำมาละลายในตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม จากนั้นนำไปเตรียมแผ่นฟิล์มบนกระดาษซิลิโคน หรือบนแผ่นโปสเตอร์เซียมโบรไมด์ นำไปวิเคราะห์หาหุ้มฟังก์ชันด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Jasco IR-810)

3.4 การศึกษาการใช้ยางธรรมชาติกราฟที่โคบอลต์เมอร์ในการผสมสูตรเพื่อทำการผลิตสีอิมัลชันชนิดทากายนอก สีขาวคุณภาพสูง

3.4.1 การผสมสูตรยางธรรมชาติกราฟที่โคบอลต์เมอร์

เตรียมผสมสูตรโดยใช้ส่วนผสมต่างๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1	สารเคมีที่ใช้	ส่วนโดยน้ำหนัก
	น้ำ	100
	สารช่วยกระจาย Tamol 731	5
	5% Cellobond 45000	100
	สารกันฟอง Defoamer Nopco NXZ	2
	เอทิลีนไกลคอล	40
	สารกันบูดเพนตาคลอโรฟีนิล	1
	รงควัตถุสีขาว TiO_2	225
	อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์	75
	แคลเซียมคาร์บอเนต ขนาด 325 เมช	125
	รวม	<u>573</u>

นำส่วนผสมส่วนที่ 1 ทำการบดผสมโดยใช้เครื่องบดผสมแบบลูกบอลล์

สารเคมีที่ใช้	ส่วนโดยน้ำหนัก
<u>ส่วนที่ 2</u>	
สารกันฟอง Defoamer Nopco NXZ	2
ยางธรรมชาติกราฟท์โคบอลิเมอร์	416
โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 27 เปอร์เซ็นต์	4
เทกซานอล (Texanol)	10
น้ำ	<u>27</u>
	รวมทั้งสิ้น <u>1032</u>

เติมสารเคมีส่วนที่ 1 ลงในเครื่องผสมแบบลูกบอลล์ โดยทำการขยายขนาดของการผลิตตามต้องการ และตามความเหมาะสมของเครื่องบดผสมแบบลูกบอลล์ที่ใช้ทำการบดผสม ให้ได้ความละเอียดของรงควัตถุ และสารตัวเติมอยู่ในช่วง 25-40 ไมครอน โดยจะทำการตรวจสอบความละเอียดทุกๆ ชั่วโมงของการบดผสม หลังจากทำการผลิตที่มีความละเอียดตามต้องการ ให้ปิดเครื่องบดผสม นำของผสมที่ได้ไปวัดความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบบริคินิลด์ และนำของผสมส่วนที่ 1 ใส่ลงไปในถังนาลาสติก แล้วเติมสารเคมีส่วนที่ 2 ผสมลงไปในถัง ทำการปั่นกวนด้วยความเร็วรอบสูง เพื่อให้สีอิมัลชันผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

3.4.2 การทดสอบความละเอียดของสี

หยดสีลงบนเครื่องมือสำหรับทดสอบความละเอียด ปาดสีจากด้านที่แสดงค่าความละเอียดน้อยไปทางด้านที่แสดงค่าความละเอียดมาก อ่านค่าเมื่อสีที่ปาดจางลง ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นไมครอน

3.4.3 การทดสอบความหนืดของลิตด้วยเครื่อง Brookfield

ปรับอุณหภูมิของลิตให้ได้ประมาณ 31-32 °C นำมาวัดความหนืดด้วยเครื่องบริคฟิลด์ โดยเลือกแกนหมุน และความเร็วรอบที่เหมาะสมกับความหนืดของลิต

3.4.4 การทดสอบค่ากำลังซ่อนแสง

ทำการปรับเครื่องด้วยแผ่นพลาสติกสีขาว กตค่าที่ 100 เปอร์เซ็นต์หลังจากนั้นวัดค่าที่แผ่นพลาสติกสีดำ กตค่าที่ zero แล้วจึงทำการวัดค่าที่แผ่นพลาสติกสีขาว โดยกตค่าที่ 100 เปอร์เซ็นต์ อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงทำการวัดค่ากับลิตที่ต้องการ อ่านค่าที่ได้บนหน้าปัทม์เครื่องหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

3.4.5 การทดสอบเวลาในการแห้งผิวและแห้งแข็ง

ทาลีนบนกระจกด้วยเครื่องทำฟิล์ม ให้หนาประมาณ 50 ไมโครเมตร ขณะที่ยังเปียก แล้วทดสอบระยะเวลาการแห้งที่ผิวและการแห้งแข็ง

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดสอบสมบัติของน้ำยางข้น

สมบัติของน้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียค่าที่ใช้ในการทดลอง มีสมบัติสำคัญ ดังนี้

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid Content)	= 61.83	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณเนื้อยาง (Dry Ruber Content)	= 60.24	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณความเป็นต่าง (Ammonia (%) of latex)	= 0.368	เปอร์เซ็นต์
ความหนืด (Viscosity)	= 68.38	cps.

4.2 การสังเคราะห์ยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ กับ เมทิลเมทาอะครีเลตในรูปลาเท็กซ์

4.2.1 การศึกษาเปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของมอนอเมอร์ และชนิดของตัวกระตุ้นตัวริเริ่ม

การศึกษาถึงผลของความเข้มข้นของ มอนอเมอร์ และชนิดของตัวกระตุ้นตัวริเริ่มในการสังเคราะห์ยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ จะใช้ปริมาณของเมทิลเมทาอะครีเลตมอนอเมอร์ที่ 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เตตระเอทิลีนเพนตามีนและไดเอทิลีนไตรเอมีน เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวกระตุ้นตัวริเริ่ม โดยใช้ 1.332 ส่วน และเทอร์เทียรีบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน เวลาในการบ่มกวน 60 นาที เวลาในการบ่มกวนหลังจากเติมสารกระตุ้นตัวริเริ่ม 10 นาที

การศึกษาจะเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (%conversion) ของมอนอเมอร์เมทิลเมทาอะครีเลตไปเป็นพอลิเมอร์ โดยวิธีชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และ

หาเปอร์เซ็นต์กราฟที่โคพอลิเมอร์ โดยการสกัดพอลิเมอร์ที่ไม่เกิดกราฟที่ (free polymer) ด้วยอะซิโตน และสกัดยางที่ไม่เกิดกราฟที่ (free rubber) ด้วยบิโตร-เลียมอีเทอร์ ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์และเปอร์เซ็นต์กราฟที่โคพอลิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของมอนอเมอร์ และชนิดของตัวกระตุ้นตัวริเริ่ม

ปริมาณเมทิลเมทาอะคริเลต	เตตระเอทิลสีนเพนตามีน		ไดเอทิลสีนไตรเอมีน	
	30%	70%	30%	70%
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ (%)	87.04	85.64	87.37	85.07
พอลิเมอร์ที่ไม่เกิดกราฟที่ (Free Polymer) (%)	19.25	32.91	15.50	17.18
ยางที่ไม่เกิดกราฟที่ (Free Rubber) (%)	2.74	4.41	3.34	5.78
กราฟที่โคพอลิเมอร์ (%)	78.01	62.68	81.18	77.04

จากผลที่ได้พบว่าเมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปภายใต้สภาวะเดียวกัน เมื่อเพิ่มปริมาณหรือเปอร์เซ็นต์ของเมทิลเมทาอะคริเลต จะทำให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ

มอนอเมอร์ลดลง เบอ์เซนต์ของพอลิเมอร์ลุ่มที่ไม่เกิดกราฟท์จะเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาชนิดของตัวกระตุ้นตัวริเริ่ม ระหว่างเตตระเอทิลลิโนแพนตามีน และ ไดเอทิลลิโนไตรเอมีน พบว่าเบอ์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่จากการใช้ไดเอทิลลิโนไตรเอมีนเป็นสารกระตุ้นตัวริเริ่ม จะให้เบอ์เซนต์กราฟท์ที่โคพอลิเมอร์ที่สูงกว่าการใช้เตตระเอทิลลิโนแพนตามีนเป็นสารกระตุ้นตัวริเริ่ม

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ในการสังเคราะห์น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ ไดเอทิลลิโนไตรเอมีนมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสารกระตุ้นตัวริเริ่มมากกว่าการใช้เตตระเอทิลลิโนแพนตามีน

4.2.2 การศึกษาผลของเวลาต่อเบอ์เซนต์การเปลี่ยนแปลง (conversion) ของมอนอเมอร์เมทิลเมทาอะคริเลต

ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของเมทิลเมทาอะคริเลต ไปเป็นพอลิเมทิลเมทาอะคริเลต โดยวิธีชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป สภาวะสำหรับการสังเคราะห์คือ เมทิลเมทาอะคริเลต 30 และ 70 ส่วนต่อน้ำยาง 100 ส่วน เทอร์เบียริบิวทิลไฮโดรเพอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน เวลาในการป้อนน้ำยางกับมอนอเมอร์ 1 ชั่วโมง ความเร็วรอบการปั่นทวน 200 รอบต่อนาที ใช้ไดเอทิลลิโนไตรเอมีน 0.888 ส่วน ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์ของเมทิลเมทาอะครีเลต 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลาต่างๆ

เวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (conversion) ของมอนอเมอร์	
	30%	70%
0.25	58.27	45.34
0.50	63.72	53.42
0.75	67.53	60.56
1.00	72.99	67.63
1.25	75.93	73.76
3.00	79.46	77.03
6.00	82.34	80.17
12.00	86.75	82.02
24.00	87.21	84.58
36.00	87.32	84.96
48.00	87.37	85.07

จากผลการศึกษาพบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์จะเพิ่มขึ้นมากในช่วงแรกที่ใส่มอนอเมอร์ แต่ในระหว่างการป้อนมอนอเมอร์ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้นพอประมาณ หลังจากตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจะใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกจุดสิ้นสุดของปฏิกิริยาที่เวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

4.2.3 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ และ เปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดของสารเสริมเสถียรภาพ

สมภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์คือ เมทิลเมทาอะครีเลต 70 ส่วนต่อน้ำยาง 100 ส่วน เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน ไคเอทิลีนไตรเอมีน 0.868 ส่วน โดยมีสารเสริมเสถียรภาพที่ใช้ศึกษาคือ

กรดโอสีอิก 0.3 ส่วน + สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 2% 30 ส่วน

โนนิพอล 4000 (NP 4000) 3 ส่วน

โซเดียมลอร์ลซัลเฟต 3 ส่วน

โนนิพอล 4000 : โซเดียมลอร์ลซัลเฟต = 1.5:1.5 ส่วน

ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดของสารเสริมเสถียรภาพ

สารเสริมเสถียรภาพ	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์	เปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์
กรดโอสีอิก+สารละลายแอมโมเนีย 2%	85.07	77.04
โนนิพอล 4000	97.01	62.24
โซเดียมลอร์ลซัลเฟต	70.27	49.64
โนนิพอล 4000 + โซเดียมลอร์ลซัลเฟต	94.17	17.00

จากผลที่ได้พบว่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์จากการใช้ โนนิพอล 4000 มีค่าสูงที่สุด ส่วนเปอร์เซนต์กราฟที่โคพอลิเมอร์ที่ได้จะมีค่าต่ำกว่าการใช้ กรดไฮลิกผลมกับสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 2 เปอร์เซนต์ แต่มีค่าสูงกว่าการใช้ โซเดียมลอร์ริลซัลเฟต และ โนนิพอล 4000 ผลมกับโซเดียมลอร์ริลซัลเฟต

ลักษณะของน้ำยางกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่ได้มีความแตกต่างกันคือ น้ำยางที่ได้จากการใช้กรดไฮลิกผลมกับสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 2 เปอร์เซนต์ มีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน ส่วนน้ำยางกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่ได้จากการใช้โนนิพอล 4000 ผลมกับโซเดียมลอร์ริลซัลเฟต น้ำยางไม่เป็นเนื้อเดียวกันบางส่วนมีการจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นจากเหตุผลที่กล่าวมา โนนิพอล 4000 จึงมีความเหมาะสมในการใช้เป็นสารเสริม เลื่อยรภาพสำหรับการสังเคราะห์น้ำยางกราฟที่โคพอลิเมอร์

4.2.4 การศึกษาเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ และ เปอร์เซนต์ กราฟที่โคพอลิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของมอนอเมอร์

การสังเคราะห์ยางธรรมชาติกราฟที่โคพอลิเมอร์ โดยการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของเมทิลเมทาอะครีเลตเป็น 30,70,100 และ 300 เปอร์เซนต์ สภาวะที่ใช้คือ น้ำยางธรรมชาติ 100 ส่วน เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน โนนิพอล 4000 3 ส่วน และไดเอทิลินไตรเอมีน 0.888 ส่วน ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ และเปอร์เซ็นต์กราฟท์ โคนอสิเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของมอนอเมอร์

ปริมาณเมทิลอะครีเลต	30%	70%	100%	300%
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ (%)	98.34	97.01	90.96	35.69
เปอร์เซ็นต์กราฟท์ โคนอสิเมอร์ (%)	65.02	62.24	56.00	25.25

จากผลที่ได้พบว่า เมื่อปริมาณของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์และเปอร์เซ็นต์กราฟท์ โคนอสิเมอร์จะมีค่าลดลง เนื่องจากมีมอนอเมอร์ส่วนที่ไม่สามารถแพร่กระจายเข้าไปในอนุภาคของยาง และจะเกิดปฏิกิริยากันเอง ทำให้ไม่เกิดกราฟท์กับยางธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อปริมาณของมอนอเมอร์สูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ น้ำยางกราฟท์ โคนอสิเมอร์ที่ได้ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีบางส่วนของน้ำยางจับตัวเป็นก้อน และเมื่อปริมาณของมอนอเมอร์เป็น 300 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ที่ได้น้อยมากซึ่งไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน

4.2.5 การศึกษาผลของอุณหภูมิกับอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยา

การศึกษานี้เป็นการหาอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่สามารถเร่งให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ได้โดยที่ไม่ต้องตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์คือ น้ำยางธรรมชาติ 100 ส่วน มอนอเมอร์เมทิลเมทาอะครีเลต 70 ส่วน เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน โนนิพอล 4000 3 ส่วน ไคเอทิลีนไดรเอมีน 0.888 ส่วน โดยมีการควบคุมอุณหภูมิตั้งนี้คือ

1) ควบคุมอุณหภูมิให้เป็น 25°C ตลอดการทำปฏิกิริยา และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2) ควบคุมอุณหภูมิให้เป็น 90°C โดยเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มใส่มอนอเมอร์เมทิลเมทาอะคริเลต และเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มใส่เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (หลังจากเติมมอนอเมอร์เมทิลเมทาอะคริเลตจนหมด)

3) ควบคุมอุณหภูมิให้เป็น 60°C โดยเริ่มตั้งแต่เริ่มใส่เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์

ผลการศึกษาที่ได้คือ

1) ที่อุณหภูมิ 25°C สามารถสังเคราะห์น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ได้โดยที่น้ำยางไม่จับตัวเป็นก้อน

2) ที่อุณหภูมิ 90°C การเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มใส่มอนอเมอร์ทำให้น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์เริ่มจับตัวเป็นก้อนตั้งแต่ที่ 80°C โดยที่ยังไม่มีการเติมเทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และการเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มใส่เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ทำให้น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ เริ่มจับตัวเป็นก้อนตั้งแต่ที่ 78°C

3) ที่อุณหภูมิ 60°C พบว่าหลังจากใส่เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และเมื่อปั่นกวตต่อไปเป็นเวลาประมาณ 5 นาที น้ำยางที่ได้จับตัวเป็นก้อน

จากผลที่ได้ จะเห็นได้ว่า ที่อุณหภูมิสูงไม่สามารถควบคุมการเกิดปฏิกิริยาได้ เนื่องจากน้ำยางที่เกิดปฏิกิริยาเร็วเกินไปจึงจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการเกิดปฏิกิริยา คือ สภาวะที่อุณหภูมิ 25°C และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

4.2.6 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของมอนอเมอร์

สภาวะที่ใช้คือ น้ำยาง 100 ส่วน เทอร์เทียรบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน โนนิพอล 4000 3 ส่วน ไคเอทิสันไตรเอมีน 0.888 ส่วน มอนอเมอร์

ที่ใช้คือ เมทิลเมทาอะครีเลต และ เมทิลเมทาอะครีเลตผสมกับอะคริลิกแอซิด ได้ผลดัง
ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิด
และปริมาณของมอนอเมอร์

มอนอเมอร์	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ของมอนอเมอร์ (%)
70 % เมทิลเมทาอะครีเลต	97.01
65 % เมทิลเมทาอะครีเลต+	63.50
5 % อะคริลิกแอซิด	
100 % เมทิลเมทาอะครีเลต	90.96
95 % เมทิลเมทาอะครีเลต+	47.76
5 % อะคริลิกแอซิด	

จากผลที่ได้พบว่า การใช้มอนอเมอร์ที่เป็นเมทิลเมทาอะครีเลตเพียงชนิดเดียวจะมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ที่สูงกว่าการใช้เมทิลเมทาอะครีเลตผสมกับอะคริลิกแอซิด จะมีค่าน้อยมาก แต่น้ำยากราฟที่โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่จับตัวเป็นก้อน จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไปได้

4.2.7 การทดสอบน้ำยากราฟท์โคพอลิเมอร์

การทดสอบที่ทำได้แก่ การทดสอบความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบรูคินิสต์ และหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC) โดยวิธีชั่งน้ำหนัก ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าความหนืดของน้ำยากราฟท์โคพอลิเมอร์ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เปอร์เซ็นต์เมทิลเมทาอะครีเลตต่างๆกัน

เปอร์เซ็นต์และชนิดของมอนอเมอร์	TSC (%)	ความหนืด (cps)
30% เมทิลเมทาอะครีเลต (กรดโอลีนิก+สารละลายแอมโมเนีย 2%)	52.84	664
70% เมทิลเมทาอะครีเลต (กรดโอลีนิก+สารละลายแอมโมเนีย 2%)	52.69	956
70% เมทิลเมทาอะครีเลต (โชนินอล 4000)	60.71	1040
100% เมทิลเมทาอะครีเลต (โชนินอล 4000)	57.86	2720
65% เมทิลเมทาอะครีเลต+ 5% อะครีลิกแอซิด (โชนินอล 4000)	39.70	368
95% เมทิลเมทาอะครีเลต+ 5% อะครีลิกแอซิด (โชนินอล 4000)	30.36	1236

จากการใช้มอนอเมอร์ที่เป็นเมทิลเมทาอะครีเลตชนิดเดียว ค่าความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของลว่นที่เป็นของแข็งมีค่าลดลง

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ลดลง ส่วนการใช้มอนอเมอร์ที่เป็นเมทิล-เมทาอะคริเลตผสมกับอะคริลิกแอซิด ปริมาณของล่อนที่เป็นของแข็งที่ได้ มีค่าน้อยกว่าการใช้เมทิลเมทาอะคริเลตเป็นมอนอเมอร์และเมื่อเปรียบเทียบค่าความหนืดที่ได้ จะพบว่ามิต้าน้อยกว่าการใช้เมทิลเมทาอะคริเลตเป็นมอนอเมอร์

4.2.8 การวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

จากการวิเคราะห์ทางธรรมชาติกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เพื่อหาหมู่ฟังก์ชันต่างๆบนสายโซ่โพลิเมอร์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของยางธรรมชาติ กับยางธรรมชาติกราฟที่โคพอลิเมอร์ พบว่ามีสัญญาณเพิ่มขึ้นคือที่ตำแหน่ง $1,740 \text{ cm}^{-1}$ ซึ่งเป็นสัญญาณของหมู่คาร์บอนิล ซึ่งมาจากพอลิเมทิลเมทาอะคริเลตที่ต่ออยู่บนสายโซ่โพลิเมอร์ของยางธรรมชาติ สัญญาณแสดงอยู่ในภาคผนวก

4.3 การศึกษาสมบัติของสีน้ำที่ได้จากพอลิเมอร์ร่วม ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาอะคริเลต และพอลิเมอร์ร่วมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาอะคริเลตและพอลิอะคริลิก แอซิด

น้ำยางกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่นำมาใช้ในการผสมสีน้ำ ควรเป็นน้ำยางที่มีปริมาณของมอนอเมอร์สูง จึงจะมีการยึดติดของฟิล์มสีได้ดี ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปริมาณของมอนอเมอร์ที่มีค่าสูงที่สุด และสามารถสังเคราะห์ได้คือ 100 เปอร์เซ็นต์เมทิลเมทาอะคริเลต

4.3.1 การทดสอบค่าความหนืด

สีน้ำที่ได้สามารถทดสอบหาความหนืดได้ โดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบบริคินิลด์ ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าความหนืดของสีน้ำที่ได้จากน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ และน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่เปอร์เซ็นต์มอนอเมอร์ต่างกัน

เปอร์เซ็นต์และชนิดของมอนอเมอร์	ความหนืดของน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ (cps.)	ความหนืดของสีน้ำ (cps.)
30% เมทิลเมทาอะคริเลต (กรดโอลิก+สารละลายแอมโมเนีย2%)	664	2,832
70% เมทิลเมทาอะคริเลต (กรดโอลิก+สารละลายแอมโมเนีย2%)	956	4,120
70% เมทิลเมทาอะคริเลต (โนนินอล 4000)	1,040	5,225
100% เมทิลเมทาอะคริเลต (โนนินอล 4000)	2,720	6,341
65% เมทิลเมทาอะคริเลต+ 5% อะคริลิกแอซิด (โนนินอล 4000)	368	1,243
95% เมทิลเมทาอะคริเลต+ 5% อะคริลิกแอซิด (โนนินอล 4000)	1,236	5,172

4.3.2 การหาความละเอียดของสี

ค่าที่อ่านได้เป็นไมโครเมตร จากเครื่องมือมาตรฐาน BS 3900 วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 282-2531 ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าความละเอียดของสีน้ำที่ผลิตได้ จากน้ำยางกราฟท์โคบอลต์เมอร์ที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆกัน

เปอร์เซ็นต์และชนิดของมอนอเมอร์	ค่าความละเอียด (ไมครอน)
30% เมทิลเมทาอะครีเลต (กรดโอลิอิก+สารละลายแอมโมเนีย)	70
70% เมทิลเมทาอะครีเลต (กรดโอลิอิก+สารละลายแอมโมเนีย)	80
70% เมทิลเมทาอะครีเลต (โชนินอล 4000)	62
100% เมทิลเมทาอะครีเลต (โชนินอล 4000)	75
65% เมทิลเมทาอะครีเลต+5% อะคริลิกแอซิด (โชนินอล 4000)	59
95% เมทิลเมทาอะครีเลต+5% อะคริลิกแอซิด (โชนินอล 4000)	57

ค่าความละเอียดที่ยอมรับให้ผ่านได้ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 282-2531 คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 ไมโครเมตร (ไมครอน) ผลที่ได้จาก

ตารางจะเห็นว่า ค่าความละเอียดของสีน้ำที่ใช้เมทิลเมทาอะคริเลตผสมกับอะคริลิกแอซิด เป็นเรซิน ค่าความละเอียดที่ได้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด และมีค่าใกล้เคียงกัน แต่การใช้เรซินที่เป็นเมทิลเมทาอะคริเลตในการผสมสีน้ำ ค่าความละเอียดที่ทดสอบได้ไม่ผ่านมาตรฐาน และพบว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์เมทิลเมทาอะคริเลตเพิ่มขึ้น ค่าความละเอียดจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

4.3.3 การหาค่าล้าช่อนแสง

โดยใช้เครื่อง MICROSHEEN 250

ตารางที่ 9 แสดงค่าล้าช่อนแสงของสีน้ำที่ผลิตได้จากน้ำยารานท์โคพอลิเมอร์ที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆกัน

ชนิดของเรซิน	ล้าช่อนแสง(%)
30% เมทิลเมทาอะคริเลต (กรดโอลิอิก+สารละลายแอมโมเนีย2%)	94.2
70% เมทิลเมทาอะคริเลต (กรดโอลิอิก+สารละลายแอมโมเนีย2%)	96.3
70% เมทิลเมทาอะคริเลต (โชนินพอล 4000)	97.6
100% เมทิลเมทาอะคริเลต (โชนินพอล 4000)	99.7
65% เมทิลเมทาอะคริเลต+5% อะคริลิกแอซิด (โชนินพอล 4000)	96.2
95% เมทิลเมทาอะคริเลต+5% อะคริลิกแอซิด (โชนินพอล 4000)	98.8

ค่าที่ยอมรับให้ผ่านได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.) 282-2531 คือ กำลังซ่อนแสง ร้อยละไม่น้อยกว่า 80 จากผลที่ได้ สีที่ทำการสังเคราะห์ขึ้นทุกตัวมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านมาตรฐาน

4.3.4 การศึกษาระยะเวลาในการแห้งผิวและแห้งแข็ง

จากผลการทดลอง

เวลาแห้งผิวของสีน้ำที่ใช้เรซินต่างกันทุกชนิดที่ทดลอง มีค่ามากกว่า 30 นาที และเวลาแห้งแข็งของสีน้ำที่ทดลอง มีค่ามากกว่า 2 ชั่วโมง

ค่าที่ยอมรับให้ผ่านได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.) 282-2531 คือ เวลาในการแห้งผิวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที และเวลาในการแห้งแข็งน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง จากผลที่ได้ สีที่ทำการสังเคราะห์ขึ้นทุกตัวมีค่าเวลาในการแห้งผิวก่อนกว่า 30 นาที ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ผ่านมาตรฐาน

4.3.5 ลักษณะของฟิล์มสีที่แห้งแล้วที่สังเกตเห็นได้จากการทาดด้วยวัสดุต่างๆ

วัสดุที่ใช้คือ ไม้ กระจก และเหล็ก

จากการทาลงวัสดุต่างๆ ผลที่ได้เป็นดังนี้คือ

สีน้ำที่ใช้ 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต(โดยมีกรดไอโซอิกผสมกับ สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารเสริมเสถียรภาพ) เป็นเรซิน

ไม้ - ฟิล์มสีที่แห้งแล้วมีลักษณะไม้เรียบผิวหน้าแตก โดยที่ 30 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลตมีลักษณะผิวหน้าที่แตกมากกว่า

กระจก - ได้ผลเหมือนไม้คือ ฟิล์มสีมีลักษณะผิวหน้าไม้เรียบ แตก และที่ 30 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลตมีลักษณะผิวหน้าที่แตกมากกว่า

เหล็ก - ได้ผลเหมือนไม้และกระจก และมีสนิมเหล็กเกิดขึ้นมาให้เห็นเมื่อ ฟิล์มสีแห้งแล้ว

สีน้ำตาลที่ใช้ 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต (โดยใช้นินพอล 4000 เป็นสารเสริมเสถียรภาพ) เป็นเรซิน

ไม้ - फिल्मสีที่แห้งแล้วมีผิวหน้าที่แตกไม่เรียบ แต่ยังไม่ย่นกว่าสีน้ำตาลที่ใช้ 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต (กรดไฮลิกอิกผลกับลารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารเสริมเสถียรภาพ) เป็นเรซิน โดยที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต (นินพอล 4000) फिल्मสีมีลักษณะที่ดีกว่าคือแตกน้อยกว่าที่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต (นินพอล 4000)

กระจก - ทั้ง 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต फिल्मสีที่ได้มีลักษณะผิวหน้าแตก

เหล็ก - फिल्मสีที่ได้แตกไม่เรียบ และยังมีสนิมเหล็กเกิดขึ้นด้วย

สีน้ำตาลที่ใช้ 65 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลต ผลมกับ 5 เปอร์เซ็นต์ อะคริลิก-แอซิด และ 95 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลตผลมกับ 5 เปอร์เซ็นต์ อะคริลิกแอซิด (โดยมีนินพอล 4000 เป็นสารเสริมเสถียรภาพ) เป็นเรซิน

ไม้ - फिल्मสีที่แห้งแล้วมีลักษณะเรียบ ลวยงาม ไม่มีรอยแตก

กระจก - ได้ผลเหมือนไม้ คือ फिल्मสีที่ได้เรียบ ลวยงาม ไม่มีรอยแตกของผิวหน้า

เหล็ก - ได้ผลเหมือนไม้และกระจก แต่ที่ 65 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะครีเลตผลมกับ 5 เปอร์เซ็นต์ อะคริลิกแอซิด มีสนิมเหล็กเกิดขึ้น

จากผลที่ได้จึงสรุปได้ว่า เรซินที่มีเมทิลเมทาอะครีเลตเป็นมอนอเมอร์เพียงชนิดเดียวไม่มีความเหมาะสมในการผลมเป็นสีน้ำ เนื่องจาก फिल्मสีที่แห้งแล้วไม่เรียบมีรอยแตกที่ผิวหน้า และยังทำให้เกิดสนิมในเหล็กด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 การศึกษาการสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาอะคริเลต

จากการศึกษาการสังเคราะห์ยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ กับเมทิลเมทาอะคริเลตโดยทำการป้อนกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ ตัวกระตุ้นริเริ่มที่ใช้ เทอร์เชียริบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ 0.2 ส่วน ต่อน้ำยาง 100 ส่วน พบว่าน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์ให้ได้เปอร์เซ็นต์ของเมทิลเมทาอะคริเลตสูงที่สุดที่สามารถนำมาใช้งานได้คือ ที่ 100 เปอร์เซ็นต์เมทิลเมทาอะคริเลต โดยมีโนนิพอล 4000 เป็นสารเสริมเสถียรภาพ และไดเอทิลีนไตรเอมีนเป็นสารกระตุ้นตัวริเริ่ม

5.2 การศึกษาการสังเคราะห์กราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาอะคริเลตและพอลิอะคริลิกแอซิด

จากการศึกษาการสังเคราะห์ โดยใช้สภาวะเช่นเดียวกับสภาวะที่ใช้ในข้อ 5.1 พบว่าน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์ได้ คือที่ปริมาณของอะคริลิกแอซิดสูงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของมอนอเมอร์ที่สูงที่สุดที่สามารถสังเคราะห์ได้คือ 95 เปอร์เซ็นต์ของเมทิลเมทาอะคริเลต ผสมกับ 5 เปอร์เซ็นต์ อะคริลิกแอซิด โดยมีโนนิพอล 4000 เป็นสารเสริมเสถียรภาพ และไดเอทิลีนไตรเอมีนเป็นสารกระตุ้นตัวริเริ่ม

จากข้อ 5.1 และ 5.2 พบว่า เมื่อปริมาณของมอนอเมอร์ที่เป็นเมทิลเมทาอะคริเลตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ น้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่ได้จะมีบางส่วนที่จับตัวเป็นก้อน ซึ่งไม่พบในน้ำยางกราฟท์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาอะคริเลต

และพอลิอะคริลิกแอซิด โดยใช้ไนโนบอล 4000 เป็นสารเสริมเสถียรภาพ และไดเอทิลีน-ไตรเอมีนเป็นสารกระตุ้นตัวริเริ่ม

5.3 การประยุกต์ใช้งานของยางธรรมชาติกราฟที่โคพอลิเมอร์

จากการนำน้ำยางกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้มาใช้เป็นเรซินในการผลิต ลีโอมัลชัน พบว่าเรซินที่มีส่วนผสมของพอลิเมทิลเมทาอะคริเลตและพอลิอะคริลิกแอซิดจะให้คุณสมบัติในการเป็นลีโอมัลชันดีกว่าการใช้เรซินที่มีส่วนผสมของพอลิเมทาอะคริลิตเพียงตัวเดียว เพราะฟิล์มลิที่ได้อาจมีลักษณะสวยงาม ไม่เกิดรอยแตก อย่างไรก็ตามลีโอมัลชันที่สังเคราะห์ได้นี้ยังไม่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสีทาได้ เนื่องจากคุณสมบัติต่างๆ ยังไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน และการยึดติดรวมทั้งการแห้งของฟิล์มลิยังไม่ดีพอ ดังนั้นจึงสมควรที่จะมีการพัฒนาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การสังเคราะห์ยางกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่มีปริมาณของมอนอเมอร์สูงเกินกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ อาจทำได้โดยการเปลี่ยนชนิดและปริมาณของตัวริเริ่มที่ใช้
2. ควรทำการศึกษาถึงตัวริเริ่ม สารกระตุ้นตัวริเริ่ม และอุณหภูมิในการเกิดสังเคราะห์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์โดยไม่ต้องตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
3. ในการผสมลีสลิมัลชันควรใช้เรซินที่เป็นยางกราฟที่โคพอลิเมอร์ที่มีปริมาณของมอนอเมอร์สูงเกินกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อคุณสมบัติในการยึดติดที่ดีกว่า
4. ลีโอมัลชันที่ได้จากการทดสอบนี้ เกิดฟองขึ้น ดังนั้นจึงควรใส่สารกันฟองให้มากกว่านี้
5. ควรมีการศึกษาและค้นคว้าต่อไปในการพัฒนายางธรรมชาติมาใช้เป็นเรซินในการผลิตลีโอมัลชัน เพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณมอนอเมอร์ที่ใช้ ในการสังเคราะห์น้ำยาง
 กราฟท์โคพอลิเมอร์ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเมทาอะคริเลต

$$\text{น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติ} = 68.12$$

$$\text{น้ำหนักโมเลกุลของมอนอเมอร์เมทิลเมทาอะคริเลต} = 100.12$$

$$\text{น้ำยาง 100 กรัม มีเนื้อยาง 60 กรัม จะมีเนื้อยาง} = \frac{60}{68.12} \text{ โมล}$$

$$70\% \text{ เมทิลเมทาอะคริเลตจะมีจำนวนโมล} = \frac{70}{100} \times \frac{60}{68.12} \text{ โมล}$$

$$\text{ดังนั้นจะใช้เมทิลเมทาอะคริเลต} = \frac{70}{100} \times \frac{60}{68.12} \times 100.12 \text{ กรัม}$$

$$= 61.76 \text{ กรัม}$$

$$\text{เมทิลเมทาอะคริเลตเปลี่ยนเป็นพอลิเมทิลเมทาอะคริเลต} = 61.76 \text{ กรัม}$$

$$\text{ดังนั้นจะมีส่วนที่เป็นเนื้อทั้งหมด} = 60 + 61.76 \text{ กรัม}$$

$$= 121.76 \text{ กรัม}$$

$$\text{ส่วนที่เป็นน้ำทั้งหมด} = 40 + 121.76 \text{ กรัม}$$

$$= 161.76 \text{ กรัม}$$

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSC)} = \frac{121.76}{161.76} \times 100 \text{ กรัม}$$

$$= 75.27\%$$

$$= 75.27\%$$

$$\text{ส่วนที่เป็นเนื้อ 75.27 กรัม อยู่ในน้ำ} = 161.76 \text{ กรัม}$$

$$\text{ส่วนที่เป็นเนื้อ 15.27 กรัม อยู่ในน้ำ} = \frac{161.76 \times 15.27}{75.27} \text{ กรัม}$$

$$\text{ดังนั้นต้องเติมน้ำ} = 32.82 \text{ กรัม}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมดหลังเติมน้ำ} &= \frac{121.76}{(161.76 + 32.82)} \times 100 \text{ กรัม} \\ &= 62.56\% \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

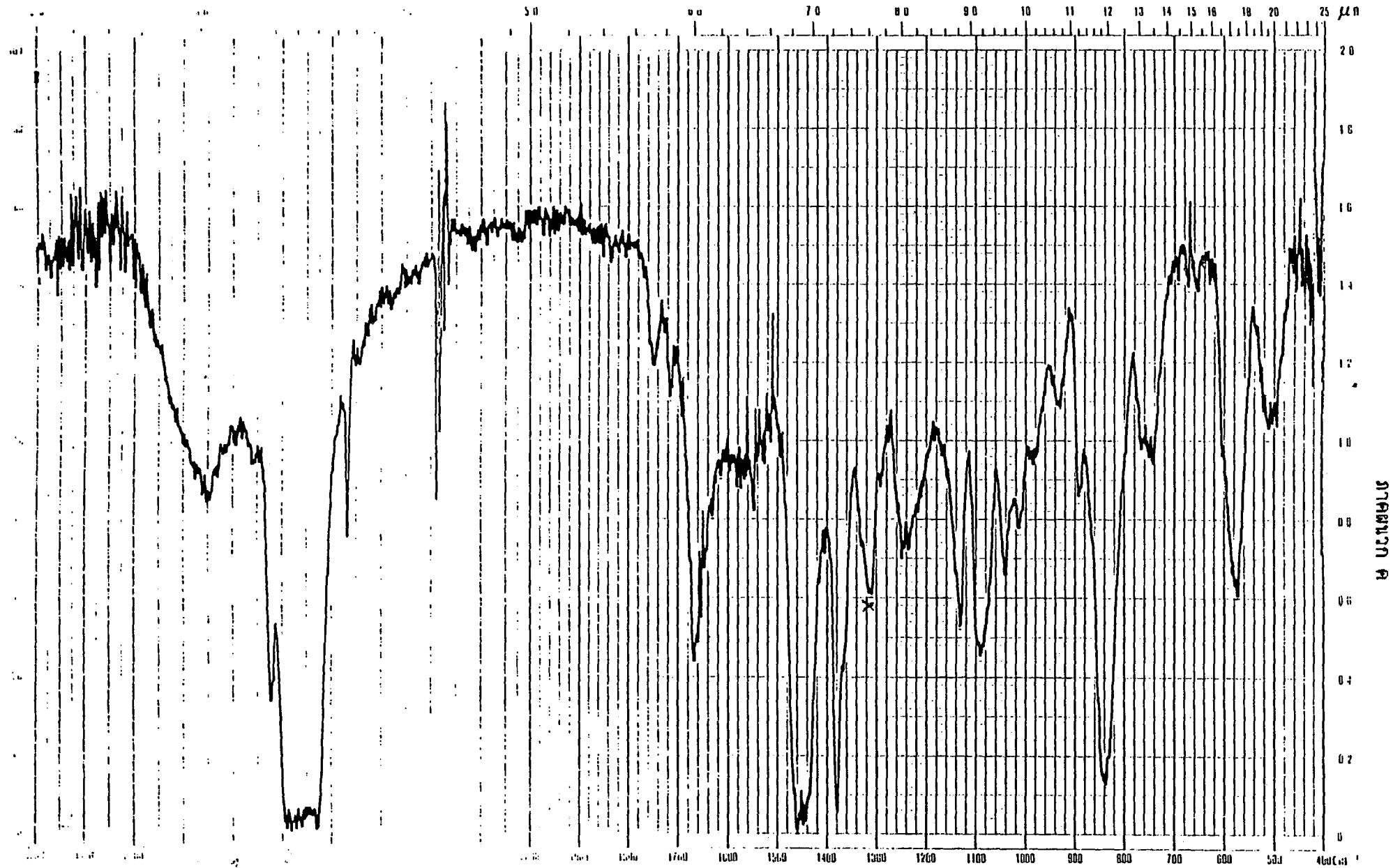
ตัวอย่างการคำนวณหาพอลิเมอร์ที่ไม่เกิดกราฟท์ (Pure polymer) ยางที่ไม่เกิดกราฟท์ (Pure rubber) และเปอร์เซ็นต์กราฟท์โคพอลิเมอร์ โดยวิธีการสกัดด้วยอะซิโตนและปิโตรเลียมอีเทอร์ ของยางธรรมชาติกราฟท์โคพอลิเมอร์ที่มีเมทิลเมทาอะครีเลต 30 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 1

น้ำหนักยางเริ่มต้น	= 8.8131	กรัม
น้ำหนักยางที่หายไปจากการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์	= 0.2415	กรัม
น้ำหนักพอลิเมอร์ที่หายไปจากการสกัดด้วยอะซิโตน	= 1.6966	กรัม
น้ำหนักที่เหลืออยู่	= 6.8750	กรัม

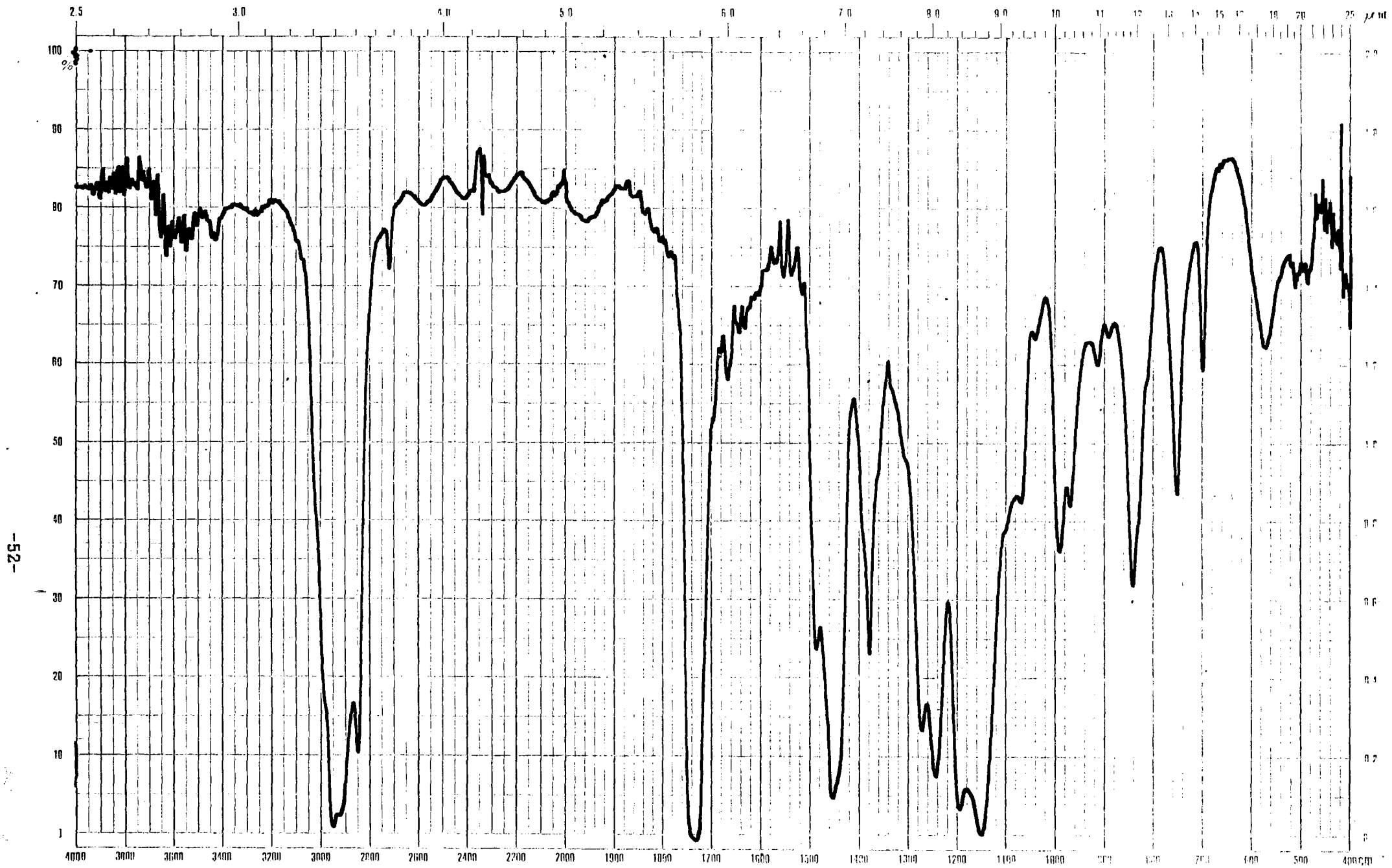
$$\begin{aligned} \text{ยางที่ไม่เกิดกราฟท์ (Pure rubber)} &= \frac{0.2415}{8.8131} \times 100 \\ &= 2.74 \text{ เปอร์เซ็นต์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พอลิเมอร์ที่ไม่เกิดกราฟท์ (Pure polymer)} &= \frac{1.6966}{8.8131} \times 100 \\ &= 19.25 \text{ เปอร์เซ็นต์} \end{aligned}$$

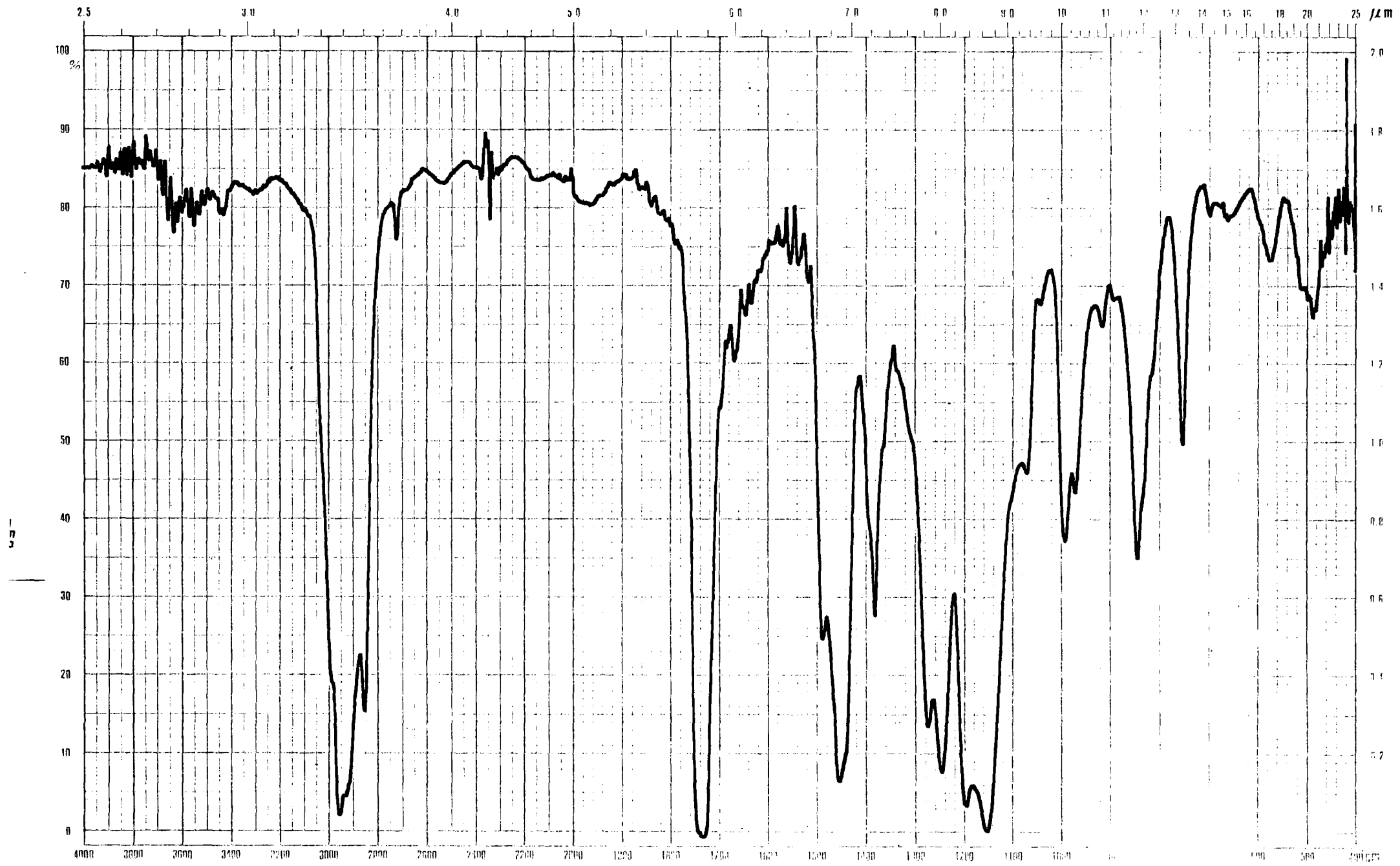
$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ของกราฟท์โคพอลิเมอร์} &= \frac{6.875}{8.8131} \times 100 \\ &= 78.01 \text{ เปอร์เซ็นต์} \end{aligned}$$



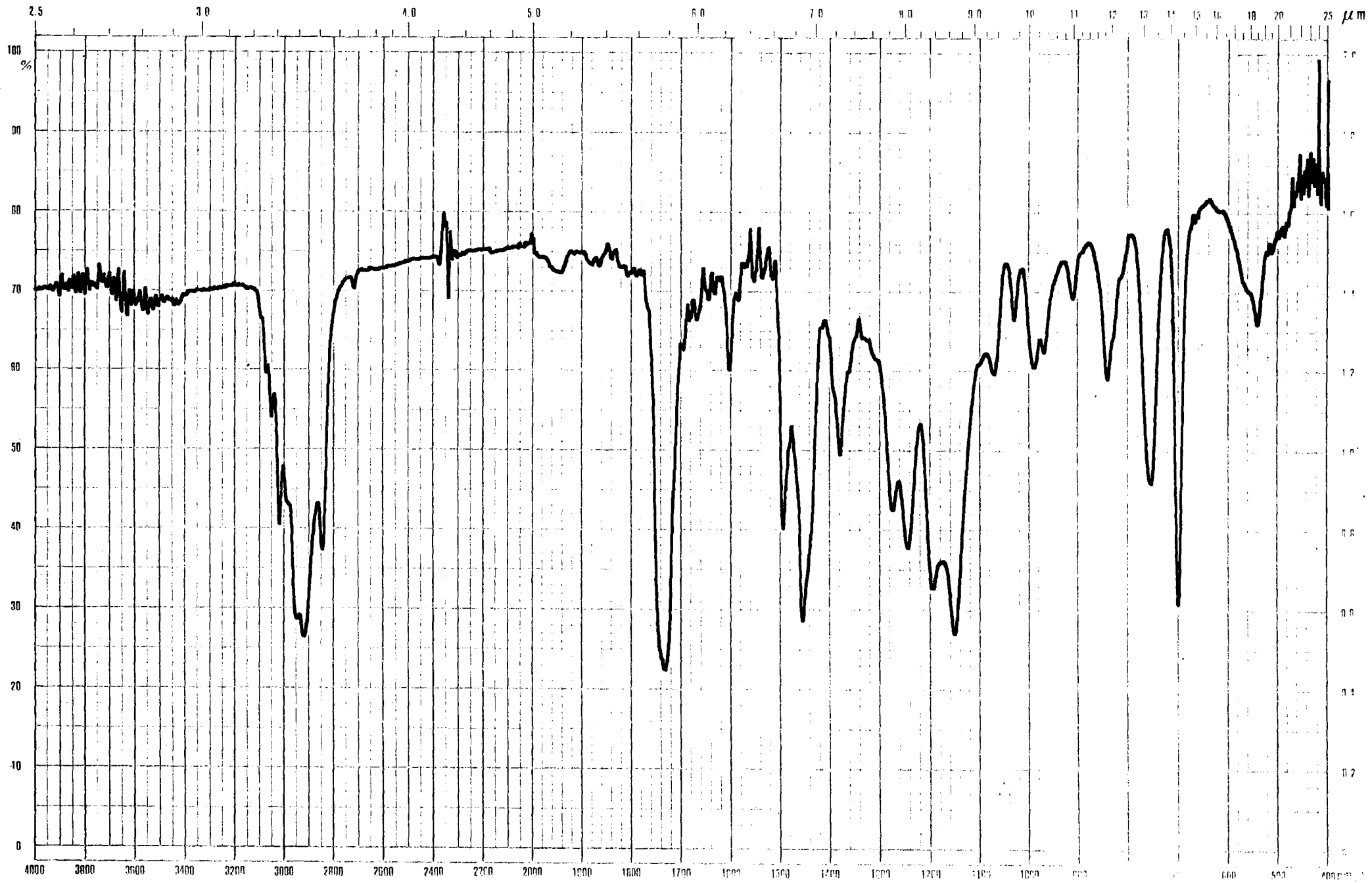
รูปที่ ค.1 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีของยางธรรมชาติ



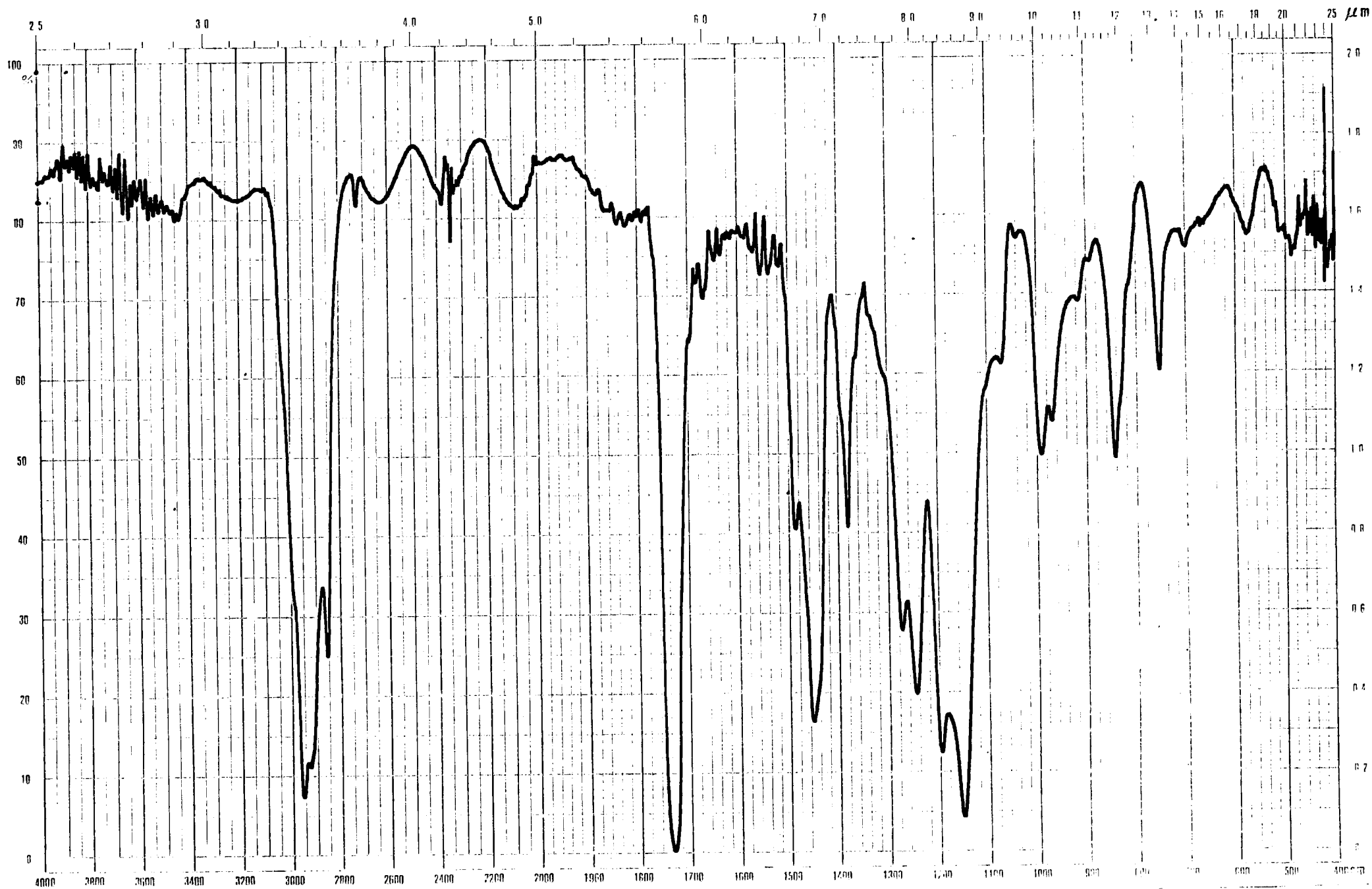
รูปที่ ค.2 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีของ NR-*g*-PMMA 70 % MMA (NP 4000)



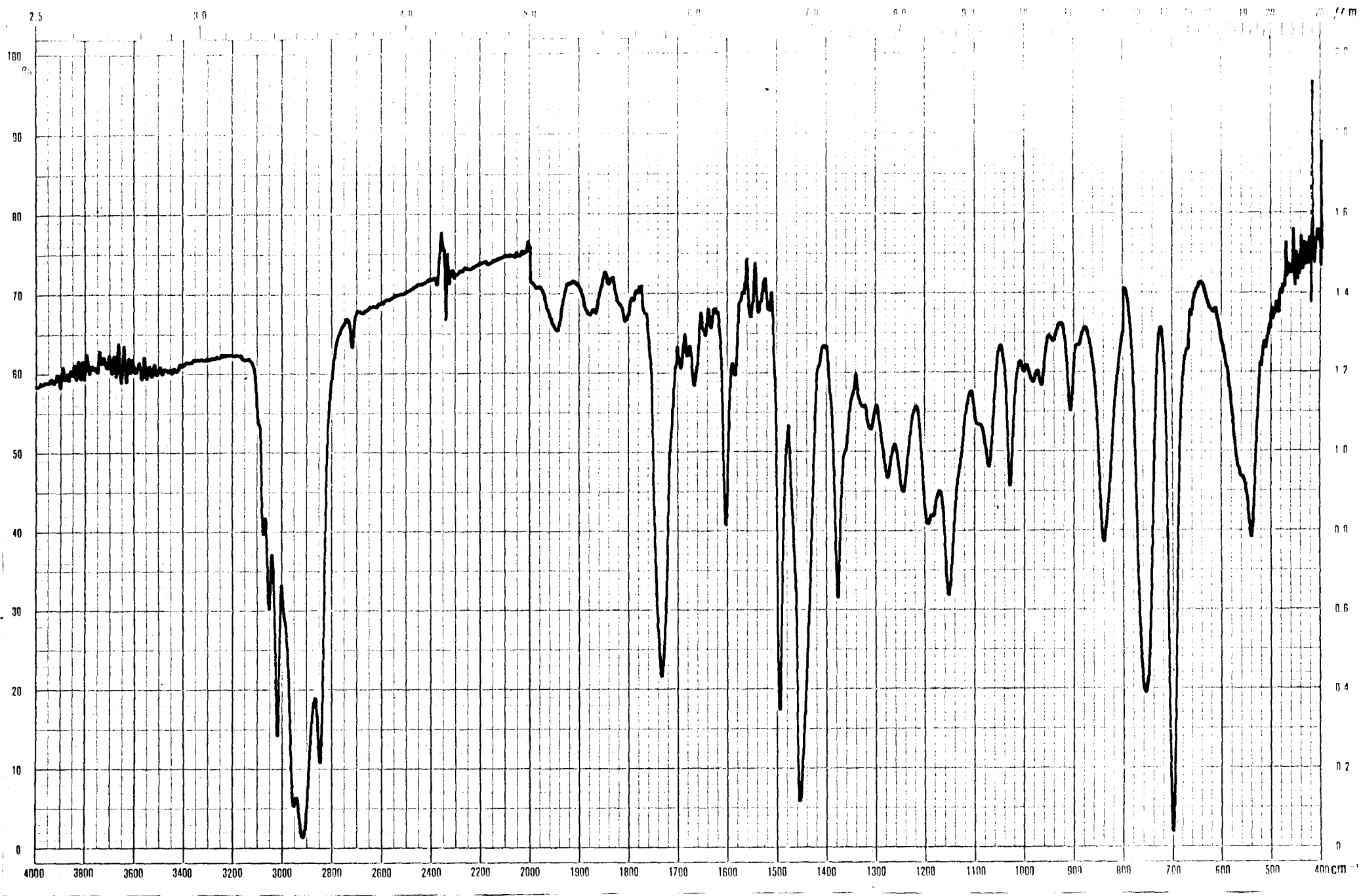
รูปที่ ค.3 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดสเปคโตรสโคปีของ NR-๘-PMMA 70 % MMA (โซเดียมคลอไรด์ฟิล์ม)



รูป ค. 4 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดสเปกโตรสโคปของ NR-*g*-PMMA 70 % MMA (NP 4000+โซเดียมลอร์ริลซัลเฟต)



รูป ค.5 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดสเปคโตรสโคปีของ NR-*g*-PMMA 100 % MMA (NP 4000)



รูปที่ ค.6 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดสเปคโตรสโคปีของ NR-g-PMMA 300 % MMA (NP 4000)

บรรณานุกรม

1. สุรศักดิ์ วงษ์เรณู , วรพรรณ สอนเปี่ยม , "กระบวนการกราฟที่ไททอลีเมอไรเซชันของยางธรรมชาติกับเมทิลเมทาอะครีเลต" โครงการพิเศษ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2535.
2. Braun , J.H. , "TiO₂:Pigment Performance" EuroCoat 12,822-830 , 1992.
3. El-Hakim Abd , "Polymer latex - TiO₂ dispersions" EuroCoat, 12,834-840,1992.
4. Turner G.P.A. " Emulsion Paint" Introduction to Paint Chemistry and Principles of Paint Tecnology, 2 nd ed., Chapman and Hall, London, pp. 146-150.
5. Hourston, D.J. and Romanie, J., "Modification of Natural Rubber Latex II. Natural Rubber Poly(Methyl Methacrylate Composite Latex Synthesize using an Amine - Activated Hydroperoxide" , J. appl. Polym. Sci., 39,1587-1594,1990.
6. Chiang , W.Y. and Shu, W.J., J. Appl. Poly. Sci. , 36, 1899-1907,1988.
7. Botttaerd , H.A.J. and Tregear, G.W., Graft Polymer, Wiley-Interscience ,New York, 1962.
8. Bloodfield ,G.F. and Swift,P.M., " The Polymerisation of Vinyl Monomer in Natural Rubber Latex", J. Appl. Chem. 5, 609-615,1955.