สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงคุณสมบัติน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทางเคมี สำหรับอุตสาหกรรมยาง

นาย ชัยพร เกียรตินันทวิมล

นาย ณัฐวัฒน์ ตั้งจิตพิมล

นาย สุพจน์ รุ่งเจริญ

ชพ.
ช395ก
2535

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

b12539119

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chemical Modification of Cashew Nut Shell Liquid for Rubber Industry

Mr. Chaiyaporn Kiatnuntavimon

Mr. Natawat Tangchitpimol

Mr. Suphot Rungcharoen

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment

of the Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การปรับปรุงคุณสมบัติ น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทางเคมี สำหรับอุตสาหกรรมยาง

โดย นาย ชัยพร เกียรตินันทวิมล

นาย ณัฐวัฒน์ ตั้งจิตพิมล

นาย สุพจน์ รุ่งเจริญ

ภาควิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ธีรวัฒน์ มงคลอัศวรัตน์ หัวหน้าภาคเคมี

(ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัศวรัตน์)

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

ประธานกรรมการ

(ผ.ศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล)

กรรมการ

(อ.สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล)

กรรมการ

(ผศ.ดร.นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การปรับปรุงคุณสมบัติ น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทางเคมี สำหรับอุตสาหกรรมยาง
โดย	นาย ชัยพร เกียรตินันทวิมล
	นาย ณัฐวัฒน์ ตั้งจิตพิมล
	นาย สุพจน์ รุ่งเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2535

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้เป็นการนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มาผ่านขั้นตอนการปรับปรุงทางเคมี โดยทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถันเข้มข้น ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันโดยค่อยๆเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ชั่วโมง น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ได้ผ่านการปรับปรุงแล้ว จะนำมาทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ในสภาวะกรดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 3และ 5 ชั่วโมง โดยไม่ใช้ตัวทำละลายในขั้นตอนของปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ เรซินโนโวแลค

เรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์จะใช้เป็นสารช่วยผสมในการผสมสูตรยาง โดยใช้ยางธรรมชาติ ยางไนไทรล์ ยางบิวทาไดอีน และยางเอสบีอาร์ ในอัตราส่วนต่างๆ โดยศึกษาคุณสมบัติด้านต่างๆของยางผสมสูตรเปรียบเทียบกับสารช่วยผสมเชิงการค้าสตรัคตอล 60 เอ็นเอส จากการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1(novolac resin, 90 °C - 2 hrs) เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารช่วยผสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์ยางที่ได้มีคุณสมบัติในด้านเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ความทนทานต่อการฉีกขาด และความทนทานต่อการโค้งงอตัวที่อุณหภูมิห้องดีกว่า เมื่อใช้สตรัคตอล 60เอ็นเอส สำหรับยางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5(hydronovolac resin)เป็นสารช่วยผสมพบว่า จะให้ผลิตภัณฑ์ยางที่มีคุณสมบัติทางด้านความแข็ง ค่ามอดูลัส 300 ดีกว่าเมื่อใช้สตรัคตอล 60 เอ็นเอส เป็นสารช่วยผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Chemical Modification of Cashew Nut Shell Liquid for Rubber Industry
Name	Chaiyaporn Kiatnuntavimon Natawat Tangchitpimol Suphot Rungcharoen
Special Project Adviser	Dr. Nipol Wongvisetsirikul
Department	Chemistry
Year	1992

Abstract

The project aimed to modify cashew nut shell liquid (CNSL) with chemical process by reactived with concentrated sulfuric acid at 120°C about 3 hrs. and with hydrogenation reaction by hydrogenperoxide at 50°C about 7 hrs. . Modified CNSL was treated with formaldehyde in acid condition at 90°c for 2, 3 and 5 hrs. respeectively and 120°c for 2 hrs., no solvent was used in this process. The result is novolac resin.

The study in this project is to compare the difference between novolac resin treated rubber and strucktol 60 NS treated rubber. We used different kind

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of rubber; natural rubber, Nitrile rubber, Butadiene rubber and SBR rubber in many different ratio. From the study, novolac resin (90°c - 2 hrs.) treated rubber has better quality than strucktol 60 NS treated rubber in Elongation at break, tear strength and flexibility at room temperature. Moreover, No.5 novolac resin (hydronovolac resin) treated rubber has better solid quality Modulus 300 than strucktol 60 NS treated rubber.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล เป็นอย่างสูงที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือในการดำเนินโครงงานพิเศษนี้มาตลอด รวมทั้งตรวจทานและแก้ไขรายงานโครงงานพิเศษนี้ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น อีกทั้งยังให้คำแนะนำและช่วยเหลือให้รายงานโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัศวรักษ์, ผศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล และ อ.สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล ที่เป็นกรรมการในการพิจารณาโครงงานพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนและผู้ที่มีส่วนช่วยให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นาย ชัยพร เกียรตินันทวิมล

นาย ณัฐวัฒน์ ตั้งจิตพิมล

นาย สุพจน์ รุ่งเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้เกี่ยวกับมะม่วงหิมพานต์	4
2.2 การสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	6
2.3 คุณสมบัติทางเคมีและองค์ประกอบของน้ำมัน เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	7
2.4 มาตรฐานน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	10
2.5 คุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	11
2.6 ประโยชน์และการใช้งานของน้ำมัน เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7 ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องในกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน ของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL) 14

2.8 ปฏิกิริยาเคมีและชนิดของเรซินฟีนอลลิค 19

2.9 ผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาใช้ประโยชน์ 20

บทที่ 3 การทดลองและการดำเนินการ 25

3.1 สารเคมีที่ใช้ 25

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 26

3.3 วิธีทดลอง 27

3.3.1 การปรับปรุงคุณสมบัติของ CNSL โดยใช้กรดกำมะถันเข้มข้น 27

3.3.2 การเตรียมเรซินโนโวแลคโดยใช้อัตราส่วน CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงโดยกรดกำมะถันเข้มข้น ต่อ ฟอร์มาลดีไฮด์ เท่ากับ 1:0.9 โมล 27

3.3.3 การปรับปรุงคุณสมบัติของ CNSL โดยการทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน 29

3.3.4 การเตรียมเรซินโนโวแลคโดยใช้ HCNSL ต่อ ฟอร์มาลดีไฮด์ เท่ากับ 1: 0.9 โมล 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.5 การเตรียมเรซินโนโวแลคโดยใช้ CNSL และฟีนอล ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีน 30

3.3.6 การผสมสูตรยางโดยใช้เรซินชนิดต่าง ๆ ที่เตรียมได้ 32

3.4 วิธีการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของเรซินโนโวแลค ที่เตรียมได้ 33

3.4.1 การทดสอบความสามารถในการละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ 33

3.4.2 การตรวจสอบหาหมู่ฟังก์ชันของเรซินโนโวแลค โดยใช้เครื่องอินฟาเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ 33

3.4.3 การตรวจสอบหาค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว 34

3.4.4 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยาง 34

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 35

4.1 การปรับปรุงคุณสมบัติ CNSL 35

4.2 ค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วของเรซินโนโวแลค 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ความสามารถในการละลายของเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้ 37

4.4 ค่าความหนืดแบบ Mooney ของยางผสมสูตร 39

4.5 คุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยาง 41

4.5.1 มอดูลัส 300 41

4.5.2 ความแข็งแรงดึง 41

4.5.3 เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด 41

4.5.4 ความแข็ง 41

4.5.5 ความทนทานต่อการฉีกขาด 41

4.5.6 ความถ่วงจำเพาะ 41

4.5.7 ความทนทานต่อการโค้งงอ 41

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ 43

5.1 สรุปผลการทดลอง 43

5.2 ข้อเสนอแนะ 47

ภาคผนวก 49

เอกสารอ้างอิง 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	10
2.2	แสดงมาตรฐานของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	11
4.1	แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงและที่ผ่านการปรับปรุง	35
4.2	แสดงอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วของเรซินโนโวแลค	36
4.3	แสดงความสามารถในการละลายของเรซินโนโวแลค	37
4.4	แสดงค่าความหนืดแบบ Mooney ของยางผสมสูตร	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	5
2.2	แสดงสูตรโครงสร้างของส่วนประกอบของน้ำมันที่อยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	8
4.5.1	แสดงค่ามอดูลัส 300	41
4.5.2	แสดงค่าความแข็งแรงดึง	41
4.5.3	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด	41
4.5.4	แสดงค่าความแข็ง	41
4.5.5	แสดงค่าความทนทานต่อการฉีกขาด	41
4.5.6	แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ	41
4.5.7	แสดงค่าความทนต่อการโค้งงอ	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ

มะม่วงหิมพานต์ นับได้ว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ง่ายในทุกสภาพดินฟ้าอากาศดังนั้น หน่วยงานรัฐบาล จึงได้เล็งเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุน โดยทำการทดลองปลูกที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าได้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ ทำให้เริ่มมีการเพาะปลูกมากยิ่งขึ้นในแทบทุกภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคใต้ มะม่วงหิมพานต์สามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วน ตั้งแต่ราก ลำต้น ใบ เปลือก ผล เมล็ดใน และเปลือกหุ้มเมล็ด

ในอุตสาหกรรมผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์นั้น ผลิตผลพลอยได้ที่สำคัญคือ เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำมันเปลือกมะม่วงหิมพานต์นี้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ทำเรซิน พลาสติก แลคเกอร์ เป็นส่วนผสมในการทำผ้าเบรค และ คลัชท์รถยนต์ เป็นต้น เห็นได้ว่ามะม่วงหิมพานต์เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง แต่ในปัจจุบันน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้ภายในประเทศ ถูกส่งออกขายต่างประเทศในรูปของวัตถุดิบ และผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ แล้วส่งกลับมาขายภายในประเทศในราคาที่สูง ประกอบกับโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมภายในประเทศที่ใช้น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้นยังไม่แพร่หลายมากนัก

ดังนั้นถ้าหากสามารถที่จะนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ และพัฒนาคุณภาพให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้นแล้ว จะเป็นประโยชน์ในแง่ของเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก สามารถที่จะช่วยลดการขาดดุลทางการค้ากับต่างประเทศ นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรให้มีรายได้เพิ่มมากยิ่งขึ้น และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ ความก้าวหน้าทางด้านวิชาการของประเทศอีกด้วย

1.2 <u>วัตถุประสงค์</u>

1.2.1 เพื่อนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาปรับปรุงทางเคมีให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น

1.2.2 เพื่อทำการผลิตเรซินโนโวแลคจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

1.2.3 นำเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ปรับปรุงทางเคมี มาประยุกต์ใช้เป็นสารช่วยผสมในอุตสาหกรรมยาง

1.2.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลของยางผสม ในกรณีที่ใช้เรซินโนโวแลคเป็นสารช่วยผสม กับ กรณีที่ใช้สตรัคตอล 60เอ็นเอสเป็นสารช่วยผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ทำการปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL) เพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเรซินโนโวแลค

1.3.2 ทำการสังเคราะห์เรซินโนโวแลค ในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้อัตราส่วนของ CNSL ต่อ ฟอร์มาลดีไฮด์ เท่ากับ 1:0.9

1.3.3 ทดสอบคุณสมบัติของเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้

1.3.4 ผสมสูตรยางโดยใช้เรซินโนโวแลค และสตรัคตอล 60 เอ็นเอส เป็นสารช่วยผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

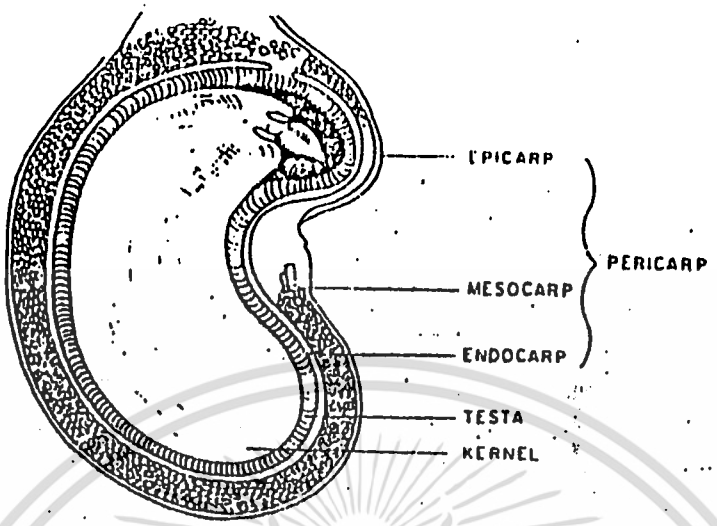
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมะม่วงหิมพานต์

มะม่วงหิมพานต์ เป็นพืชยืนต้นตระกูลเดียวกันกับมะม่วง (Family Anacardiaceae) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Anacardium occidentale Linn. เป็นพืชยืนต้นชนิดไม่ผลัดใบ มีความสูง 20-40 ฟุต มีกิ่งก้านเป็นพุ่มแผ่กว้างโดยรอบลำต้นประมาณ 15-35 ฟุต ขนาดของลำต้นเมื่อวัดโดยรอบเฉลี่ยประมาณ 1-3 ฟุต เป็นไม้เนื้ออ่อนที่มีเปลือกหุ้ม ภายในจะมียางสีเหลืองและเหนียว มีรสฝาด ผล(cashew apple) เป็นส่วนของก้านดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วเจริญเติบโต จนมีขนาดใหญ่กว่าเมล็ด ส่วนที่เป็นผลจริงคือส่วนเมล็ด ที่มีลักษณะรูปร่างเหมือนไตที่ติดอยู่ตรงปลายสุดของก้านผล เมล็ดประกอบด้วยส่วนเปลือกประมาณ 72-74% และเมล็ดในอีกประมาณ 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 เมล็ดมะม่วงหิมพานต์

เปลือกจะมีผิวด้านนอก (Epicarp) และผิวด้านใน (Endocarp) เปลือกทั้งสองชั้นนี้จะมีน้ำมันเป็นจำนวนมาก เปลือกจะมีลักษณะคล้ายรวงผึ้งเรียกว่า Mesocarp น้ำมันที่มีอยู่ในเปลือกเป็นอันตรายต่อผิวหนัง เป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม เมื่อได้รับความร้อนสูงจะระเหยได้มีกลิ่นฉุน เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อจมูกและนัยน์ตา น้ำมันที่สกัดได้ เรียกว่า น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid, CNSL)

เนื้อในเมล็ด (kernel) มีรูปร่างเหมือนไต มี 2 ซีก ลักษณะสีขาวนวล เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะมีคุณค่าทางอาหารมาก ประกอบด้วยโปรตีน 21% คาร์โบไฮเดรต 22% ไขมัน 47% นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยเกลือแร่และวิตามินต่าง ๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง วิตามินอี เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในมีกรดไลโนเลอิคที่สามารถช่วยป้องกันโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด และโรคหัวใจอีกด้วย

น้ำมันที่สกัดได้จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ สามารถละลายได้ในตัวทำละลายแทบทุกชนิด มีลักษณะสีคล้ำและเหนียวข้น ปริมาณของน้ำมันที่อยู่ในเปลือกจะแตกต่างกันออกไป เช่น ในประเทศอินเดียมีประมาณ 25-30% แอฟริกาประมาณ 15-20% สำหรับประเทศไทยมีรายงานสูงสุดถึง 32% ประโยชน์ของน้ำมันชนิดนี้มีมากมายทั้งในทางการแพทย์และทางอุตสาหกรรม เช่น ในทางการแพทย์ใช้รักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเรื้อน โรคเท้าช้าง และ วัณโรค สำหรับทางอุตสาหกรรมใช้เป็นองค์ประกอบในการผลิตพลาสติก แลคเกอร์และสีต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถทนกรดและด่างได้ดี ใช้ทำฉนวนไฟฟ้า กระเบื้องยางปูพื้น ผ้าเบรคและแผ่นคลัชท์ เป็นต้น

2.2 การสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

เปลือกนอกของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญรองลงมาจากเนื้อในเมล็ด เปลือกนอกนี้ประกอบด้วยน้ำมันที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง การแยกเอาน้ำมันดังกล่าวออกจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถทำได้ 3 วิธีคือ

1. วิธีบีบหรืออัดด้วยเครื่อง เช่น hydraulic press หรือ screw press ก่อนบีบหรืออัดจะต้องนำเปลือกไปคั่วประมาณ 20 นาที เพื่อให้น้ำมันจากเปลือกเมล็ดไหลออกมามากขึ้น หลังจากอัดโดยวิธีนี้แล้วจะมีน้ำมันเหลือในกากประมาณร้อยละ 4-5 ของน้ำหนักกาก วิธีนี้เป็นวิธีที่ทำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด

2. วิธีสกัดด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 250 ° C โดยบรรจุเปลือกเมล็ดไว้ในภาชนะทรงกระบอก ซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 140-150 °C แล้วผ่านไอน้ำร้อนที่มีความร้อนประมาณ 200-250 °C ลงไป 2-3 นาที วิธีจะได้น้ำมันออกมาในปริมาณน้อยกว่าวิธีอื่น

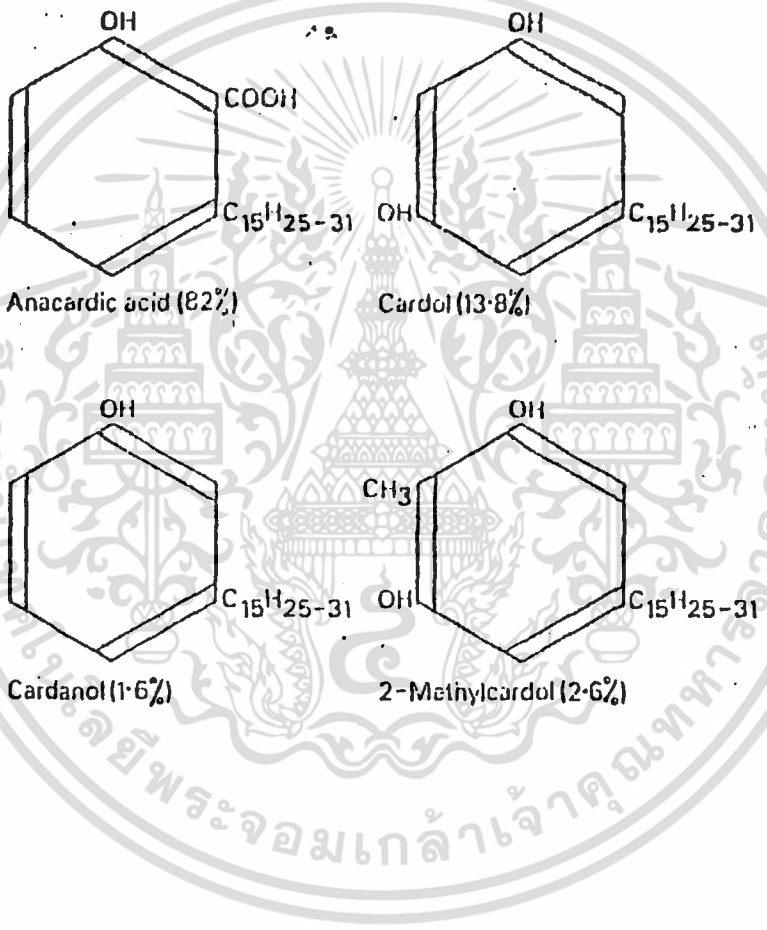
3. วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย วิธีนี้จะได้น้ำมันมาก และปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในกากภายหลังจากการสกัดน้อยกว่าร้อยละ 1 ของน้ำหนักกาก แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยาก เครื่องมือ เครื่องจักรมีราคาแพง มีต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีอื่น ๆ เหมาะสำหรับทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และมีปริมาณมากพอสำหรับป้อนโรงงานจำนวนมากและสม่ำเสมอเท่านั้น

2.3 คุณสมบัติทางเคมีและองค์ประกอบของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

น้ำมันที่อยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ประกอบไปด้วยสารประกอบจำพวกฟีนอล ได้แก่

กรดอนาคาร์ดิก (Anacardic acid)	82.0%
คาร์ดอล (Cardol)	13.8%
2-เมทิล คาร์ดอล (2-Methyl cardol)	2.6%
คาร์ดานอล หรือ อนาคาร์ดอล (Cardanol or Anacardol)	1.6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

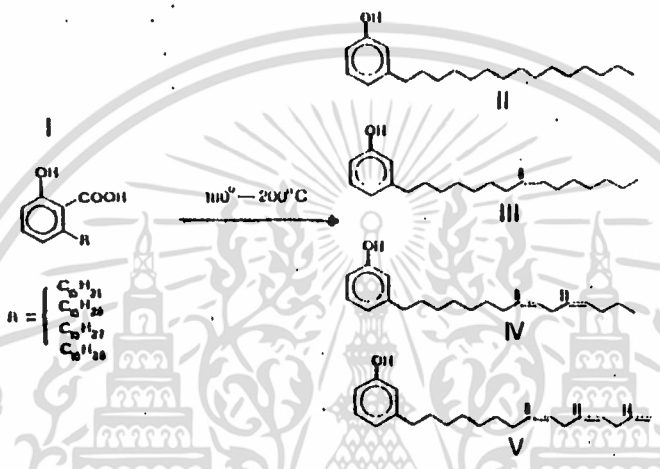


รูปที่ 2.2 แสดงสูตรโครงสร้างของส่วนประกอบของน้ำมัน

ที่อยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการผลิตเป็นน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทางอุตสาหกรรม จะให้ความร้อนแก่เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กรดอนาคาร์ดิกจะเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันเปลี่ยนไปเป็นคาร์ดานอล (Cardanol) สามารถเขียนปฏิกิริยาได้ดังสมการ



ดังนั้นน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผลิตด้วยวิธีต่างกันจะทำให้มีคุณภาพต่างกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 มาตรฐานน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบันมีมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป 2 มาตรฐานคือ มาตรฐาน BP และ IRVINGTON[๘]

	มาตรฐาน BP	มาตรฐาน IRVINGTON
1. สิ่งสกปรกร้อยละ	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0
2. ความถ่วงจำเพาะที่ 25 °C	0.995-0.975	0.943-0.968
3. ความหนืดที่ 25 °C (cps.)	ไม่เกิน 600	ไม่เกิน 600
4. ค่าไอโอดีน	ไม่น้อยกว่า 220	-
5. ความชื้นร้อยละ	ไม่เกิน 1.0	-
6. เถ้าร้อยละ	ไม่เกิน 1.0	-
7. สารที่ระเหยเป็นไอได้	-	ไม่เกิน 2.0
8. เวลาที่ใช้ในการแข็งตัว (นาที) (Polymerization hardening time)	7.5-16.0	-
9. เวลาในการเกิดเจล (นาที) (test tube gel)	-	ไม่เกิน 7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์[๘]

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

คุณสมบัติ	ค่า
ดัชนีหักเห (Refractive index, 25 °C)	1.52
ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity, 25 °C)	1.01
ค่าไอโอดีน (กรัม/100 กรัมของน้ำมัน)	200.66
ค่าความเป็นกรด (มิลลิกรัม KOH/กรัมของน้ำมัน)	105.94
ความหนืด ที่ 25 °C (cps.)	551.90
ปริมาณสารที่ไม่ระเหย ที่ 105 °C (ร้อยละของน้ำหนัก)	90.04

2.6 ประโยชน์และการใช้งานของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์[๑]

ประโยชน์ของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถแบ่งได้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์ และประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ดังนี้คือ

1. ประโยชน์ทางการแพทย์ สามารถใช้กับผู้ป่วยที่เป็นโรคเหน็บชา โรคเลือดตั่ง โรคเรื้อน โรคเท้าช้าง วัณโรค ผิวหนัง โรคหูดตาปลา และโรคเท้าแตก เป็นต้น แต่เนื่องจากน้ำมันชนิดนี้จะให้ความระคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคืองสูง ถ้าเข้าสู่ร่างกายในปริมาณ มาก จะทำให้หายใจขัด เกิดอาการมึนงง มือเท้าเป็นอัมพาต และท้องร่วง

2. ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเมื่อนำมาผสมหรือทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางอย่าง จะเกิดสารใหม่ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้หลายชนิด เช่น

ก) ใช้ในอุตสาหกรรมหนังสัตว์ โดยจะใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาฟอกหนัง (solvent resistant fatliquoring agent) เมื่อแช่หนังที่ฟอกด้วยโครมอาลั่มในน้ำยานี้ จะช่วยให้หนังสัตว์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น สามารถทนทานต่อตัวทำละลายต่าง ๆ ได้

ข) ใช้ทำกาวสำหรับไม้อัด เมื่อผสมน้ำมันที่ได้จากการสกัดกับเคซีน (casein) จะได้กาวชนิดที่แข็งตัว ได้ทั้งกรณีใช้ความร้อนและไม่ใช้ความร้อน และถ้าเติมสารช่วยการแข็งตัว (hardener) เช่น เกลือทองแดงคลอไรด์ ($CuCl_2$) ลงในกาวนี้ จะเพิ่มคุณสมบัติในด้านความทนน้ำให้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังใช้ทำกาวพิเศษสำหรับใช้ในโรงงานหลอมโลหะและโรงงานแก้ว กาวนี้สามารถทนต่อแรงดึงได้สูงมาก

ค) ใช้ทำสีทาโลหะป้องกันการสึกกร่อน สีที่เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง CNSL ฟอร์มาลดีไฮด์ กรดอะโรมาติก กรดไฮดรอกซี สารประกอบไฮดรอกซี และน้ำมันชักแห้ง เมื่อใช้ทาโลหะจะช่วยป้องกันการกัดกร่อนของน้ำเค็ม มีสมบัติทนกรดและด่างได้ดี

ง) ใช้ทำแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) สำหรับยาง เมื่อนำส่วนของคาร์ดานอลที่กลั่นได้จาก CNSL มาเติมไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 70 °C ความดัน 600 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตตราไฮโดรคาร์ดานอล เมื่อนำสารนี้มาทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์โมโนคลอไรด์ในคาร์บอนเตตราคลอไรด์ จะได้สารสีน้ำตาลเข้มซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแอนติออกซิแดนท์สำหรับยางได้ดี

จ) ใช้ทำน้ำมันวาร์นิช(Varnish) และใช้เป็นส่วนผสมของแลคเกอร์(lacquer) จะทำให้วาร์นิชและแลคเกอร์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น มีความทนทานมากขึ้น สารเคลือบผิวที่ได้จะมีความยืดหยุ่น ติดแน่น ไม่ลอกหลุด แตกหัก หรือเปราะง่ายเมื่อแห้ง เช่น น้ำมันวาร์นิชหรือแลกเกอร์ที่ใช้ทาเรือ เคลือบแหอวน จักรเย็บผ้า จักรยานยนต์ หรือใช้ทาไม้จะสามารถป้องกันปลวกได้อีกด้วย

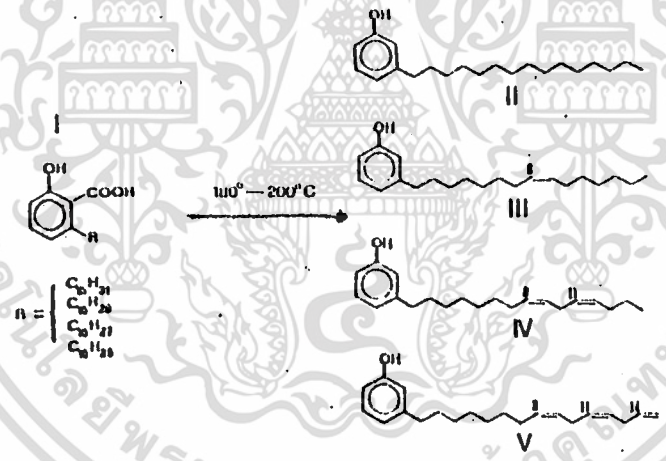
ฉ) ใช้เป็นส่วนประกอบสารเคลือบผิวพอลิเอสเทอร์(polyester coating)ใช้เคลือบฟิล์มและกระดาษต่างๆ ได้

ช) ใช้ในอุตสาหกรรมทำผ้าเบรค และ คลัชท์รถยนต์ CNSL จะช่วยทำให้สารต่างๆเกาะกันได้ดีขึ้น มีความยืดหยุ่นสามารถทนต่อความร้อนที่เกิดจากแรงเสียดทานเวลาเบรครถยนต์ได้ ทำให้ผ้าเบรคและคลัชท์ไม่สึกง่าย มีความคงทน และมีประสิทธิภาพในการห้ามล้อขณะใช้งานได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องในกระบวนการพอลิเมอไรเซชันของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)

ในขั้นตอนการผลิตน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะมีกระบวนการให้ความร้อน ซึ่งจะส่งผลทำให้กรดอนาคาดิคเกิดการสลายตัว (hot decarboxylation) ได้สารประกอบคาร์ดานอล ดังนั้นสารประกอบที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จึงเป็นของผสมของสารประกอบฟีนอล ที่มีสายโซ่คาร์บอนจำนวน 15 อะตอม การเกิดปฏิกิริยา สามารถแสดงได้ดังสมการข้างล่างนี้



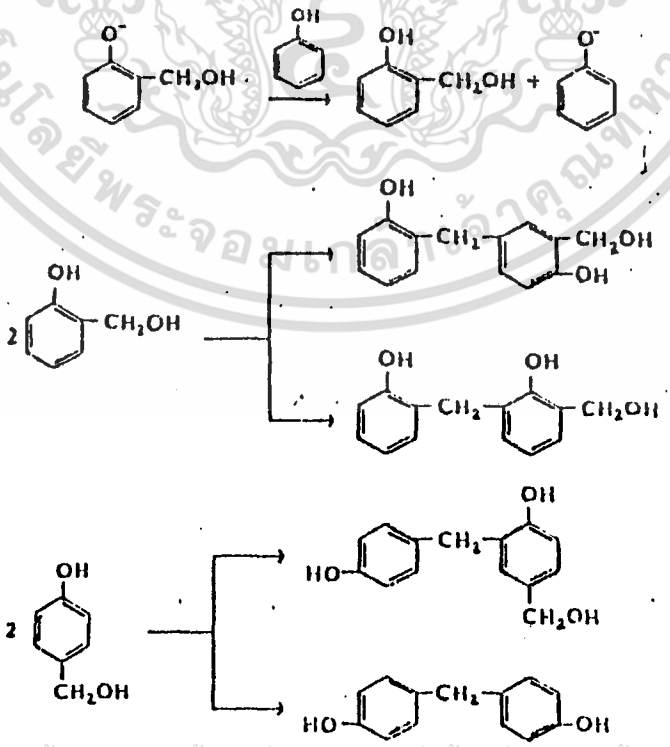
น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการเตรียมเรซินฟีนอลิค (phenolic resin) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทาง ตัวอย่างเช่น ใช้ทำสารเคลือบผิว ใช้เป็นเรซินในการผลิตผ้าเบรค ใช้ทำกระดาษทราย แผ่นคลัชท์ตลอดจนสามารถนำไปทำสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอื่น ๆ เป็นต้น

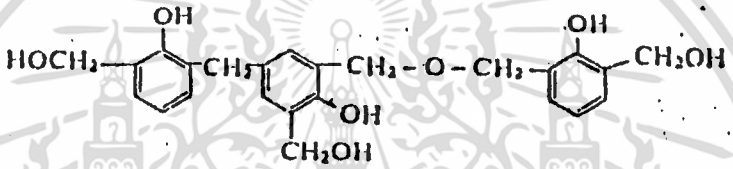
ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ระหว่างน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์กับฟอร์มาลดีไฮด์จะเกิดปฏิกิริยาแบบควบแน่น (condensation polymerisation) ซึ่งจะได้เรซินฟีนอลิก โดยลักษณะโครงสร้างของเรซินที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับ อัตราส่วนของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์กับฟอร์มาลดีไฮด์ และความเป็นกรด-เบส ของส่วนผสมในปฏิกิริยา ตลอดจนอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิต เรซินฟีนอลิก ที่สามารถเตรียมได้มี 2 ประเภท ได้แก่

1. เรซินรีโซล(Resol resins) เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์ที่มากเกินพอในสภาวะที่เป็นเบส อัตราส่วนระหว่างฟีนอลต่อฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้อยู่ในช่วงประมาณ 1:1.5-2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถแสดงได้ดังนี้



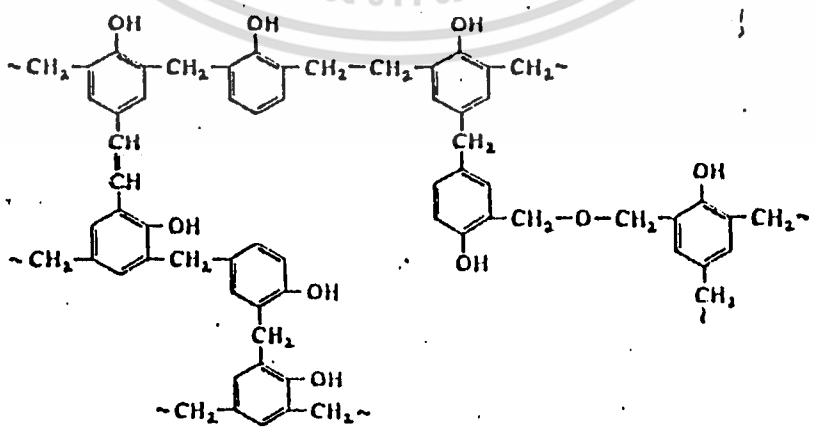
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปฏิกิริยาควบแน่นเกิดขึ้นต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จะได้ของผสมหลายตัวของพอลินิวเคลียร์พอลิแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ โดยฟีนอลจะถูกเชื่อมโยงด้วยหมู่ $-CH_2-$ และ $-CH_2-O-CH_2-$ เนื่องจากอัตราส่วนโดยโมเลกุลของฟอร์มาลดีไฮด์มีมากกว่าฟีนอล เรซินรีโซลที่ได้จะมีสถานะเป็นของเหลว เมื่อโมเลกุลของเรซินรีโซลมีวงแหวนเบนซินประมาณ 1-2 วงในโมเลกุล และจะมีสถานะเป็นของแข็ง ถ้าโมเลกุลของเรซินรีโซลมีวงแหวนเบนซิน 3-4 วง



resol

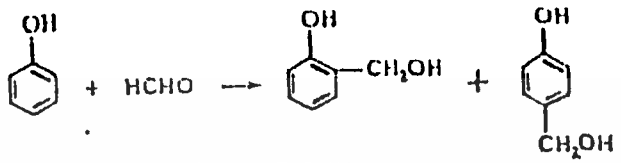
เรซินรีโซลที่เตรียมได้ สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และหลอมได้ สามารถทำให้เกิดการเชื่อมโยงเป็นโครงสร้างร่างแหโดยใช้ความร้อนช่วย โครงสร้างโมเลกุลของเรซินรีโซลจะเกิดการเชื่อมโยงโดยหมู่เมทิลีนเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะมีหมู่เชื่อมโยงอีเทอร์ด้วยสามารถแสดงได้ดังรูป

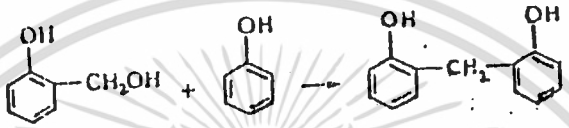


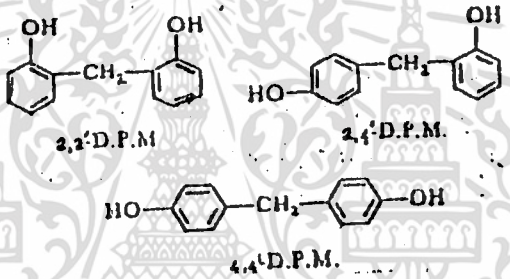
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

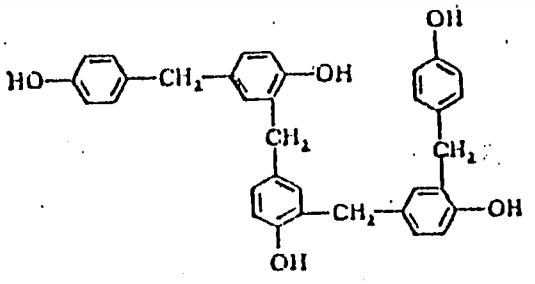
2. เรซินโนโวแลค (Novolac resins) เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์โดยใช้อัตราส่วนประมาณ 1:0.9 ในสภาวะที่เป็นกรด ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาควบแน่นดังสมการต่อไปนี้







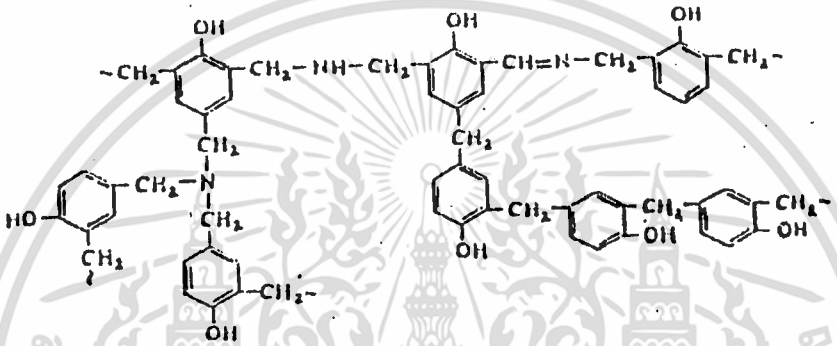
2,4'และ 4,4'- ไดโฮดรอกซีไดฟินิลมีเทน จะเกิดปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ต่อไป จะได้สารประกอบพอลินิวเคลียร์ฟีนอล เนื่องจากในกระบวนการผลิต สารประกอบฟีนอลมีมากกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ จึงสามารถควบคุมน้ำหนักโมเลกุลไม่ให้สูงเกินไปได้ โดยปกติเรซินโนโวแลคจะมีวงแหวนเบนซีนประมาณ 5-6 วงในโมเลกุล ดังแสดงได้ต่อไปนี้



Novolak

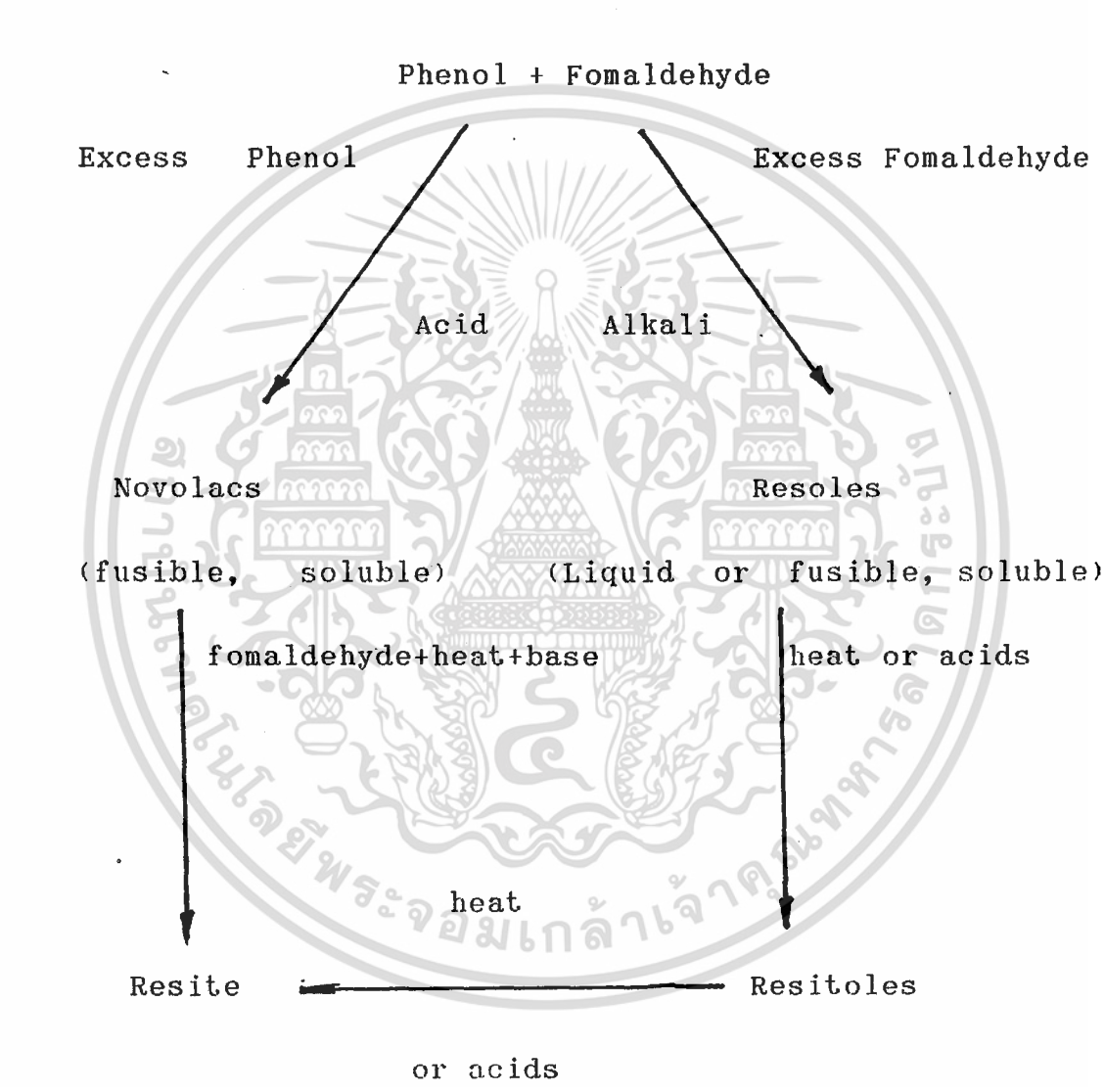
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเรซินโนโวแลคที่เตรียมได้ไม่มีหมู่เมทิลอล จึงไม่เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงโดยใช้ความร้อน ดังนั้นในการเชื่อมโยงจะใช้สารเชื่อมโยง ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกเอมีน (amine) เช่น เฮกซะเมทิลีนเตตระมีน (HMT) ฟีนอลจะเกิดการเชื่อมโยงด้วยหมู่เมทิลีน และมีอะตอมของไนโตรเจนในโมเลกุล ดังรูปที่แสดงต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ปฏิกิริยาเคมีและชนิดของเรซินฟีนอลลิค สามารถแสดงได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL) มาใช้ประโยชน์

2.9.1 การผลิตวาร์นิชจากน้ำมันดิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในระดับห้องปฏิบัติการ[๘] การทดลองเตรียมวาร์นิชจาก CNSL โดยทำปฏิกิริยากับพาราฟอร์มาลดีไฮด์และไดเอทิลีนไตรอะมีน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

- ในการทำปฏิกิริยาจะต้องเติมพาราฟอร์มาลดีไฮด์และไดเอทิลีน-ไตรอะมีน ในขณะที่ยังไม่ทำให้ CNSL ร้อน มิฉะนั้นส่วนผสมจะพุ่งออกจากภาชนะ

- ระยะเวลาที่จะไม่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเกิดฟอง ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

- อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ CNSL : พาราฟอร์มาลดีไฮด์ : ไดเอทิลีนไตรอะมีน เป็น 100 : 8 : 2 และต้องเติมตัวทำละลายเพื่อหยุดปฏิกิริยาทันที

- การกวนส่วนผสมก่อนให้ความร้อนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาดีขึ้นโดยใช้ระยะเวลาในการทดลองสั้นลง

- ขนาดของใบพัดและความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้หมุนใบพัดควรนำมาพิจารณาด้วย

2.9.2 การเตรียมเรซินจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จากสิทธิบัตรประเทศสหรัฐอเมริกาเลขที่ 1,725,791[๙]

2.9.2.1 เป็นการเตรียมเรซินสังเคราะห์และสารเคลือบผิว โดยใช้น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทำปฏิกิริยาควบแน่นกับฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริมาตรเท่า ๆ กัน โดยอาจใช้กรดเป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด และให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส น้ำจะถูกไล่ออกจากปฏิกิริยา จากนั้นให้ความร้อนต่อที่อุณหภูมิ 80-140 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแข็งภายในระยะเวลาสั้นๆ

2.9.2.2 นำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาทำปฏิกิริยากับเฮกซะเมทิลีนเตตระมีน ในปริมาณที่เท่ากันโดยน้ำหนัก โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 40 นาทีจะได้เรซินที่มีลักษณะแข็ง และ ภายในเวลา 15 นาที จะได้เรซินที่มีลักษณะเหลว สามารถใช้เคลือบวัสดุ ทำเป็นฉนวนไฟฟ้า ที่มีความแข็ง ทนแรงสั่นสะเทือน ทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทนความร้อนสูง ทนน้ำมัน และทนต่อการขัดถูได้อย่างดี

2.9.3 สิทธิบัตรประเทศสหรัฐอเมริกาเลขที่ 11,203 เป็นการเตรียมวัสดุเคลือบผิวจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้คือ

ตัวอย่างที่ 1 ชั่งน้ำมัน CNSL 200 กรัม ใส่ลงในขวด 3 คอที่ติดตั้งเครื่องปั่นกวน เทอร์โมมิเตอร์ กรวยแยกสาร และคอนเดนเซอร์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมเฮกซะมีน 15 กรัม เติมสไตรีน และไวท์สปิริต (WHITE SPIRIT) ในปริมาณ 70 และ 100 กรัม ตามลำดับ ทำการรีฟลักซ์ของผสมเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเติมโคบอลท์ออกโทเอต 2 กรัม แมงกานีสแนพทีเนต 2 กรัม เป็นสารที่ทำให้แห้ง แผ่นฟิล์มของวาร์นิชจะแห้งแข็งเมื่อทิ้งไว้ข้ามคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 ชั่ง CNSL,น้ำมันมะเยา (TUNG OIL) และไวท์สปิริต ในปริมาณ 200, 100 และ 100 กรัม ใส่ลงในขวด 3 คอที่มีเครื่องปั่นกวน เทอร์โมมิเตอร์ กรวยหยดสาร และคอนเดนเซอร์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติมเฮกซะมีน 15 กรัม ปั่นกวนต่อไปอีก 30 นาที หลังจากนั้นเติมสไตรีนปริมาณ 70 กรัม และทำการรีฟลักซ์ของผสมเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเติมโคบอลท์และแมงกานีสแนพทีเนตลงไปเพื่อเป็นตัวทำให้แห้ง แผ่นฟิล์มวาร์นิชจะแห้งแข็งภายใน 5 ชั่วโมง สามารถทนน้ำ ทนกรด และด่างได้อย่างดี

2.9.4 สิทธิบัตรประเทศสหรัฐอเมริกาเลขที่ 1,725,796[3] เป็นการปรับปรุงองค์ประกอบของน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เพื่อไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

เป็นการเตรียมวาร์นิชโดยใช้น้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยให้ความร้อนแก่ CNSL ที่อุณหภูมิ 610 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วปล่อยให้เย็นหลังจากนั้นจะเติมสารที่ทำให้แห้ง ตัวอย่างเช่น แมงกานีสโรซิเนต ในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของ CNSL การเติมสารที่ทำให้แห้งนั้นจะเติมเมื่อของเหลวมีอุณหภูมิประมาณ 450 องศาฟาเรนไฮต์ และต้องทำการปั่นกวนเพื่อให้เข้ากันได้ดี วาร์นิชที่เตรียมได้เมื่อทำเป็นแผ่นฟิล์มจะแห้ง โดยการให้ความร้อน เช่นที่อุณหภูมิประมาณ 275-285 องศาฟาเรนไฮต์ โดยใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง สามารถที่จะนำไปเคลือบวัสดุต่าง ๆ โดยแผ่นฟิล์มจะมีลักษณะเรียบและแข็ง สามารถทนต่อกรด ด่างและสารเคมีต่าง ๆ ได้ดี

2.9.5 วาร์นิช(AIR-DRYING VARNISH) จากสิทธิบัตรประเทศสหรัฐอเมริกาเลขที่ 1,838,077[4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้ความร้อนแก่ CNSL ที่อุณหภูมิ 232.2 องศาเซลเซียส เติมแมงกานีสโรซีเนท (MANGANESE ROSINATE) ประมาณ 2.5 - 5 เปอร์เซ็นต์ ละลายให้เข้ากัน เมื่ออุณหภูมิลดลงเป็น 148.9 องศาเซลเซียส ให้เติมวาโนลิน(VARNOLINE) หรือแกสโซลีนในปริมาตรที่เท่ากัน จนอุณหภูมิลดลงอีกถึง 60 องศาเซลเซียส ให้เติมฟอร์มาลดีไฮด์ลงไป 40 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มอุณหภูมิเป็น 87.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ต่อจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น112.8-115.6 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำและฟอร์มาลดีไฮด์ที่เหลือออกให้หมด สารที่เตรียมได้นี้สามารถนำไปเคลือบผิววัสดุ เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะแห้งแข็งในเวลา 5-8 ชั่วโมง

2.9.6 สิทธิบัตรประเทศญี่ปุ่นเลขที่ Showa 35-2800[7] กล่าวถึงวิธีการนำ CNSL มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ

2.9.6.1 นำ CNSL 500 กรัมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เติมเอทิลีนไดอะมีน 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นเบส แล้วเติมฟอร์มาลีน 130 กรัม ผสมให้เข้ากัน จะได้สารละลายที่ค่อนข้างหนืด สารที่ได้จะแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องภายในเวลา 2 ชั่วโมงสามารถใช้เป็นสารเคลือบพื้น หรือผนังคอนกรีตได้ดี

2.9.6.2 นำ CNSL 500 กรัม ทำพอลิเมอไรเซชันตามวิธี 2.9.6.1 โดยเติมไดเอทิลีนไตรอะมีน 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และฟอร์มาลีน 37.5 กรัม ผสมให้เข้ากัน จะได้ผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิว ซึ่งสามารถแข็งตัวภายในเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนมากจะใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า สารเคลือบพื้น และผนังโลหะต่าง ๆ มีคุณสมบัติ ช่วยป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกัดกร่อน จึงนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตสีทา

2.9.7 ในประเทศอินเดียได้ทำการสกัดCNSL โดยใช้แอลกอฮอล์และเบนซีนนำ CNSL ที่ได้ มาผลิตเรซิน โดยทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ 13-14 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 97 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1/2 ชั่วโมง โดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา เรซินที่ได้นำไปให้ความร้อนต่อที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดน้ำ จะได้สารค่อนข้างเหนียว จะใช้น้ำมันละหุ่งหรือน้ำมันมะเยา (TUNG OIL)เป็นตัวทำละลาย โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เรซินที่ได้มีค่า pH เท่ากับ 11.3 ค่าไอโอดีน (IODINE VALUE) 148 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำมัน การผลิตวาร์นิช (AIR-DRYING VARNISH)จะมีส่วนผสมประกอบเรซิน 50 กรัม น้ำมันสน 50 กรัม สารประกอบของตะกั่ว 0.37 กรัม และสารประกอบของแมงกานีส 0.01 กรัม เมื่อทำการเคลือบผิวจะได้ฟิล์มที่ยืดหยุ่นดีมีความทนทานต่อเบสอ่อนๆ

2.9.8 ในปี พ.ศ. 1415 L.S. DANVER ได้ศึกษากระบวนการอีมัลชิฟิเคชัน(EMULSIFICATION)ของ CNSLโดยการนำ CNSL ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีน และใช้เฮกซะมีนเป็นตัวทำละลาย และเติมสารที่ช่วยให้เกิดฟิล์มได้ดี ได้แก่ แมงกานีสโรซิเนตและโคบอลท์แนพทีเนท ในอัตราส่วน 1:1 จะได้สารเคลือบผิวที่ทนต่อความชื้นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลองและการดำเนินการ

3.1 สารเคมีที่ใช้

3.1.1 น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)

3.1.2 ฟอร์มาลีน (สารละลาย 37 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของฟอร์มาลดีไฮด์ในน้ำ) (CH_2O)

3.1.3 กรดกำมะถันเข้มข้น (H_2SO_4)

3.1.4 สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (H_2O_2)

3.1.5 ไฮดราซีนไฮเดรต เข้มข้น 37.5 เปอร์เซ็นต์ (NH_2-NH_2 hydrate)

3.1.6 กรดสเตรียริก ($C_{18}H_{32}O_2$)

3.1.7 กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)

3.1.8 ฟีนอล (เกรดวิเคราะห์) (C_6H_5OH)

3.1.9 สารตัวเติมซิลิกา Purosil UR (SiO_2)

3.1.10 พอลิเอทิลีนไกลคอล 4000 (PEG 4000)

3.1.11 ซิงค์ออกไซด์ ชนิดว่องไว (ZnO active)

3.1.12 ขี้ผึ้ง (wax)

3.1.13 สารกันเสื่อม (antioxidant 22 CP 46)

3.1.14 สารตัวเร่ง (MBTS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.15 สารตัวเร่ง (TMTM)

3.1.16 กำมะถัน (sulphur)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1 ขวดก้นกลม ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.2 คอนเดนเซอร์

3.2.3 เทอร์โมมิเตอร์ ที่ใช้วัดอุณหภูมิในช่วง 0-300 องศาเซลเซียส

3.2.4 ชุดให้ความร้อนอ่างน้ำมันพาราฟิน

3.2.5 ชุดปฏิกรณ์ปฏิกิริยาขนาด 2 ลิตร

3.2.6 บีกเกอร์ขนาด 250, 500 มิลลิลิตร

3.2.7 ใบพัดกวน

3.2.8 แท่งกวนแม่เหล็ก (Magnetic bar)

3.2.9 มอเตอร์ชนิดปรับรอบได้

3.2.10 กรวยหยดสาร

3.2.11 กรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.12 เครื่องผสมชนิดสองลูกกลิ้ง บริษัท Lab Tech Engineering จำกัด (Two rolls mill model LRM 110)

3.2.13 เครื่องวัดความต้านทานต่อการสึกหรอ (Wallace N.B.S. Abrader)

3.2.14 เครื่องวัดความแข็งแรงดึง (Shimadzu autograph)

3.2.15 เครื่องวัดค่าการคงรูปของยาง (Curelastometer II F)

3.2.16 เครื่องอัดร้อน (Hot Press LP 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.17 เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ (Wallace Direct Reading Specific Gravity Balance X.13)

3.2.18 เครื่องอินฟาเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Infrared Spectrophotometer)

3.2.19 เครื่องวัดอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Differential Scanning Calorimetry, DSC)

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การปรับปรุงคุณสมบัติของ CNSL โดยกรดกำมะถันเข้มข้น

ชั่ง CNSL ในปริมาณ 1000 กรัม เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 15 กรัม โดยค่อยๆ หยดกรดช้าๆ และล้างกรดที่เหลือด้วยน้ำ 10 มิลลิลิตร กวนของผสมในเครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยาขนาด 2 ลิตร อัตราเร็วของใบพัด 300 รอบต่อนาที ทำการรีฟลักซ์ (reflux) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 40 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 120 องศาเซลเซียส และให้ความร้อนต่อไปอีกเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำมัน CNSL ที่ได้เทออกจากเครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยา เพื่อทำการกรองเอาสิ่งสกปรกที่เป็นกากต่าง ๆออก โดยใช้สำลีใส่ในกรวยแก้ว น้ำมันที่ได้นี้เรียกว่า น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

3.3.2 การเตรียมเรซินโนโวแลค โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงโดยกรดกำมะถันเข้มข้นต่อฟอร์มาลดีไฮด์เท่ากับ 1:0.9 โมล

ชั่ง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงโดยกรดกำมะถันเข้มข้น จำนวน 100 กรัม และฟอร์มาลีน 24.3 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิลิตร ตั้งเครื่องต้มกลั่น(reflux) กวนและให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในเวลาที่กำหนดดังนี้

เรซินโนโวแลค	สภาวะที่ใช้	
	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
ชนิดที่ 1	90	2
ชนิดที่ 2	90	3
ชนิดที่ 3	90	5
ชนิดที่ 4	120	2

อัตราส่วนระหว่าง CNSL ที่ปรับปรุงคุณสมบัติ : ฟอร์มาลดีไฮด์

1 : 0.9 โมล

100 : 24.3 กรัม

<u>หมายเหตุ</u> ในการเตรียมเรซินโนโวแลคชนิดต่าง ๆ จะไม่มีการใส่ตัวทำละลายลงไปในขั้นตอนของปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การปรับปรุงคุณสมบัติของ CNSL โดยการทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน

ชั่ง CNSL ที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง(น้ำมันดิบ) จำนวน 200 กรัม และ เติมสารละลายไฮดราซีนไฮเดรตจำนวน 112.04 มิลลิลิตร ลงในเครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยาขนาด 2 ลิตร เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร และกรดสเตรียริก 2-2.5 กรัม ติดตั้งชุดปั่นกวน เทอร์โมมิเตอร์ ตัวควบแน่น และกรวยหยดสาร หลังจากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิระหว่าง 45-50 องศาเซลเซียส ทำการปั่นกวนของผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้อัตราเร็วของใบพัด 300-500 รอบต่อนาที ค่อย ๆ เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากกรวยหยดสารจำนวน 134.64 มิลลิลิตร อย่างช้าๆเป็นเวลา 7 ชั่วโมง หลังจากเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หมดแล้ว ให้ทำการปั่นกวนต่อไปอีกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทำการปั่นกวนของผสมที่อุณหภูมิห้องตลอดคืน จากนั้นนำน้ำมันที่ได้มาทำการสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม โดยใช้กรวยแยก กรองโดยใช้สำลีแล้วนำไประเหยเอาตัวทำละลายออก จะได้น้ำมัน CNSL ที่ทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (HCNSL)

3.3.4 การเตรียมเรซินโนโวแลคโดยใช้ HCNSL ต่อ ฟอร์มาลดีไฮด์เท่ากับ 1:0.9 โมล

ชั่ง HCNSL จำนวน 100 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร เติมฟอร์มาลีน 24.3 กรัม ตั้งเครื่องต้มกลั่น (reflux) กวนและให้ความร้อน โดยเวลาที่กำหนดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรซินโนโวแลค	สภาวะที่ใช้	
	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
ชนิดที่ 5	90	2
ชนิดที่ 6	90	3

อัตราส่วนระหว่าง CNSL ที่ปรับปรุงคุณสมบัติ : ฟอร์มาลดีไฮด์

1 : 0.9 โมล

100 : 24.3 กรัม

หมายเหตุ ในการเตรียมเรซินโนโวแลคชนิดที่ 5,6 จะไม่มีการใส่ตัวทำละลายลงไปในขั้นตอนของปฏิกิริยา

3.3.5 การเตรียมเรซินโนโวแลคโดยใช้ CNSL และฟีนอลทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีน

ชั่ง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงโดยกรดกำมะถันเข้มข้น และฟีนอลในอัตราส่วนต่าง ๆ จากนั้นนำมาทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีนในอัตราส่วน 1:0.9 ทำการรีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ 170-180 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรซินโนโวแลค	อัตราส่วนที่ใช้ (กรัม)				สภาวะที่ใช้	
	CNSL	ฟีนอล	กรดกำมะถัน	ฟอร์มาลดีไฮด์	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)
ชนิดที่ 7	20	80	1.2	24.3	170	4
ชนิดที่ 8	40	60	0.9	24.3	170	4
ชนิดที่ 9	60	40	0.6	24.3	170	4
ชนิดที่ 10	80	20	0.3	24.3	170	4

3.3.6 <u>การผสมสูตรยางโดยใช้เรซินชนิดต่าง ๆ ที่เตรียมได้</u>

ทำการผสมยางชนิดต่าง ๆ โดยใช้เครื่องบดผสมแบบสองลูกกลิ้ง ปริมาณสารต่าง ๆ ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	สูตรที่1,4,6	สูตรที่2,5,7	สูตรที่4,6,9
ยางธรรมชาติ TTR 5L	-	10	20
ยางไนไทรลย์ NBR/N220 SH	30	30	20
ยางเอสบีอาร์ 1502	-	-	20
ยางบิวทาไดอีน BR 01	70	60	40
สารตัวเติมซิลิกา Purosil UR	50	50	50
พอลิเอทิลีนไกลคอล 4000	4.5	4.5	4.5
สารช่วยผสม			
Strucktol 60 NS [สูตรที่ 1,2,3]			
Novolac resin (ชนิดที่ 1) [สูตรที่ 4,5,6]	5	5	5
Hydronovolac resin(ชนิดที่ 5)[สูตรที่ 7,8,9]			
ซิงค์ออกไซด์ ชนิดว่องไว	3	3	3
กรดสเตียริก	1	1	1
ขี้ผึ้ง (WAX)	0.5	0.5	2.5
สารกันเสื่อมantioxidant22 CP 46	0.5	0.5	0.5
สารตัวเร่ง MBTS	1.2	1.2	1.2
สารตัวเร่ง TMTM	0.2	0.2	0.2
กำมะถัน	1.8	1.8	1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของเรซินโนโวแลคที่เตรียมได้

3.4.1 การทดสอบความสามารถในการละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

นำเรซินชนิดต่าง ๆ มาทำการทดสอบความสามารถในการละลายโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น ปิโตรเลียมอีเทอร์, เมทานอล, เฮกเซน, เอทิลอะซิเตต, อะซิโตน, เมทิลีนคลอไรด์ และเมทิลเอทิลคีโตน โดยใช้เรซินในปริมาณที่พอเหมาะใส่ลงไปในหลอดทดสอบ หลังจากนั้นใส่ตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

3.4.2 การตรวจสอบหาหมู่ฟังก์ชั่นของเรซินโนโวแลคโดยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นำเรซินที่สังเคราะห์ได้ (เรซินที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้ว) มาละลายในตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม จากนั้นนำไปเตรียมเป็นแผ่นฟิล์มบนแผ่นโปแทสเซียมโบรไมด์ ประกบแผ่นโปแทสเซียมโบรไมด์เข้าด้วยกันนำไปวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชัน ด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (JASCO IR-810)

3.4.3 การตรวจสอบหาค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g) ของเรซินโนโวแลค

ชั่งเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้ใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียม นำไปวางบนที่วาง ตัวอย่างโดยใช้อลูมิเนียมออกไซด์เป็นสารมาตรฐาน ทำการทดสอบโดยใช้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 <u>การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยาง</u>

1. ความแข็งแรงดึง

2. มอดูลัส 300

3. เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด

4. ความแข็ง

5. ความทนทานต่อการขัดถู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การปรับปรุงคุณสมบัติ CNSL

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงและที่ผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติโดยใช้กรดกำมะถันเข้มข้น

สมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์		
ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง	ปรับปรุงคุณสมบัติโดยกรดกำมะถันเข้มข้น	ปรับปรุงคุณสมบัติโดยปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชั่น
- ความหนืดมากกว่า - น้ำมันมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ - มีกากและมลทินต่างๆ ผสมอยู่มาก	- ความหนืดน้อยลง - น้ำมันมีสีน้ำตาลแดงใส - น้ำมันมีความเงาและมีมลทินเล็กน้อย	- ความหนืดมาก - น้ำมันมีสีน้ำตาลเข้ม - มีมลทินน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วของเรซินโนโวแลค

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว

ชนิดของเรซิน	อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g, องศาเซลเซียส)
1	149.9
2	154.4
3	156.2
4	158.1
5	155.6
6*	-
7	295.3
8	270.8
9	269.2
10	261.5

* เรซินชนิดที่ 6 ไม่นำมาทดสอบเนื่องจากคุณสมบัติไม่เหมาะสม

จากตารางที่ 4.2 พบว่าเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้ เมื่อใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วจะเพิ่มมากขึ้นและในกรณีที่ใช้ฟีนอลผสมร่วมกับ CNSL ในการทำปฏิกิริยา จะพบว่าค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของฟีนอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ความสามารถในการละลายของเรซินโนโวแลค

ตาราง 4.3 แสดงความสามารถในการละลายของเรซินสังเคราะห์

ชนิดของเรซินโนโวแลค	ความสามารถในการละลาย						
	ปิโตรเลียมอีเทอร์	เมทานอล	เฮกเซน	เอทิลอะซิเตต	อะซิโตน	เมธิลีนคลอไรด์	เมทิลเอทิลคีโตน
1	+	–	+	++	++	++	++
2	+	–	+	++	++	++	++
3	+	–	+	++	++	++	++
4	+	–	+	++	++	++	++
5	–	+	–	++	++	++	++
7	–	++	–	++	++	++	++
8	–	++	–	++	++	++	++
9	–	+	–	++	++	++	++
10	–	+	–	++	++	++	++

หมายเหตุ (–)ไม่ละลาย (+)ละลายได้น้อย (++)ละลายได้ดี

จากตารางที่ 4.3 พบว่าเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพียงอย่างเดียวทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์นั้น สามารถละลายได้ดีในเอธิลอะซิเตต อะซิโตนเมธิลีนคลอไรด์ และเมธิลเอธิลคีโตน และสามารถละลายได้บ้างในปิโตรเลียมอีเธอร์ และเฮกเซน แต่ไม่สามารถละลายได้ในเมทานอล ส่วนเรซินที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และฟีนอลทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์นั้นพบว่าสามารถได้มากขึ้นในตัวทำละลายเมทานอล เนื่องจากอัตราส่วนของฟีนอลที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มความมีขั้วให้แก่โมเลกุลของเรซินโนโวแลค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ค่าความหนืดแบบ Mooney

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนืดแบบ Mooney ของยางผสมสูตร ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

	ยางผสมสูตรที่ 1			ยางผสมสูตรที่ 2			ยางผสมสูตรที่ 3		
	สตรัคตอล 60เอ็นเอส	เรซินชนิดที่ 1 Novolac resin	เรซินชนิดที่ 5 Hydronovolac resin	สตรัคตอล 60เอ็นเอส	เรซินชนิดที่ 1 Novolac resin	เรซินชนิดที่ 5 Hydronovolac resin	สตรัคตอล 60เอ็นเอส	เรซินชนิดที่ 1 Novolac resin	เรซินชนิดที่ 5 Hydronovolac resin
- ค่าความหนืดแบบ Mooney ML[1+4],121°C	114	111	121	108	95	123	102	103	108
- t10(นาที',วินาที")	4'09"	4'00"	3'41"	3'47"	3'32"	3'46"	3'34"	3'02"	4'04"
- t90(นาที',วินาที")	5'47"	6'49"	5'35"	5'11"	5'37"	5'43"	4'54"	5'21"	6'19"
- อัตราการลงรูป (นาที',วินาที")	1'38"	2'49"	1'54"	1'24"	2'05"	1'57"	1'20"	2'19"	2'15"
- M_L(กิโลกรัมเซนติเมตร)	19.5	19.7	21.5	18.2	17.0	20.6	17.0	17.9	18.3
- M_H(กิโลกรัมเซนติเมตร)	56.2	60.0	63.4	52.7	54.7	61.7	55.4	57.4	60.1

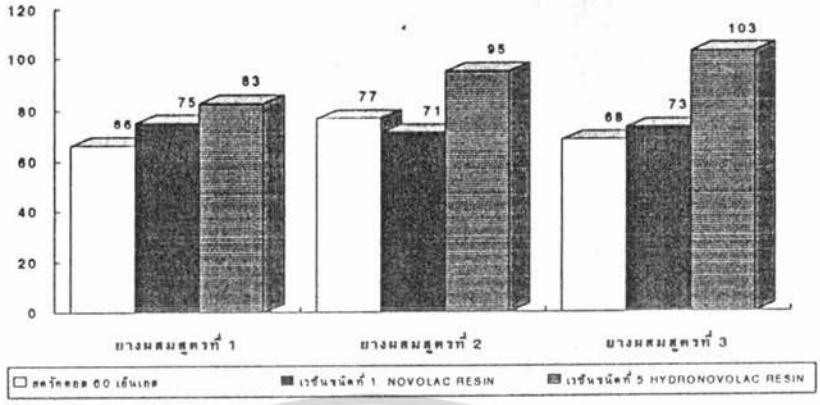
จากตารางที่ 4.4 จะพบว่ายางผสมสูตรที่ผสมเรซินสังเคราะห์ชนิดที่ 5 (Hydro novolac resin) จะให้ค่าความหนืดแบบ Mooney มากกว่าเมื่อเทียบกับยางผสมสูตรที่ผสมเรซินชนิดที่ 1 (Novolac resin) และยางผสมสูตรที่ผสมสตัคตอล 60 เอ็นเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 สมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยาง

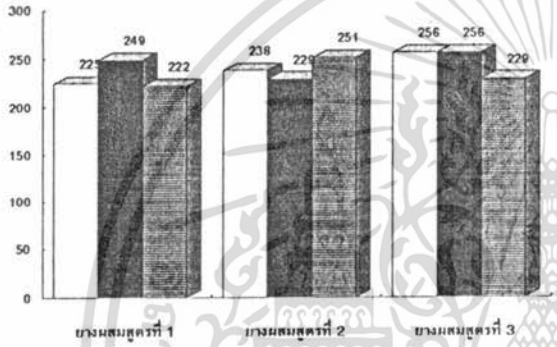
มอดูลัส 300 (กก./ตร.ซม.)

รูปที่ 4.5.1



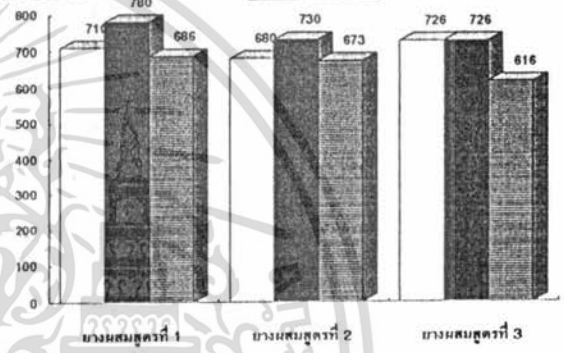
ความแข็งแรงดึง (กก./ตร.ซม.)

รูปที่ 4.5.2



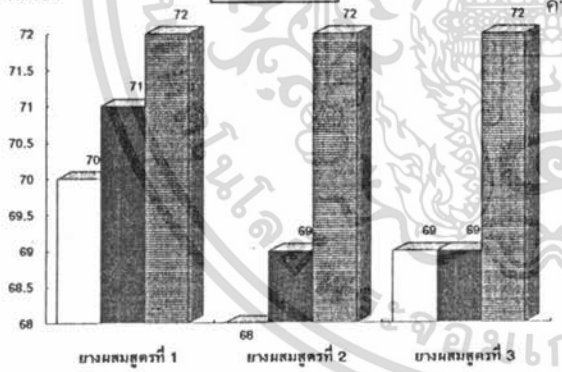
เปอร์เซนต์การยืดตัว

รูปที่ 4.5.3



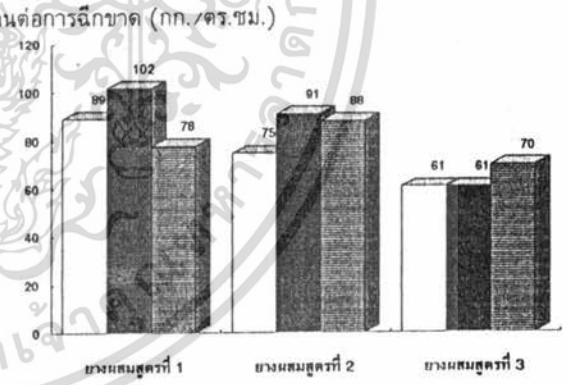
ค่าความแข็ง

รูปที่ 4.5.4



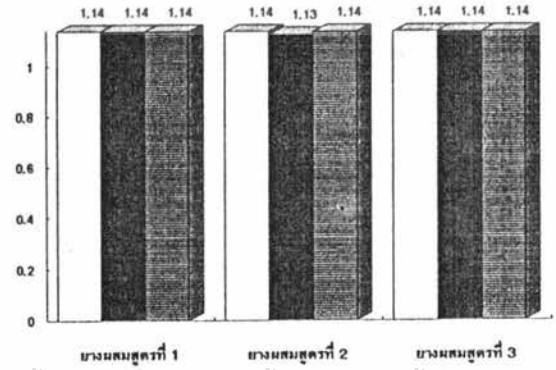
ความทนทานต่อการฉีกขาด (กก./ตร.ซม.)

รูปที่ 4.5.5



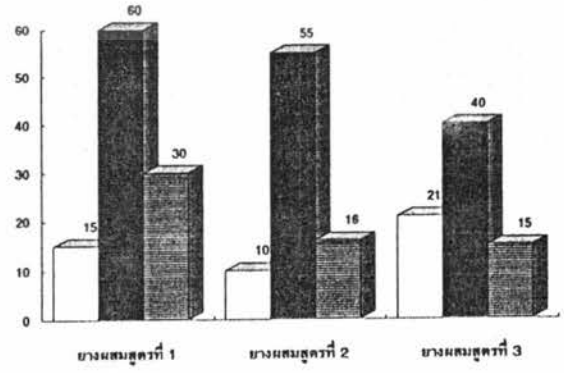
ความถ่วงจำเพาะ

รูปที่ 4.5.6



ความทนต่อการโค้งงอ (1,000 ครั้ง)

รูปที่ 4.5.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5.1 พบว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 (Hydronovolac resin) จะให้ค่ามอดูลัสที่สูงกว่าผสมโดยเรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 และสตรัคตอล 60 เอ็นเอส

จากรูปที่ 4.5.3 พบว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 (Novolac resin) จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงกว่าชนิดอื่นๆ

จากรูปที่ 4.5.4 พบว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 (Hydronovolac resin) จะมีค่าความแข็ง(Shore A) มากกว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 และสตรัคตอล 60 เอ็นเอส

จากรูปที่ 4.5.5 พบว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลค จะมีความทนทานต่อการฉีกขาดมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสตรัคตอล 60 เอ็นเอส

จากรูปที่ 4.5.7 พบว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 (Novolac resin) จะมีความสามารถในการทนต่อการโค้งงอได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การปรับปรุงน้ำมัน CNSL โดยทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถันเข้มข้นมีความสำคัญในการเตรียมเรซิน เพราะเป็นการกำจัดสารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic compounds) สารประกอบอินทรีย์ของไนโตรเจนและ ซัลเฟอร์ ซึ่งปะปนอยู่ใน CNSL เป็นจำนวนมาก จึงทำให้ CNSL ที่ได้เมื่อผ่านการปรับปรุง มีความบริสุทธิ์ขึ้น โดย CNSL ที่ไม่บริสุทธิ์จะมีสีน้ำตาลเข้ม-ดำ และมีมลทินต่างๆ ปนอยู่มาก เมื่อผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้วจะได้ CNSL ที่มีลักษณะสีน้ำตาล-แดงใส มีความหนืดลดลง และมีมลทินต่างๆ น้อยลง ทำให้กระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลดีไฮด์เกิดขึ้นได้ดี

2. การศึกษาความสามารถในการละลายจะพบว่า เรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ จะมีความสามารถละลายได้ในตัวทำลายที่มีขั้วปานกลาง เช่น เอทิลอะซิเตต อะซิโตน เมธิลีนคลอไรด์ และเมทิลเอทิลคีโตน ทั้งนี้ เนื่องจากเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้นี้ จะมีสายโซ่โมเลกุลของคาร์บอนอะตอมมาก จึงทำให้ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วมากไม่ดี เช่น เมทานอล

สำหรับเรซินสังเคราะห์ที่เตรียมจาก CNSL และฟีนอล ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์นั้น พบว่านอกจากจะสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วปานกลางแล้ว ยังสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากฟีนอลเป็นสารที่มีความเป็นขั้วค่อนข้างมาก จึงทำให้เรซินที่มีโมเลกุลของฟีนอลประกอบอยู่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่มีขั้วได้

3. ในการสังเคราะห์เรซินโนโวแลค ถ้าใช้เวลาในการทำปฏิกิริยามากขึ้นลักษณะของเรซินที่ได้จะมีความแข็งมากขึ้น และมีค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วเพิ่มขึ้น เนื่องจาก เมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้นจะทำให้น้ำหนักโมเลกุลของเรซินโนโวแลคสูงขึ้น เรซินที่เตรียมจาก CNSL ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ จะมีค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วน้อยกว่าเรซินที่เตรียมจาก CNSL และฟีนอล ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ นอกจากนั้นถ้าปริมาณของฟีนอลเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วเพิ่มขึ้น และเรซินโนโวแลคจะมีความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย

4. จากผลการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินสังเคราะห์ เป็นสารช่วยผสม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารช่วยผสมเชิงการค้า (strucktol 60 NS) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- <u>มอดูลัส 300</u>

ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 (hydronovolac resin) เป็นสารช่วยผสมนั้นจะให้ค่ามอดูลัส 300 ที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 และ สตรัคตอล 60 เอ็นเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด

ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 (novolac resin) เป็นสารช่วยผสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์ยางที่ได้ มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด สูงกว่าสารช่วยผสมชนิดอื่น ๆ

- ความแข็ง

ผลิตภัณฑ์ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 (hydronovolac resin) จะมีความแข็ง(shore A) มากกว่าผลิตภัณฑ์ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 และ สตรัคตอล 60 เอ็นเอส เป็นสารช่วยผสม

- ความทนทานต่อการฉีกขาด

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่ายางผสมสูตรที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1(novolac resin) เป็นสารช่วยผสมจะให้ผลิตภัณฑ์ยางที่มีค่าความทนทานต่อการฉีกขาดมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 และสตรัคตอล 60 เอ็นเอส เป็นสารช่วยผสม

- ความทนทานต่อการโค้งงอตัวที่อุณหภูมิห้อง

ผลิตภัณฑ์ยางผสมสูตรที่ใช้เรซินสังเคราะห์ชนิดที่ 1 (novolac resin) จะมีความสามารถในการทนต่อการโค้งงอได้ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสารช่วยผสมชนิดอื่น ๆ

5. จากผลการทดลองพบว่าเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารช่วยผสมในการผสมสูตรยางได้เป็นอย่างดี และทำให้ผลิตภัณฑ์ยางผสมสูตรมีสมบัติเชิงกลดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสารช่วยผสมเชิงการค้า(strucktol 60 NS) จากผลการทดลองจะพบว่า ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 (novolac resin) เป็นสารช่วยผสม จะทำให้ผลิตภัณฑ์ยางที่ได้มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวณ จุดขาด ความทนทานต่อการฉีกขาด และความทนทานต่อการโค้งงอตัวที่อุณหภูมิห้องดีขึ้น ส่วนผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 (hydronovolac resin) เป็นสารช่วยผสมนั้น จะให้ค่ามอดูลัส 300 และค่าความแข็งสูง ดังนั้นเรซินที่ได้จาก CNSL สามารถที่จะนำไปใช้เป็นสารช่วยผสม (Processing aid) ในยางผสมสูตร และก่อให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมยางในอนาคตได้

6. คุณลักษณะของยางผสมที่ได้จะมีสีเกิดขึ้น โดยปราศจากการเติมรงควัตถุ(pigment) ยางผสมที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 1 (novolac resin)จะได้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาล-แดง ส่วนยางผสมที่ใช้เรซินโนโวแลคชนิดที่ 5 (hydronovolac resin) จะได้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาล และยางผสมที่ใช้สารช่วยผสม (strucktol 60 NS) จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีใส

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการเตรียมเรซินโนโวแลคชนิดต่าง ๆ จะไม่ใช้ตัวทำละลายในขั้นตอนของปฏิกิริยา ทำให้เรซินที่ได้มีความหนืดมาก เพราะเมื่อเรซินเกิดการเย็นตัว จะมีลักษณะค่อนข้างแข็ง จะทำให้เกิดปัญหาในการนำผลิตภัณฑ์ออกจากภาชนะที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ดังนั้นจึงควรทำปฏิกิริยาภายในภาชนะที่ลักษณะเหมาะสมเพื่อความสะดวก

2. ในการผสมสูตรโดยใช้เรซินโนโวแลคชนิดต่าง ๆ ที่สังเคราะห์ได้นั้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์ยางที่ได้มีสีเกิดขึ้น ดังนั้นจึงสามารถนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยางได้ค่อนข้างจำกัด เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสีขึ้นในผลิตภัณฑ์ยาง จึงควรทำการกลั่น CNSL ที่ใช้ในการสังเคราะห์เรซินโนโวแลค เพื่อให้ได้สารตั้งต้น CNSL ที่ปราศจากสี

3. ควรทำการทดลองผสมสูตรโดยเปรียบเทียบกับสารช่วยผสมเชิงการค้าชนิดอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของเรซินโนโวแลคเพิ่มเติม

4. ลักษณะของผลิตภัณฑ์เรซินโนโวแลคที่ได้ จะมีกลิ่นฉุนของฟอร์มาลดีไฮด์ และเมื่อทำการผสมสูตรยางจะเกิดการสลายตัวให้ฟอร์มาลดีไฮด์ออกมา ซึ่งเป็นอันตราย ดังนั้น จึงควรจะเติมฟอร์มาลดีไฮด์ให้มีปริมาณที่พอดีกับการเกิดปฏิกิริยา หรืออาจจะกำจัดปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่เหลือจากปฏิกิริยาออกจากเรซินก่อนที่จะนำไปใช้เป็นสารช่วยผสมสูตรในการผสมสูตรยาง

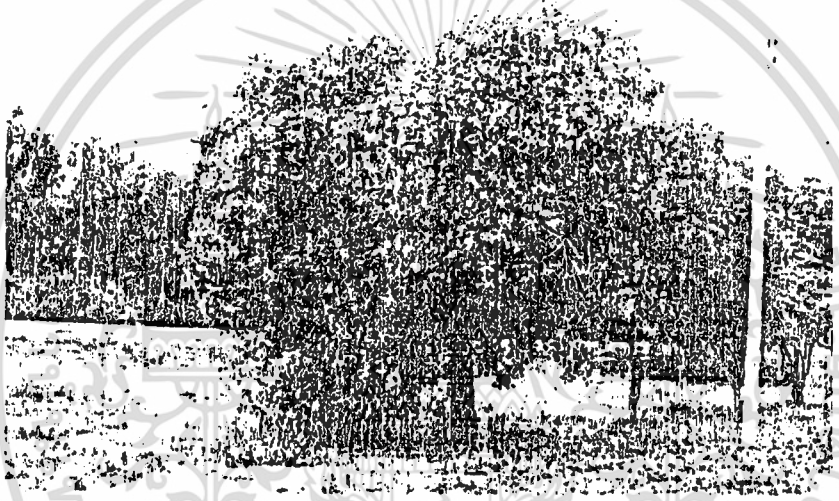
5. เรซินที่สังเคราะห์ได้จะมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี โดยเฉพาะกับอากาศ ดังนั้น จึงควรเก็บเรซินโนโวแลคในภาชนะที่สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาได้

6. ควรศึกษาการนำ CNSL ไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

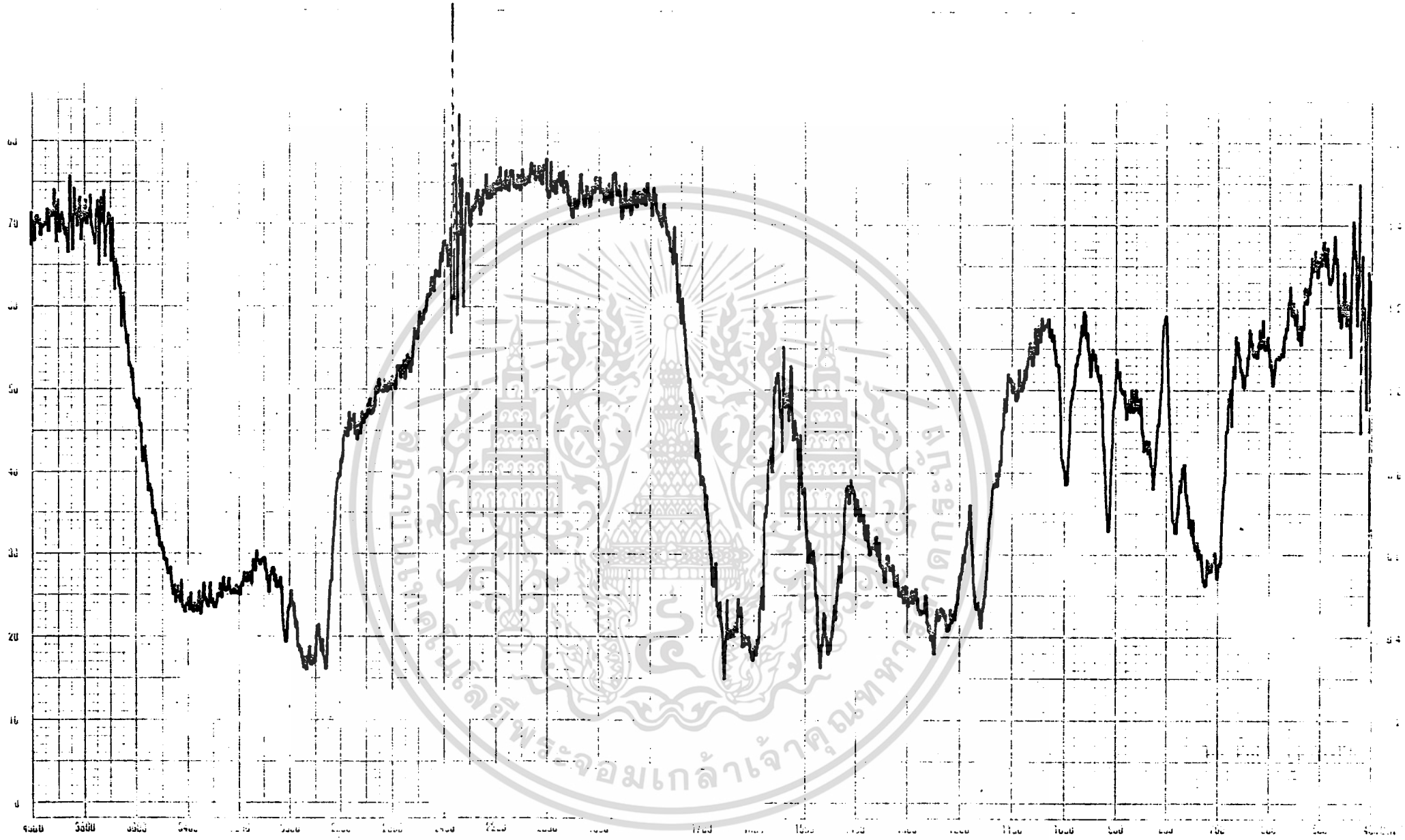
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

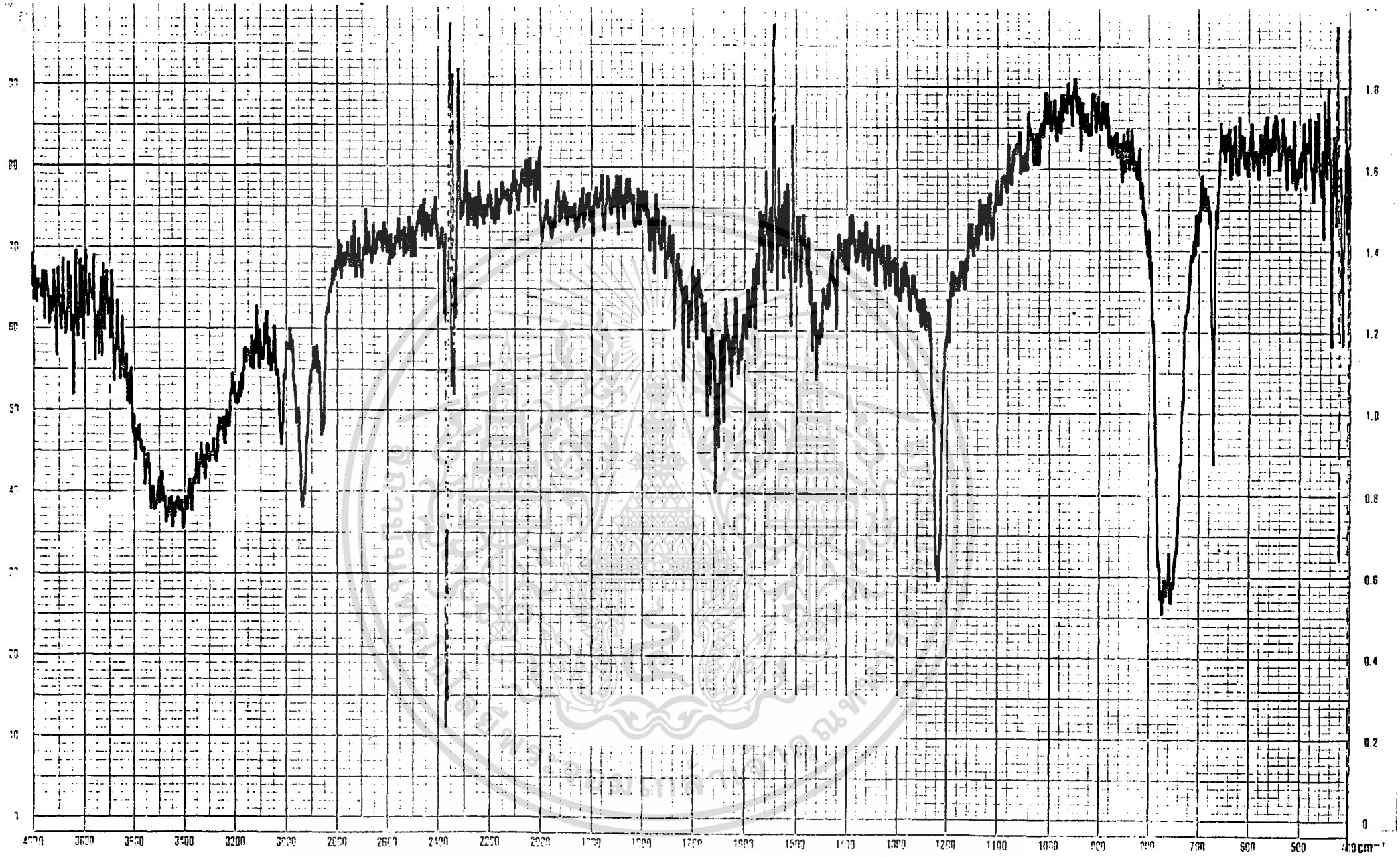


มะม่วงหิมพานต์ที่เติบโตอยู่ทั่วไปทางภาคใต้

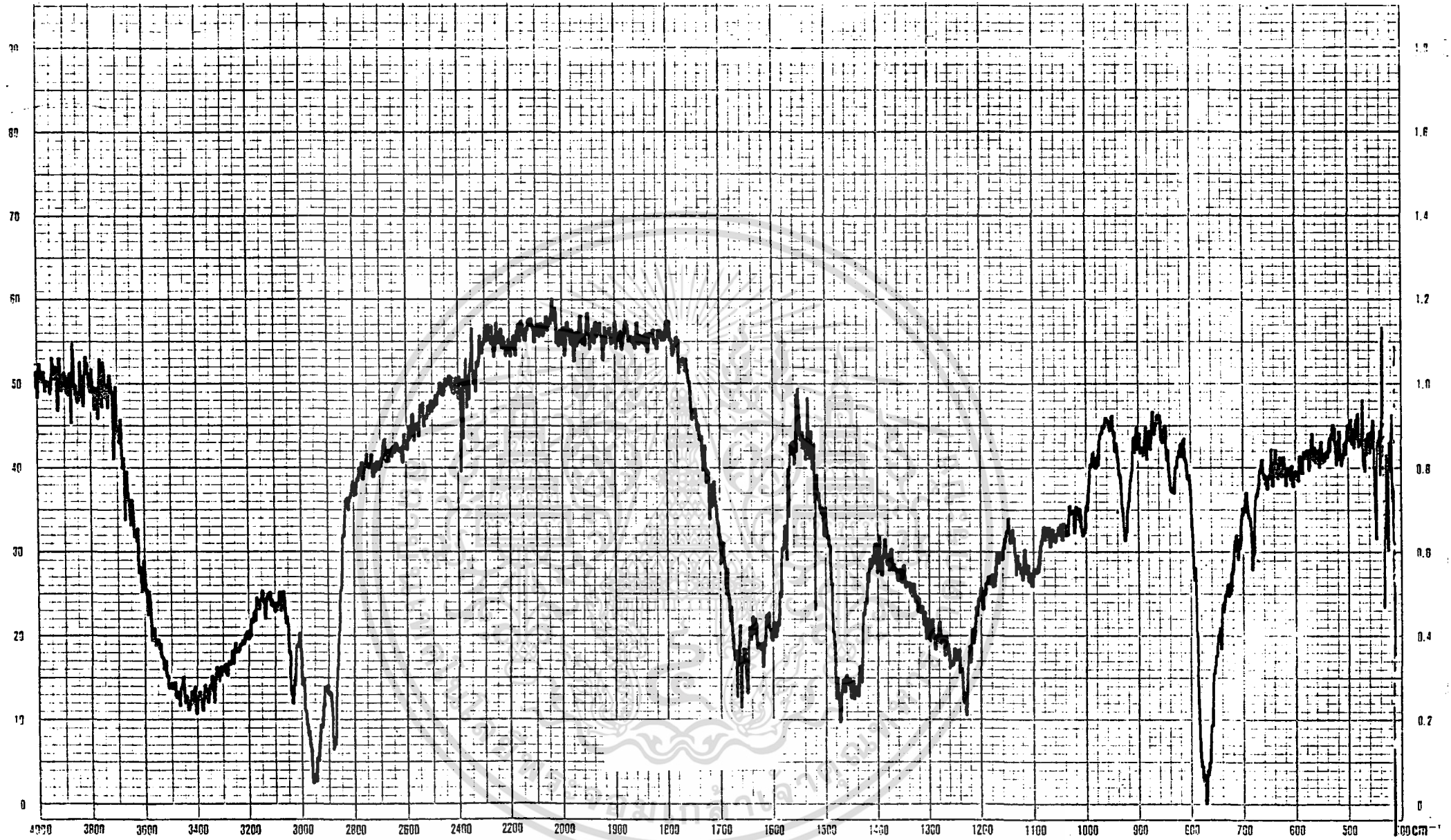
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



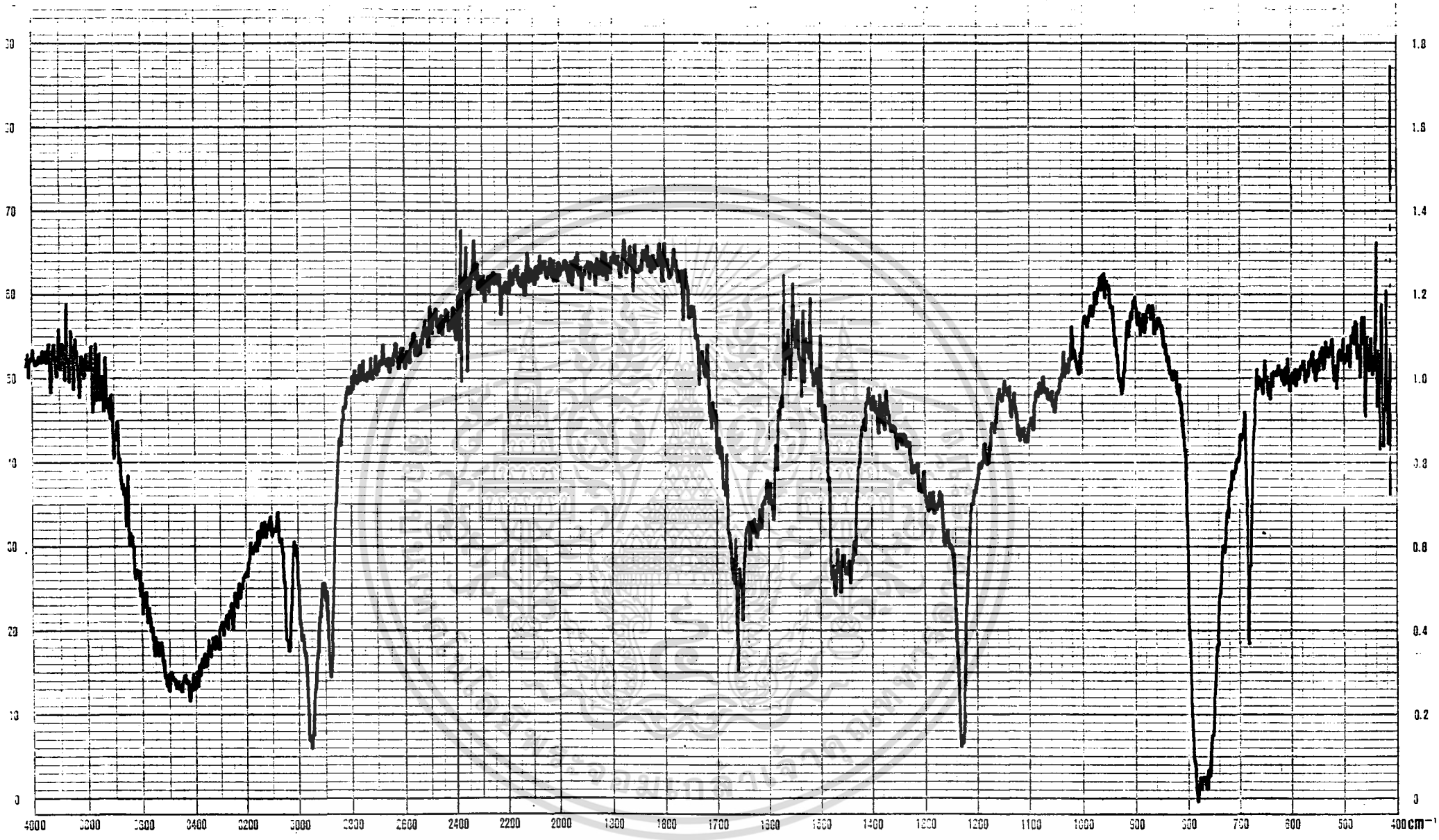
รูปที่ 1. แสดง IR สเปกตรัมของน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง



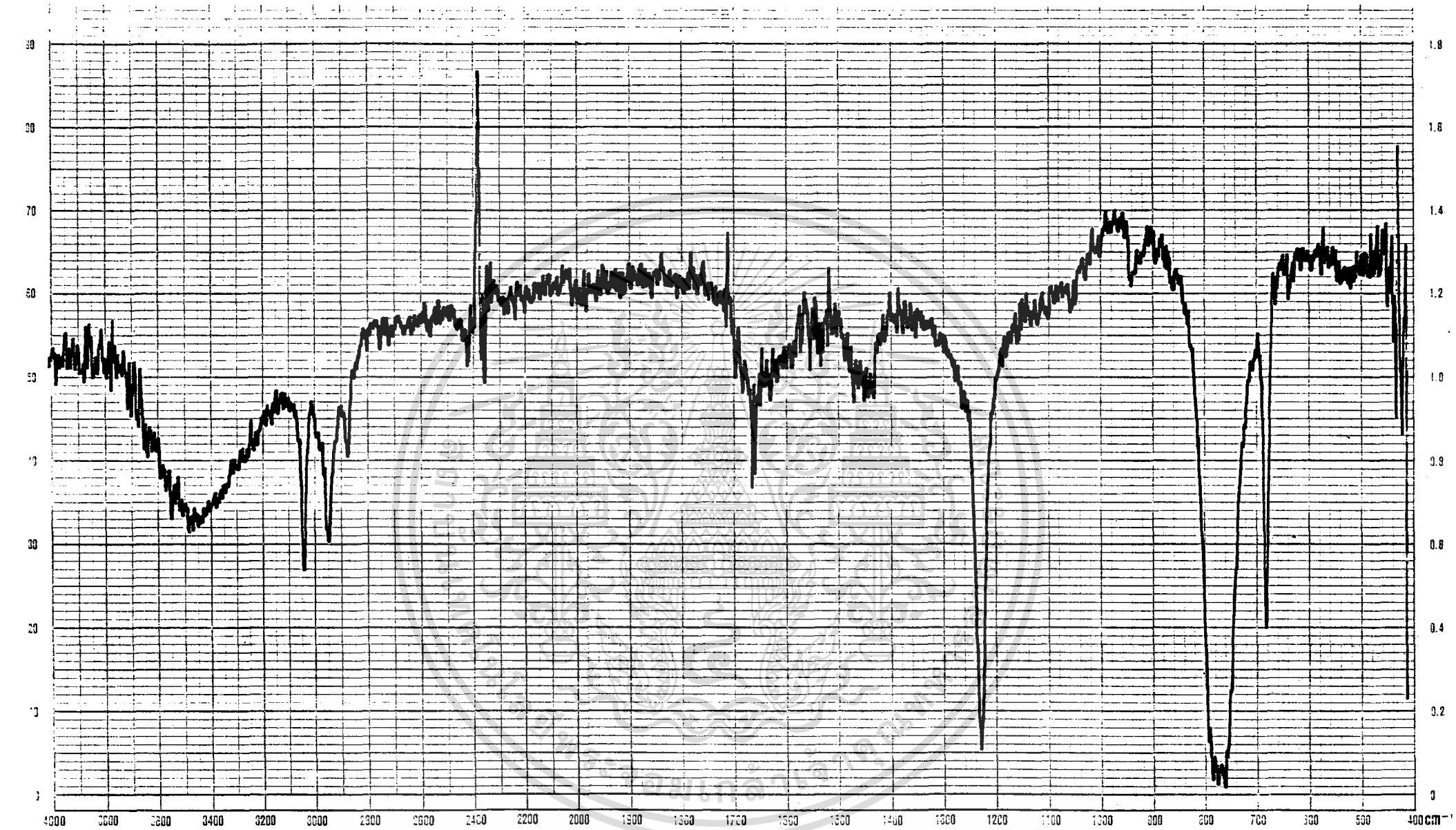
รูปที่ 2. แสดง IR สเปกตรัมของน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน



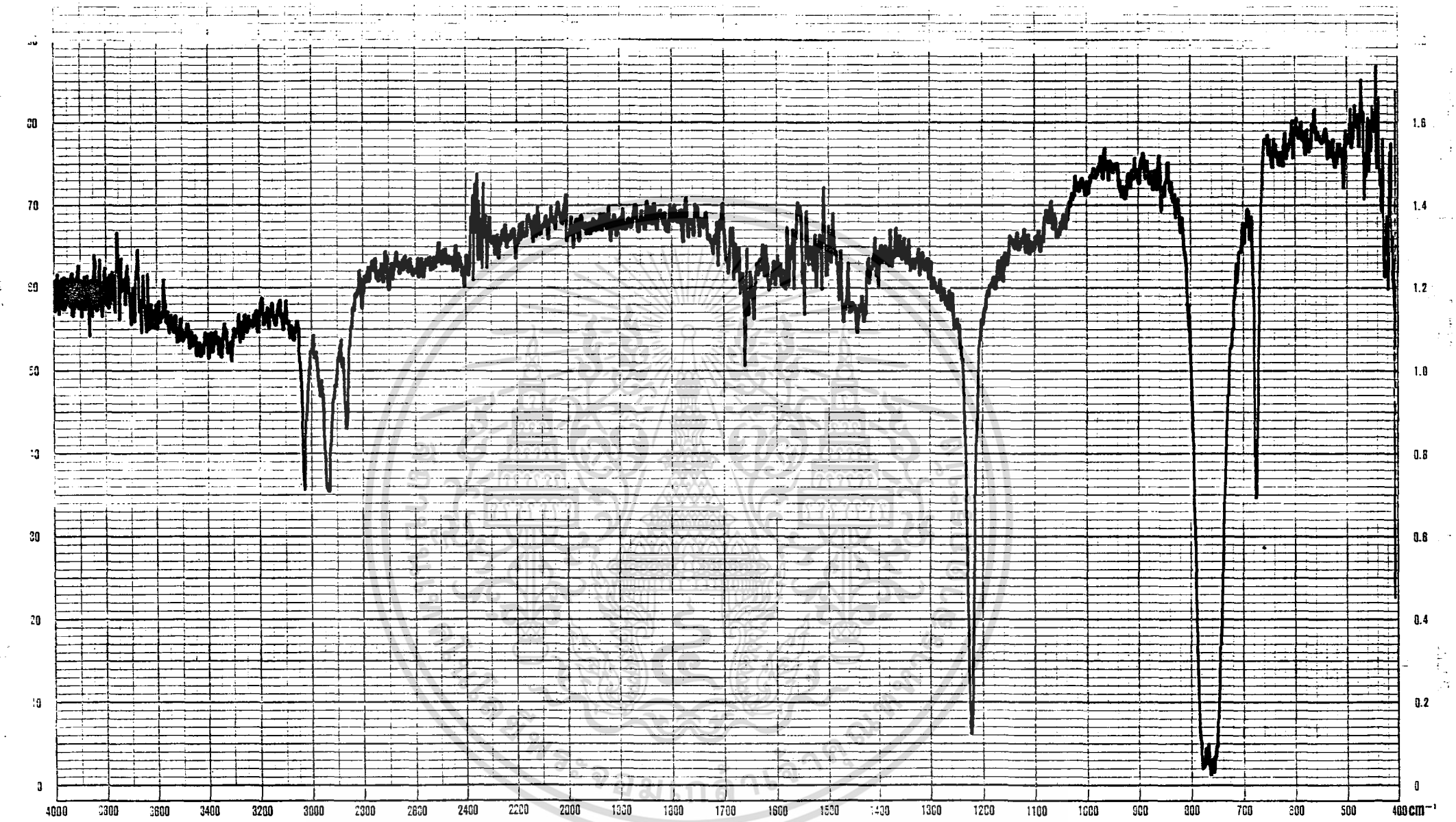
รูปที่ 3. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 1



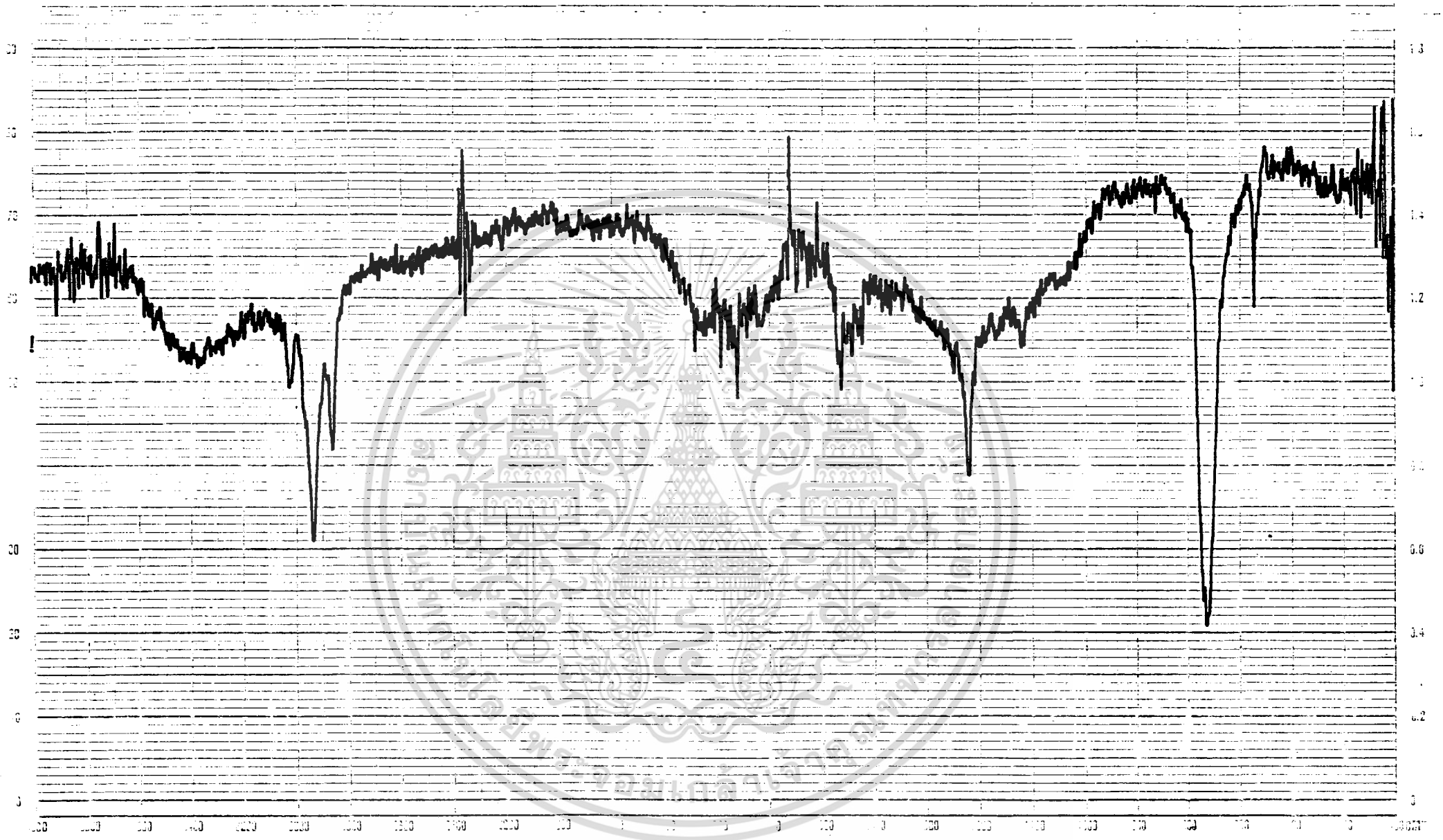
รูปที่ 4. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 2



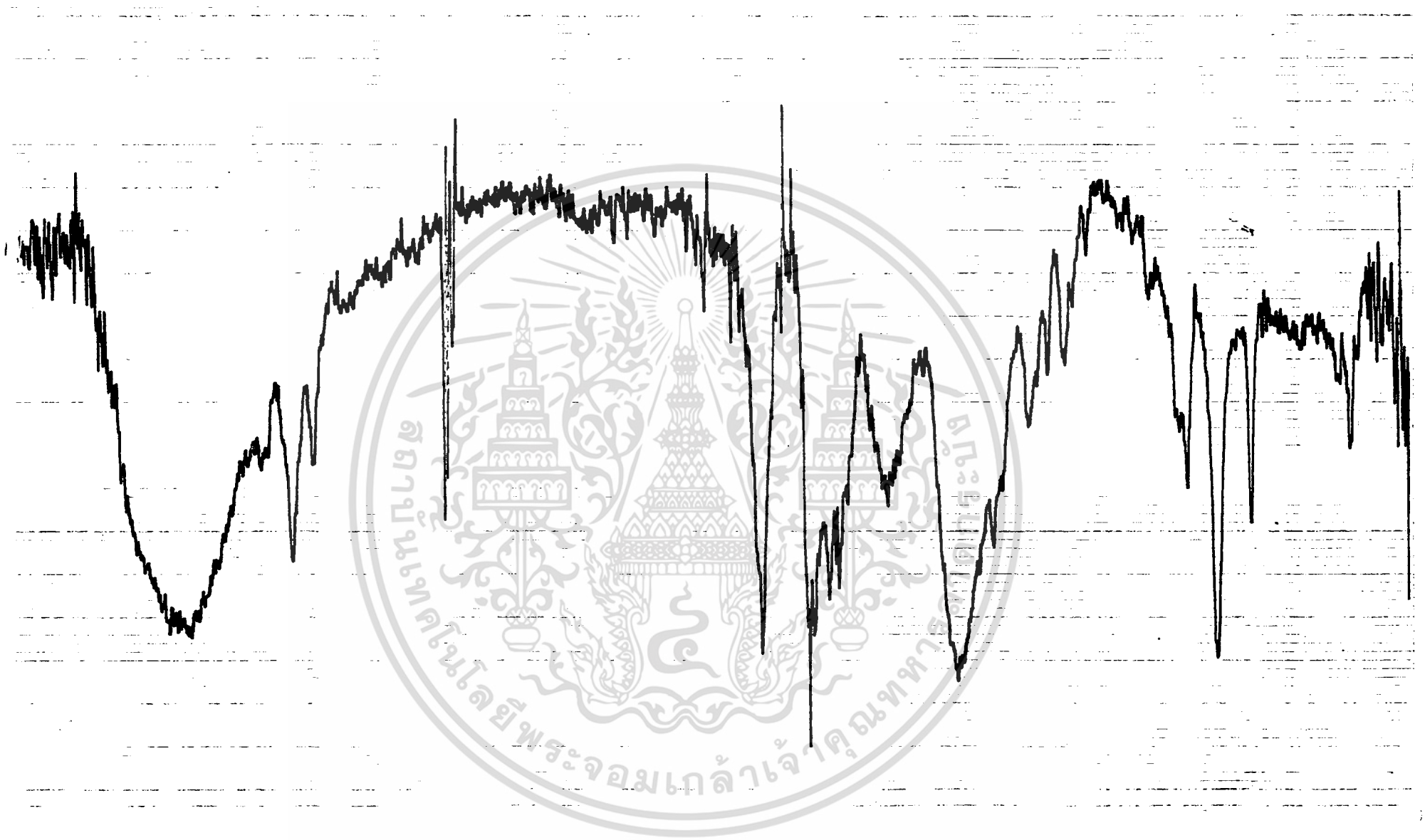
รูปที่ 5. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 3



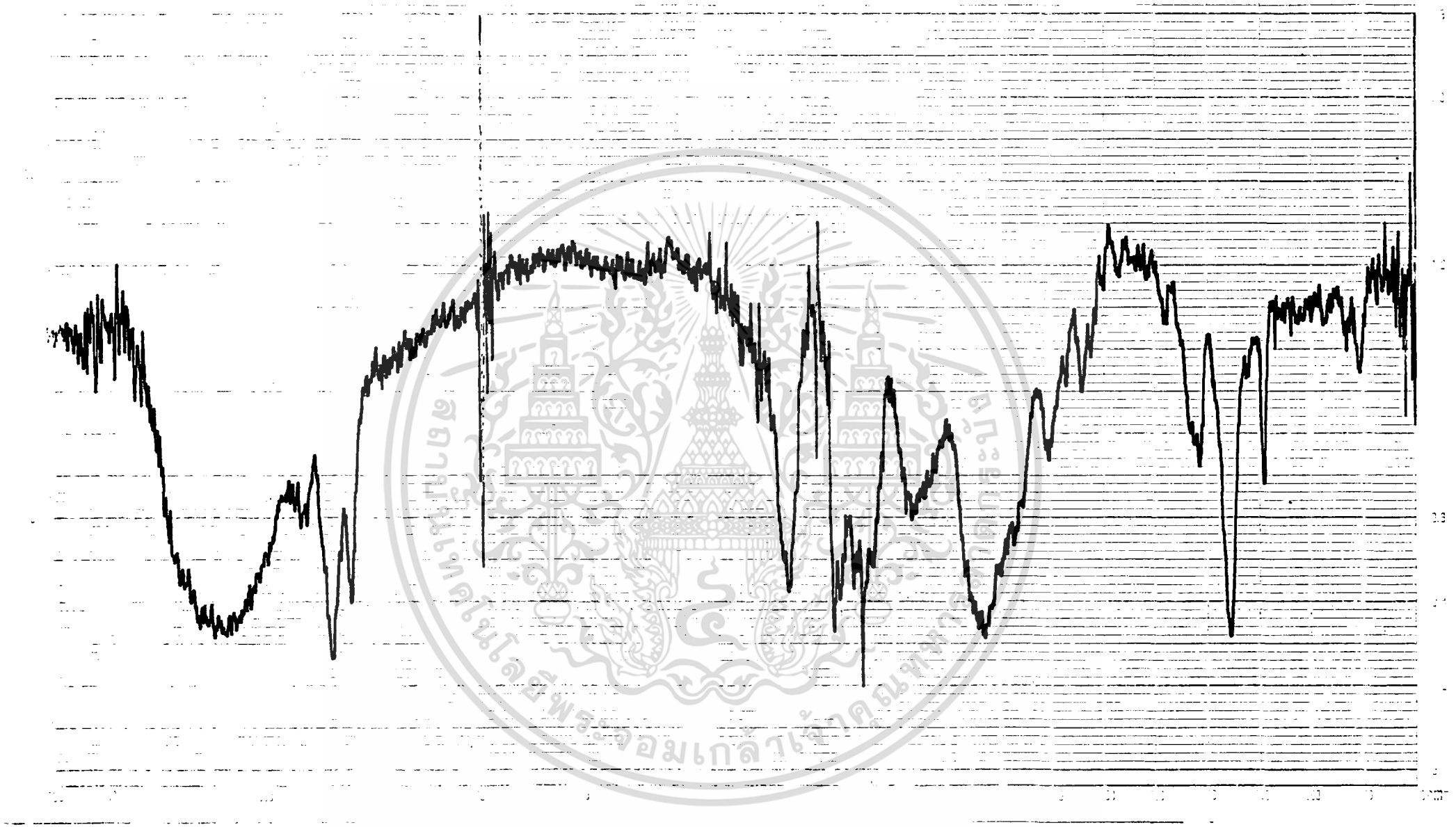
รูปที่ 6. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 4



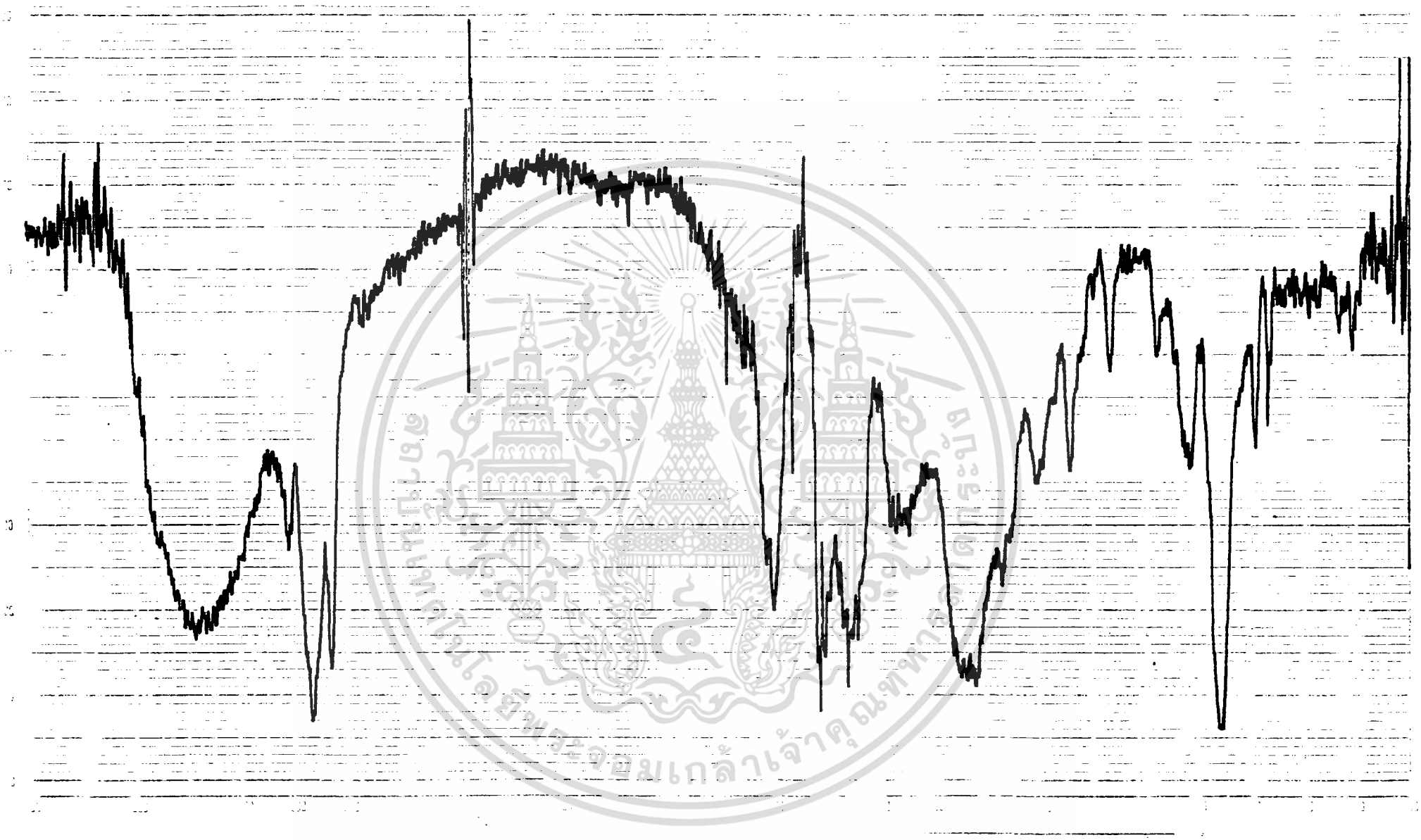
รูปที่ 7. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 5



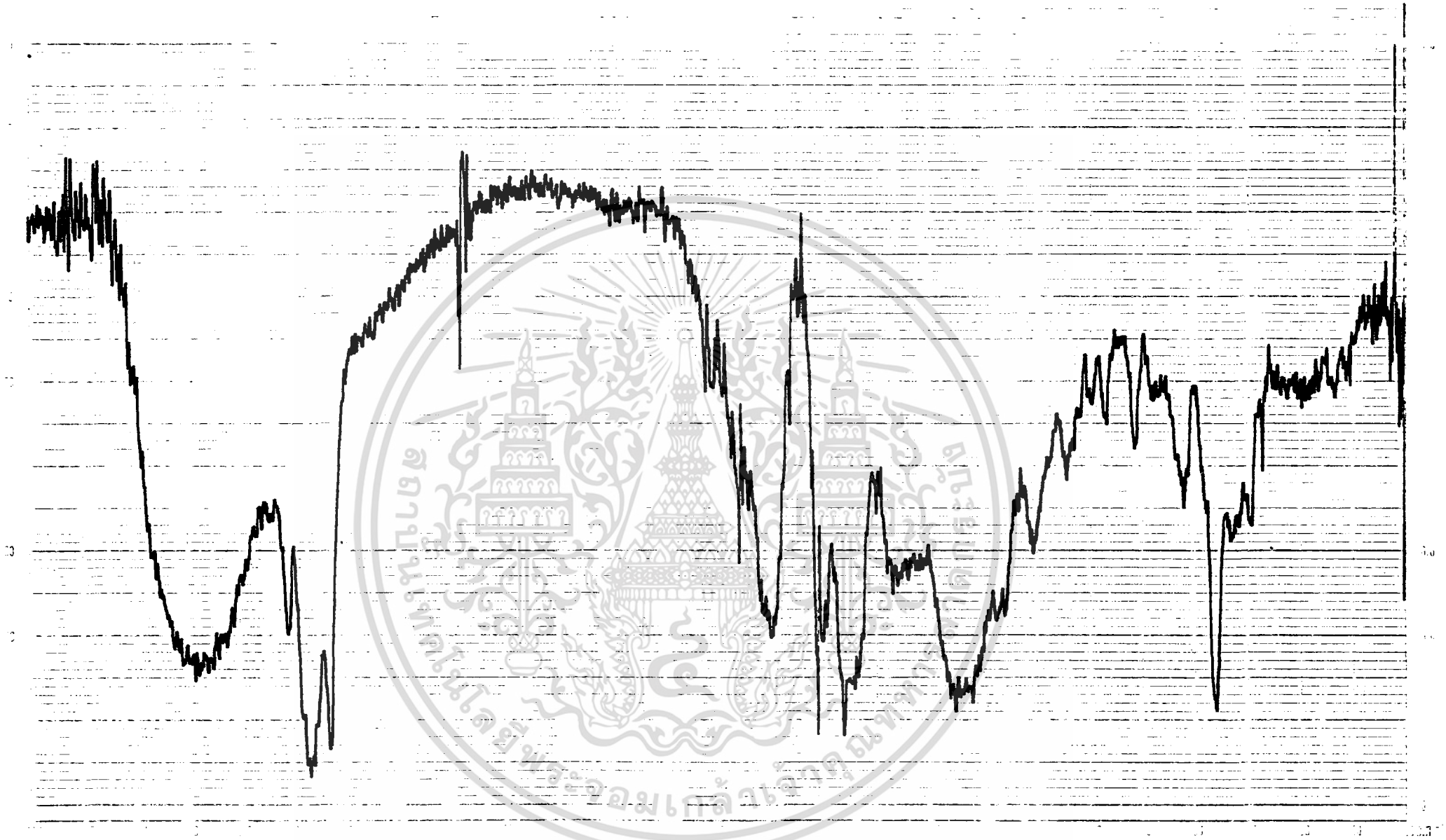
รูปที่ 8. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 7



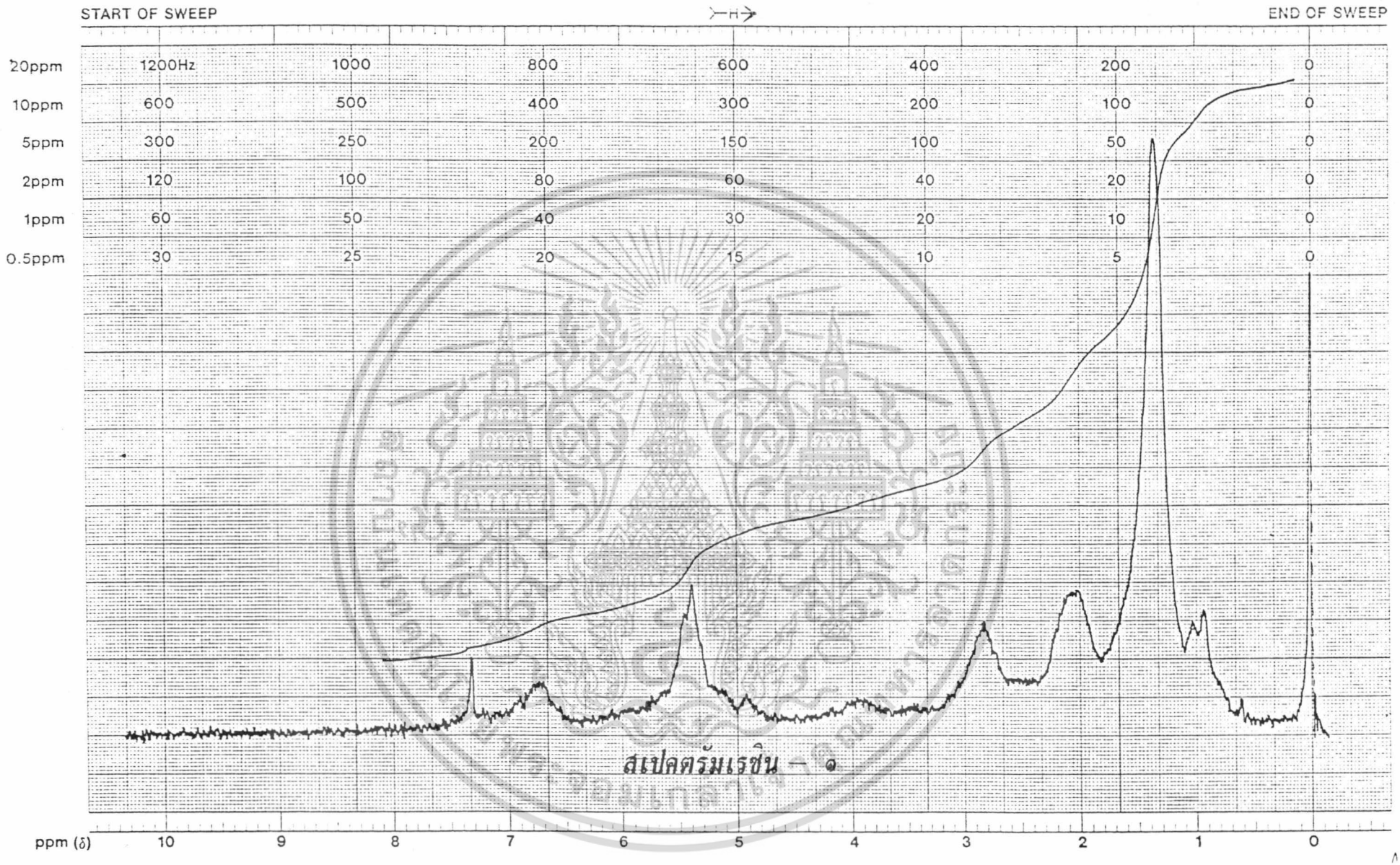
รูปที่ 9. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 8



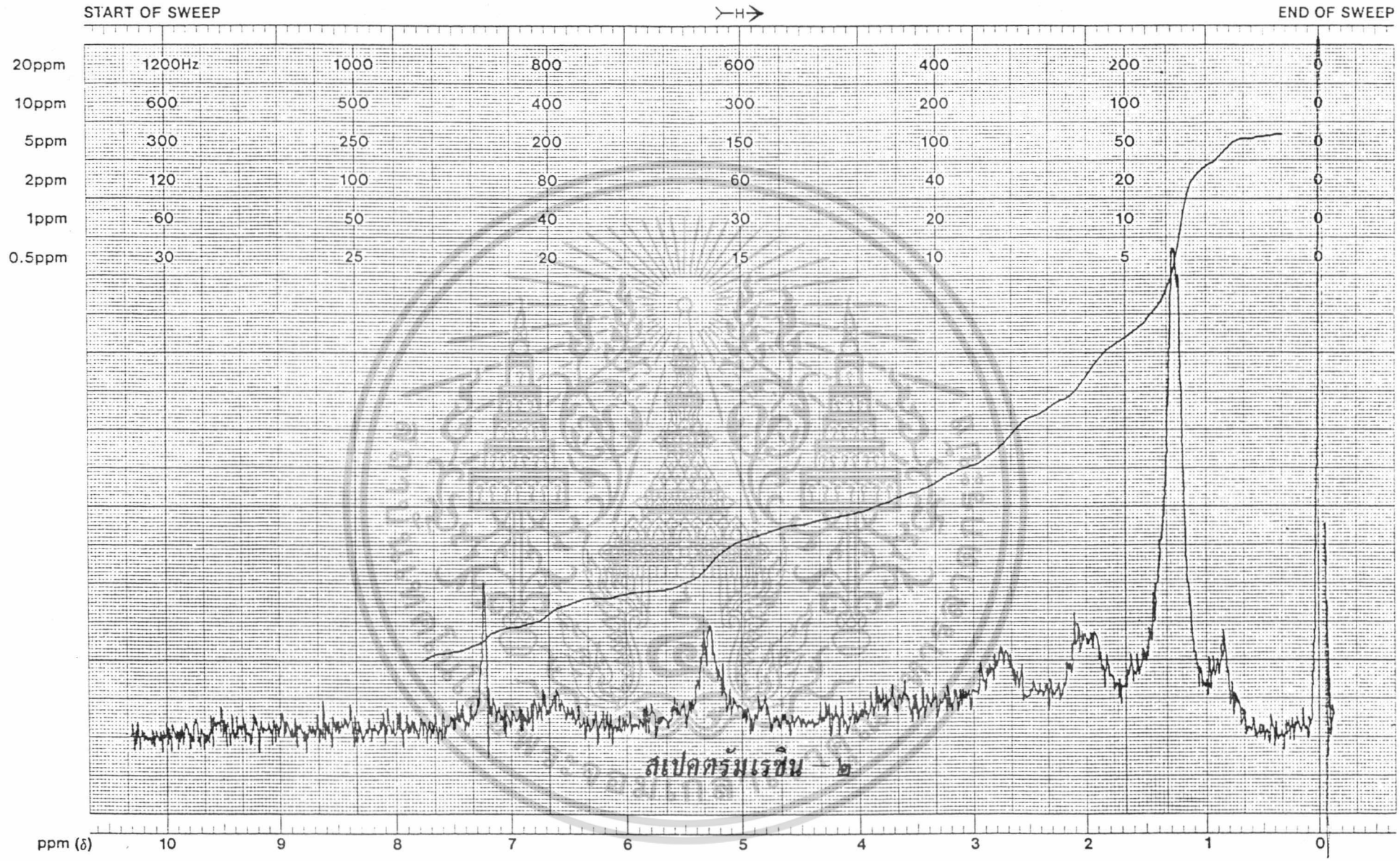
รูปที่ 10. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 9



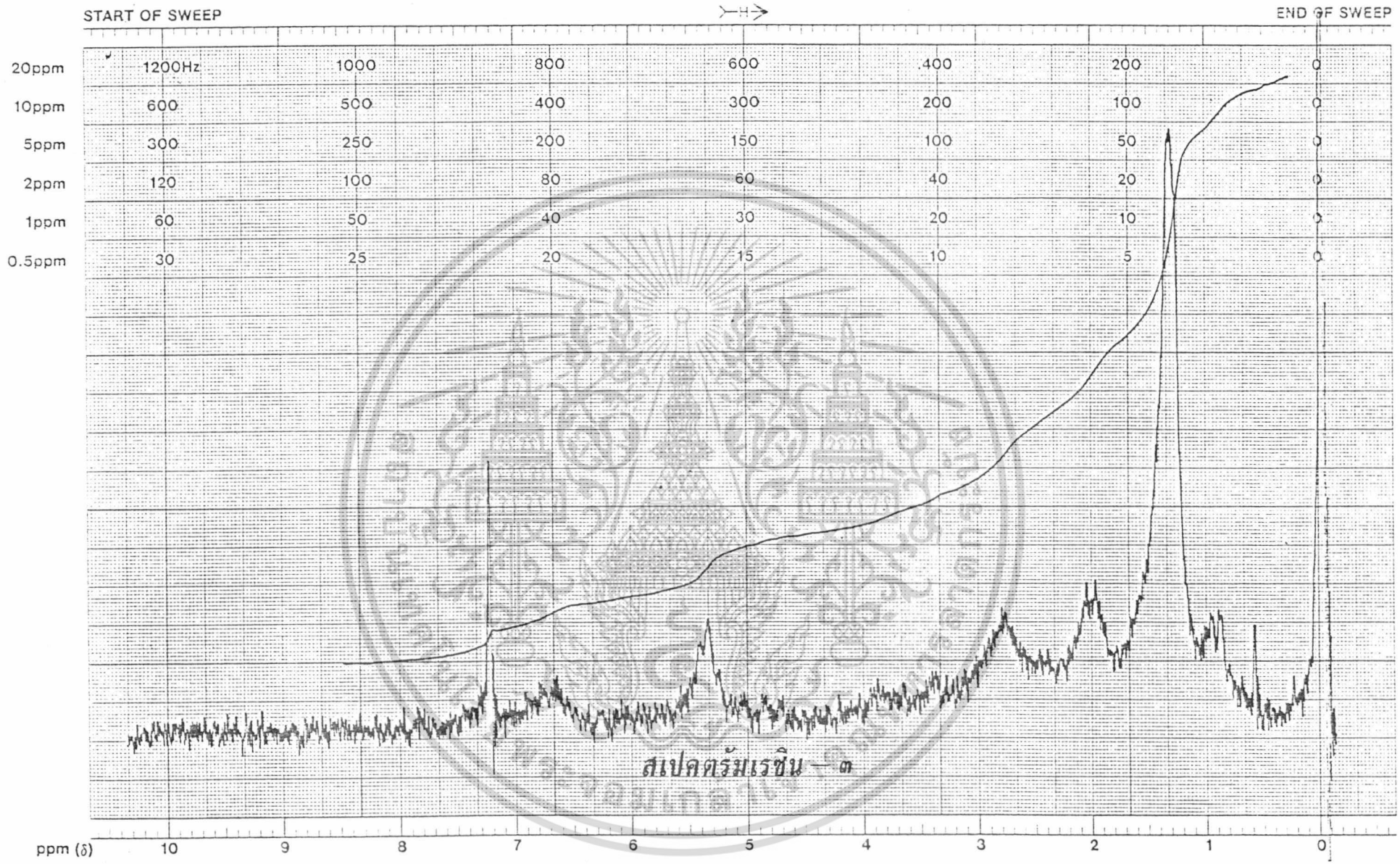
รูปที่ 11. แสดง IR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 10



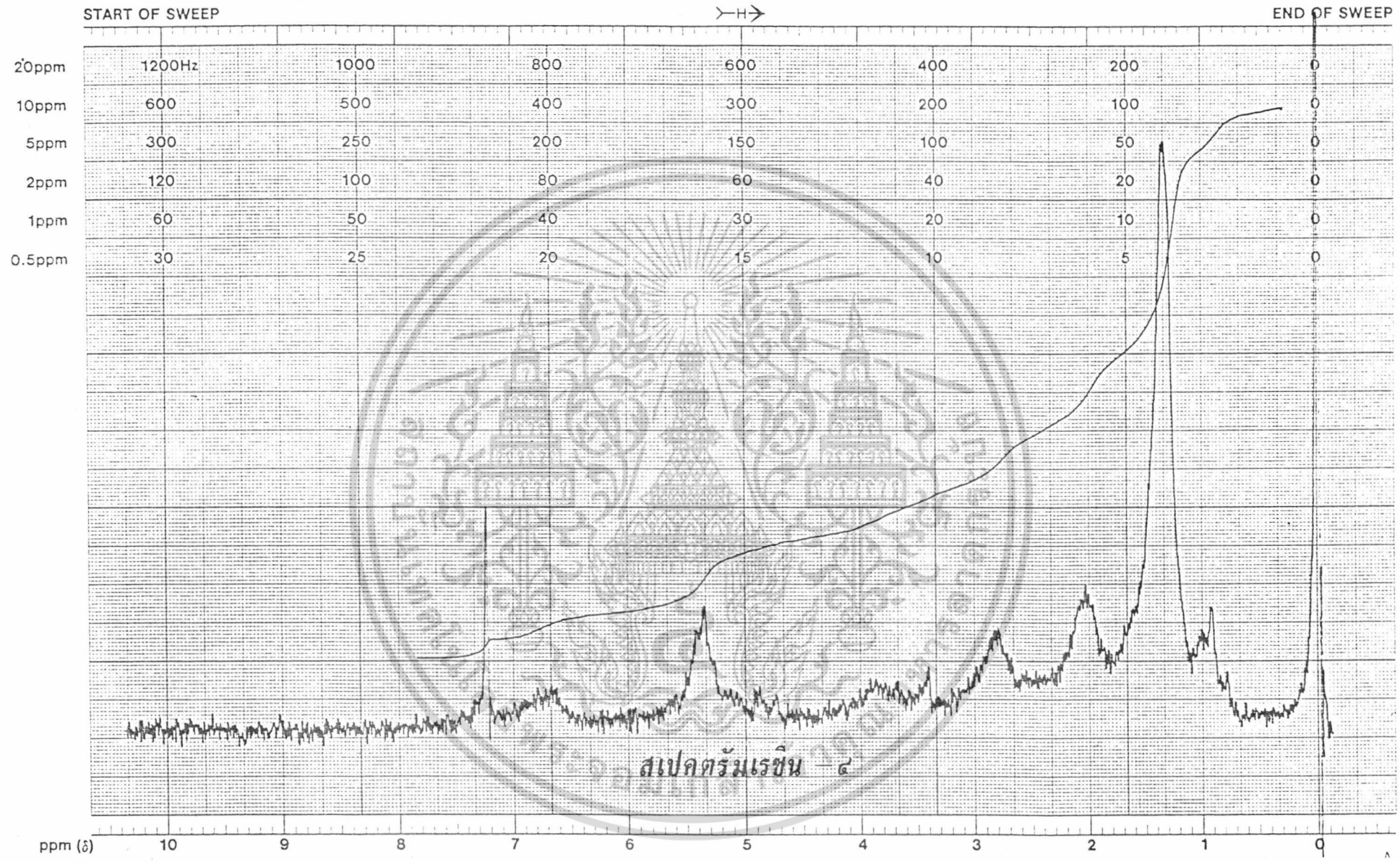
รูปที่ 12. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 1



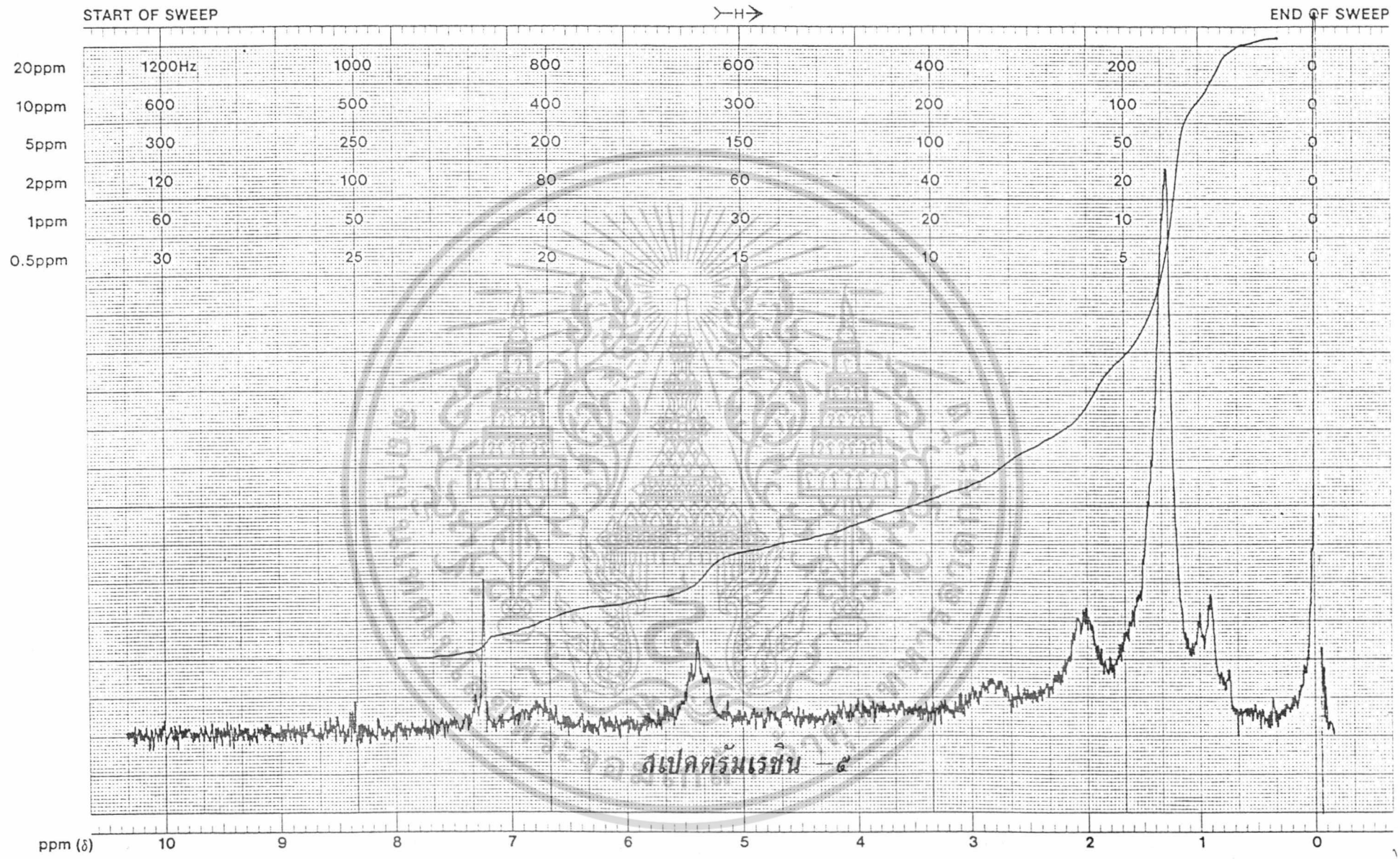
รูปที่ 13. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 2



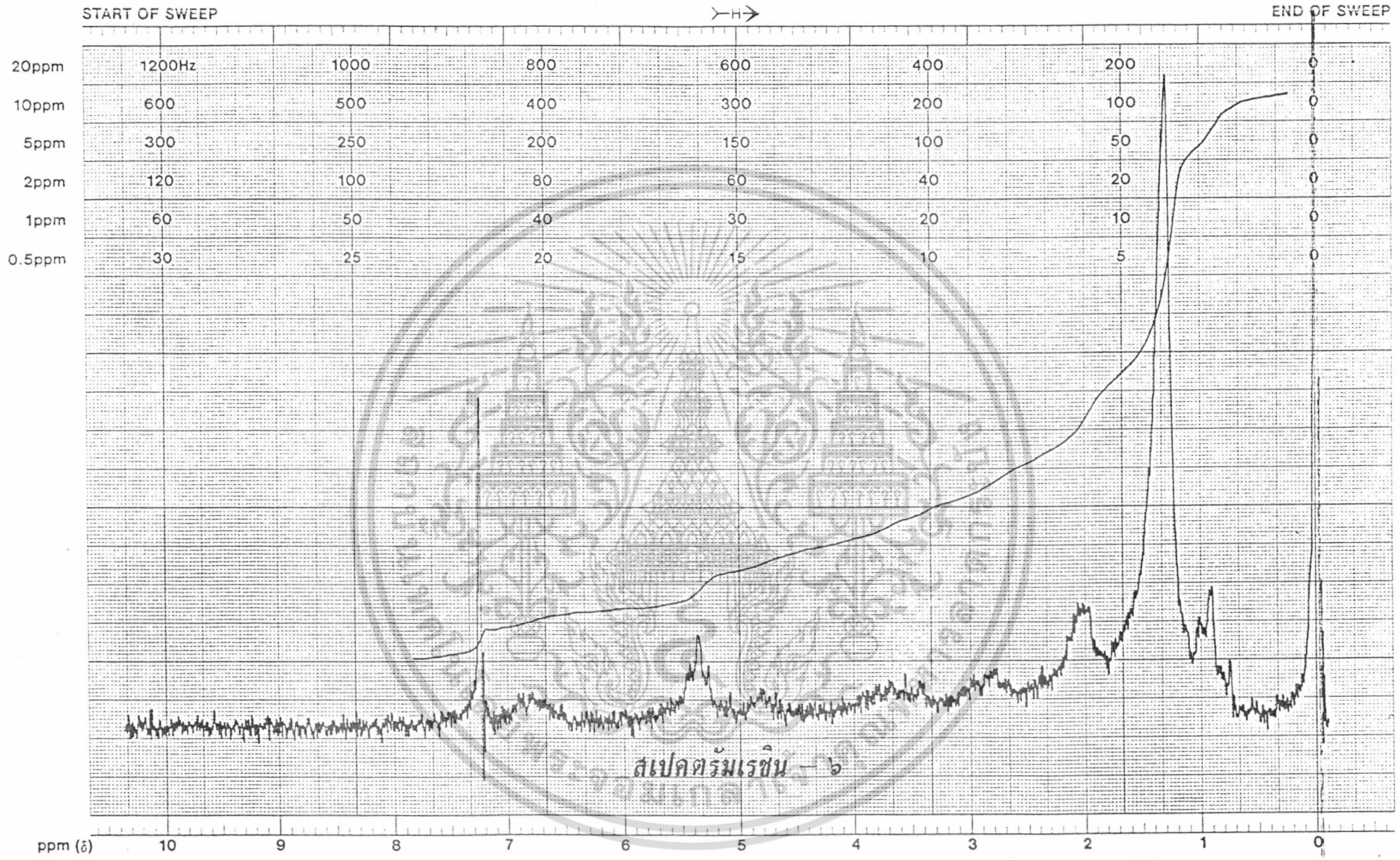
รูปที่ 14. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 3



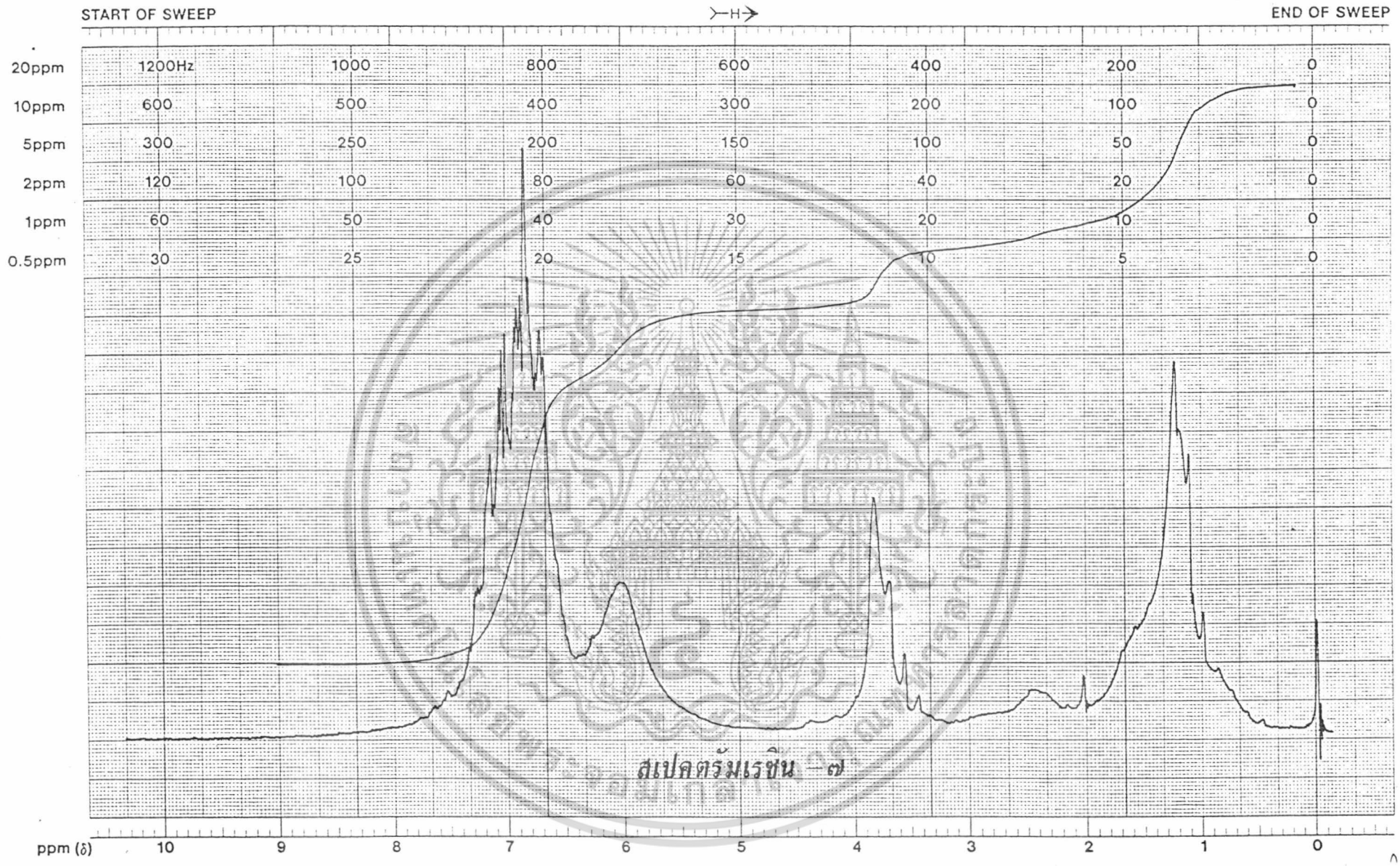
รูปที่ 15. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 4



รูปที่ 16. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 5

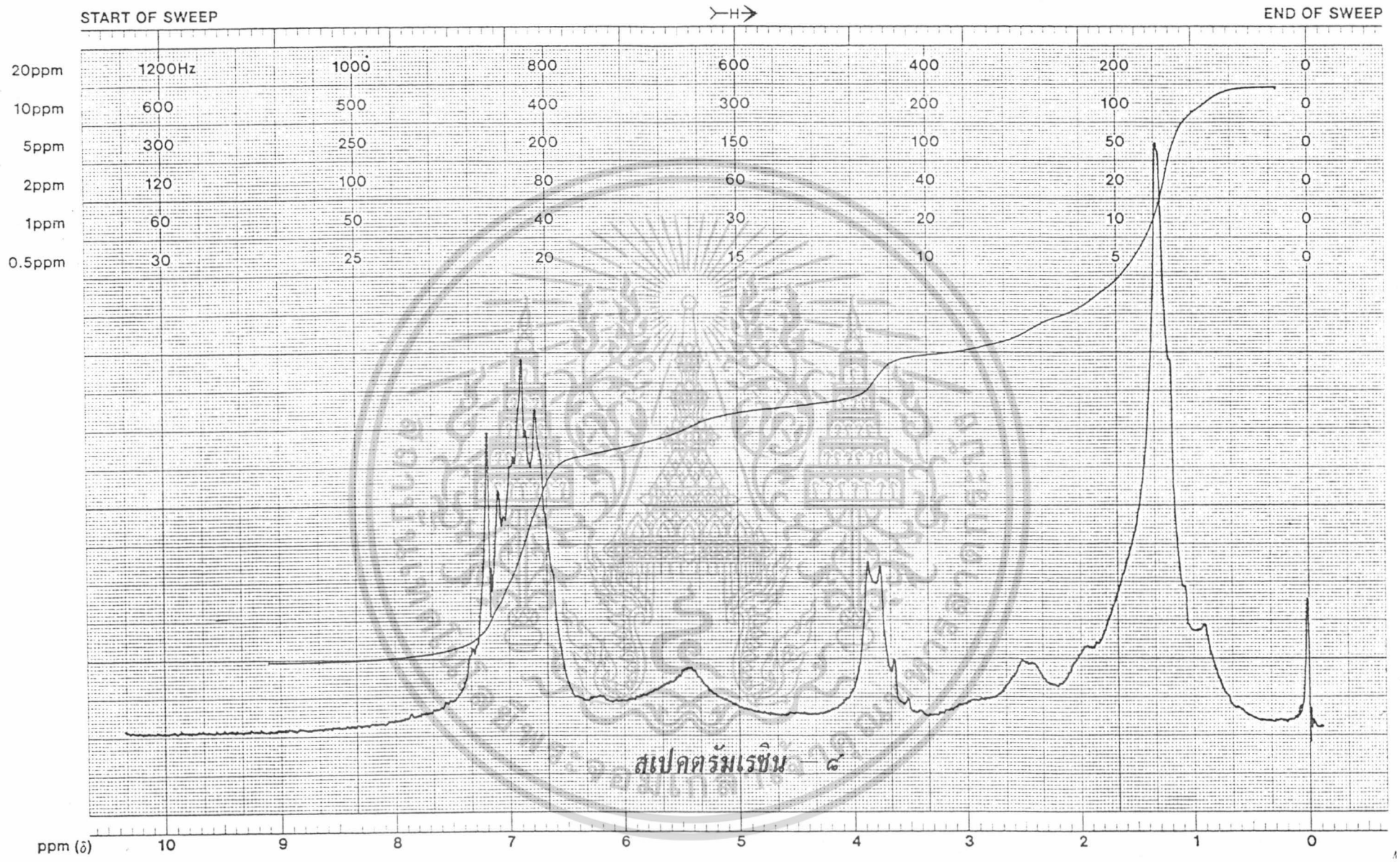


รูปที่ 17. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 6

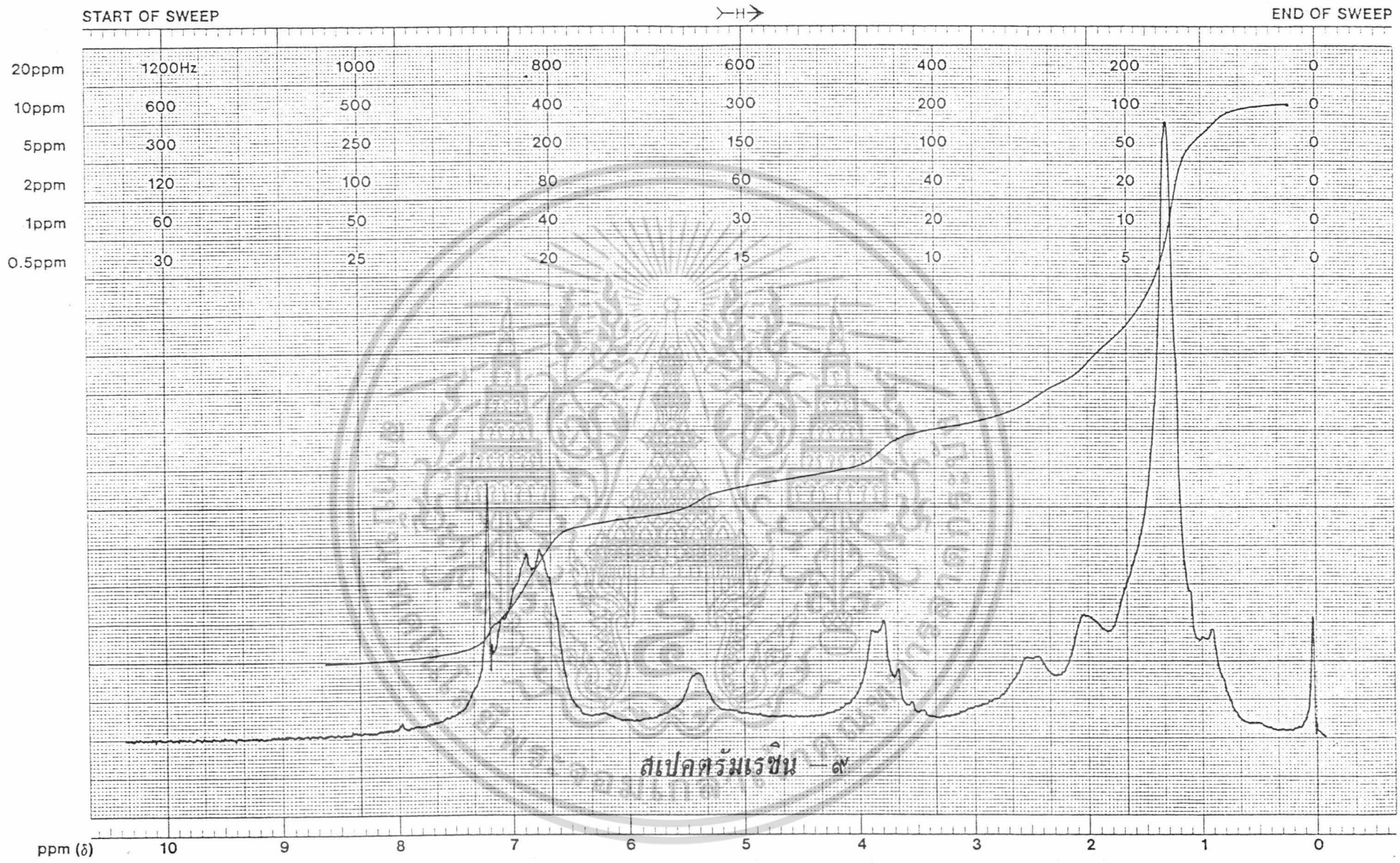


สเปคตรัมเรซิน – ๗

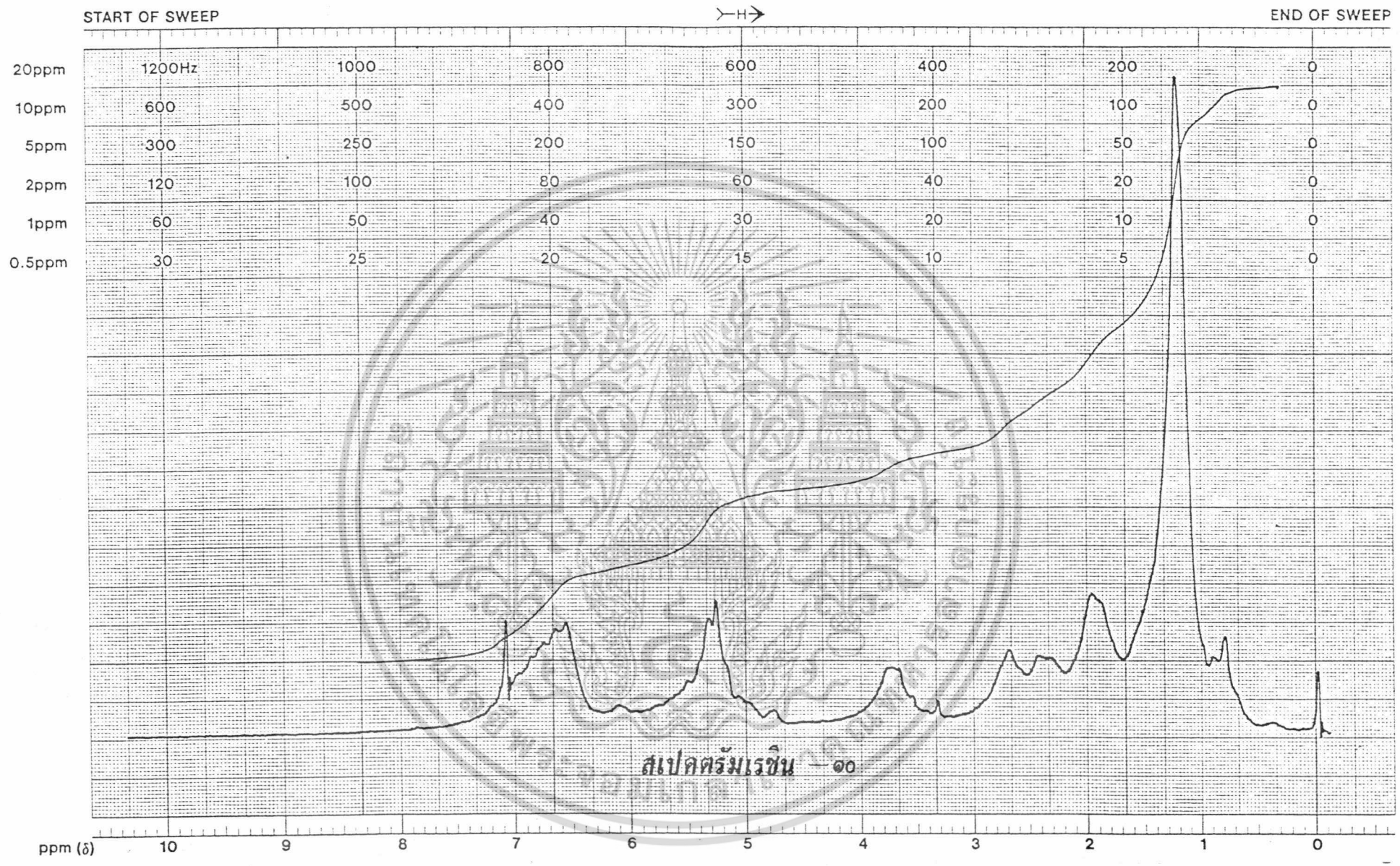
รูปที่ 18. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 7



รูปที่ 19. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 8



รูปที่ 20. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 9



รูปที่ 21. แสดง NMR สเปกตรัมของเรซินชนิดที่ 10

เอกสารอ้างอิง

1. Ajmani G.M. "The Cashew's Brighter Future" Economic Botony,15 (1),1958:57-58.

2. Danver L.S. "Emulsions of Cashew Nut Shell Liguid Resins and Polymerized Cashew Nut Shell Liquid" 1958.

3. Harvey T.M. "Modified Cashew-Shell Liquid Composition and Method of Producing" U.S. Pat. 1,725,796,1929.

4. Harvey T.M. "Rasin from Cashew Nut Shell Liquid" U.S. Pat. 1,838,077,1950.

5. Harvey T.M. "Rasin from Cashew Nut Shell oil" U.S. Pat. 1,725,791,1929.

6. Irvington Vanish and Insulator Company. Irvington, New Jersey,U.S.A.

7. Sasaki A. "Method of Preparing High Temperature Hardening Condensate" Showa : 35-2800,Mar.25,1960.

8. กรรณิการ์ สถาปิตานนท์ และคณะ,การทำวานิชจากน้ำมันดิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานในระดับปฏิบัติการ,สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,กรุงเทพฯ,2522.

9. กรมวิทยาศาสตร์บริการ,"ประโยชน์ของน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์",ข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ,(99),2525:หน้า 9-10.

10. ส่วนวิชาการ สำนักบริหารธนาคารกสิกรไทย,"มะม่วงหิมพานต์", เอกสารวิชาการธนาคารกสิกรไทย,(1),2524:หน้า 1-16.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้