สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้โดยวานิชจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

นาย นพวงศ์ เกตุทำพู

นาย วิชิต วงศ์สวัสดิ์สุข

ปพ.
ป1877ก
2535

เลขหมู่
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี

6/253/972

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WOOD ARCHITECTURE CONSERVATION BY VANISH FROM CASHEW NUT SHELL LIQUID

Mr. Noppavong Katkampu

Mr. Wichit Wongsawatsuk

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

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

1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้โดยวานิช
จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

โดย นาย นพวงศ์ เกตุกำพู
นาย วิชิต วงศ์สวัสดิ์สุข

ภาควิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

หัวหน้าภาค

(ดร. ธีรวัฒน์ มงคลอัศวรักษ์)

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

ประธานกรรมการ

(ดร. ศักดา ไตรศักดิ์)

กรรมการ

(อ.คณิตา รุ่งหิรัญรักษ์)

กรรมการ

(ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้โดยวานิช จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
นักศึกษา	นายนพวงศ์ เกตุกำพู
	นายวิชิต วงศ์สวัสดิ์สุข
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล
ภาควิชา	เคมี
พ.ศ.	2535

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ ได้ทำการปรับปรุงสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid, CNSL) โดยใช้กรดกำมะถันเข้มข้น ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง CNSLที่ผ่านการปรับปรุงสามารถทำการผลิตเป็นวานิชได้ 2 ชนิดคือ เรซินรีโซล และเรซินโนโวแลค เรซินรีโซล 1 ขั้นตอนเตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างCNSLกับฟอร์มาลีนในสภาวะเบสที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 , 5 ชั่วโมงตามลำดับ เรซินรีโซล 2 ขั้นตอนเตรียมได้โดยใช้CNSLทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีนในสภาวะกรดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 นำเรซินที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีนในสภาวะเบสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 90 และ120 องศาเซลเซียสตามลำดับ เรซินโนโวแลคเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างCNSLในสภาวะกรดกับฟอร์มาลินที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1ชั่วโมง จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิถึง 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2, 3, 4, และ5 ชั่วโมงตามลำดับ

วานิช CNSL ที่ได้ วานิชจากโรงงาน รัก และวานิชพอลิยูริเทน นำมาทำการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ที่สำคัญในการใช้เป็นสารเคลือบผิว ได้แก่ ความหนืด ปริมาณของวานิชแห้ง การแห้งที่ผิวและการแห้งแข็ง การยึดเกาะ ความทนทานต่อน้ำ ความทนทานต่อแสง และความทนทานต่อความร้อน จากการศึกษาพบว่าวานิชCNSL สามารถใช้เป็นสารเคลือบผิวในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Wood Architecture Conservation by Vanish from Cashew Nut Shell Liquid
Name	Mr. Noppavong Katkumpu
	Mr. Wichit Wongsawatsuk
Special Project Adviser	Dr. Nipon Wongvisetsirikul
Department	Chemistry
Year	1992

Abstract

The cashew nut shell liquid(CNSL) was modified by treating with concentrated sulfuric acid at 120 C for 3 hrs.. Modified CNSL was used to produce two types of vanish, resol and novolac resin. One-step resol resin was produced by reacting CNSL with formalin in basic condition at 120 C for 3 and 5 hrs.respectively. Two-step resol resin was produced by reacting CNSL with formalin in acidic condition for 2 hrs in the 1st step. For the 2nd step, product from the 1st step was adjusted to basic condition and reacted with formalin for 3 hrs.. The reaction temperatures were used at 90 C and 120 C consequently. Novolac resin was produced by reacting CNSL with formalin in acidic condition at 90 C for 1 hr. after that increasing the reaction temperature to 120 C for 2, 3, 4, and 5 hrs. consequently.

CNSL vanish vanish from factory lacquer and polyurethane were tested as surface coating material on their properties. From the study , CNSL vanish could be used as serface coating material in wood architecture conservation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล เป็นอย่างสูงที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการดำเนินโครงงานพิเศษนี้มาตลอด รวมทั้งตรวจทานและแก้ไขรายงานโครงงานพิเศษนี้ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ ดร. ศิริชัย หวังเจริญตระกูล ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือให้รายงานโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆทุกคนและผู้ที่มีส่วนช่วยให้โครงงานพิเศษนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นาย นพวงศ์ เกตุกำพู

นาย วิชิต วงศ์สวัสดิ์สุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้เกี่ยวกับมะม่วงหิมพานต์	3
2.1.1 เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	3
2.1.2 คุณสมบัติทางเคมีและส่วนประกอบของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำ CNSL มาผลิตเป็นสารเคลือบผิววัสดุ	7
2.3 ความรู้เกี่ยวกับรัก	9
2.3.1 จำแนกประเภทของต้นรัก	14
2.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของรัก	16
2.4 ความคงทนของรักในการรักษาเนื้อไม้	18
2.4.1 อายุการใช้งานของรักเมื่อแข็งตัวแล้ว	19
2.4.2 อายุการใช้งานของรักที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ที่เก็บไว้ภายในอาคาร	20
2.4.3 อายุการใช้งานของรักที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ที่อยู่นอกอาคาร	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 ความรู้พื้นฐานของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันของ CNSL กับฟอร์มาลดีไฮด์	24
2.5.1 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องในกระบวนการพอลิเมอไรเซชันของ CNSL	24
2.6 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสารเคลือบผิว	29
2.6.1 ลักษณะของสารเคลือบผิว	29
2.6.2 คุณสมบัติของฟิล์มของสารเคลือบผิว	31
บทที่ 3 การทดลองและดำเนินการ	
3.1 สารเคมีที่ใช้	33
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	33
3.3 วิธีการทดลอง	34
3.3.1 การปรับปรุงน้ำมัน CNSL	34
3.2.2 การเตรียมเรซินรีโซล	34
3.3.3 การเตรียมเรซินรีโซลโดยการเตรียมผ่านเรซินโนโวแลค	35
3.3.4 การเตรียมเรซินโนโวแลค	36
3.3.5 การเตรียมวานิชจากเรซินเพื่อทำให้เหมาะสมในการเคลือบผิวไม้	37
3.4 วิธีการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของวานิช CNSL ที่ใช้เป็นสารเคลือบผิวไม้	38
3.4.1 การวัดความหนืด	38
3.4.2 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการแห้ง	38
3.4.3 การหาปริมาณเนื้อสาร	38
3.4.4 การทดสอบสมบัติในการยึดเกาะโดยใช้แผ่นเทป	39
3.4.5 การทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	41
3.4.6 การทดสอบสมบัติความทนทานต่อความร้อน	41
3.4.7 การทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การปรับปรุง CNSL 42

4.2 สมบัติของเรซินที่สังเคราะห์ได้ 43

4.3 สมบัติของเรซินที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสารเคลือบผิว 45

4.4 เวลาที่ใช้ในการแห้งของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ บนแผ่นไม้ทดสอบ 46

4.5 สมบัติในการยึดเกาะของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบ 47

4.6 สมบัติในการเปลี่ยนสี และความมันเงาของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบ 50

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 54

5.2 ข้อเสนอแนะ 56

ภาคผนวก 57

เอกสารอ้างอิง 60

บรรณานุกรม 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	6
2.2	แสดงมาตราฐานของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	6
2.3	ต้นรักและองค์ประกอบทางเคมีของรัก	17
2.4	แสดงปริมาณค่าไอโอดีนที่มีผลต่อการแห้งของสารเคลือบผิววัสดุ	24
4.1.1	แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงและที่ผ่านการปรับปรุง	42
4.2.1	แสดงสมบัติของเรซินรีโซลที่สังเคราะห์ได้	43
4.2.2	แสดงสมบัติของเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้	44
4.3.1	แสดงผลการปรับความหนืดและหาปริมาณเนื้อสารของเรซินที่แยกน้ำแล้วก่อนทาแผ่นไม้ทดสอบ	45
4.5.1	แสดงผลการทดสอบสมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มที่เคลือบผิวไม้ของสารเคลือบผิวต่าง ๆ โดยวิธีใช้แผ่นเทป	47
4.6.1	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงสี และความมันเงาของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	3
2.2	แสดงสูตรโครงสร้างของส่วนประกอบของน้ำมันที่อยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	5
2.3	พระพุทธรูปนาคปรก เนื้อโลหะสำริดลงรักปิดทอง	9
2.4	ตู้พระธรรมลายประดับมุก	10
2.5	พระที่นั่งพุทไธสวรรย์ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ	11
2.6	ภายในพระที่นั่งพุทไธสวรรย์	11
2.7	ต้นรักเวียตนาม	15
2.8	ชิ้นส่วนของเนื้อรักที่ใช้เคลือบภาชนะ	19
2.9	ตู้พระธรรมไม้ลายรดน้ำ	20
2.10	พระพุทธรูปทรงเครื่องประทับยืน	21
2.11	หน้าบันบนหลังคาพระที่นั่งหมู่พระวิมานด้านทิศใต้	23
2.12	ภาพขยายส่วนของหน้าบันในรูปที่ 2.11	23
3.1	การจัดลำดับสมบัติการยึดเกาะกับวัสดุ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ

หน่วยงานรัฐได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมะม่วงหิมพานต์เป็นจำนวนมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อทดแทนการปลูกมันสำปะหลัง ผลิตผลพลอยได้จากการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ คือเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งมีน้ำมันอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำมันที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น การผลิตสารเคลือบผิวผ้าเบรค คลัช หมึกพิมพ์ และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า เป็นต้น ปัจจุบันมีโรงงานของเอกชนร่วมลงทุนกับชาวเกาหลีใต้รับซื้อเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อทำการผลิตน้ำมัน โรงงานแห่งนี้ตั้งอยู่ที่ตำบลบางปลากด อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ มีนโยบายการผลิตเพื่อส่งออกไปยังประเทศเกาหลีใต้ เนื่องจากแถบนี้ยังไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยที่ใช้น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในกระบวนการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะสารเคลือบผิว ประเทศไทยต้องสั่งซื้อสารเคมีจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสารเคลือบผิว ดังนั้นถ้าหากสามารถนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาใช้เป็นวัตถุดิบ ในกระบวนการผลิตสารเคลือบผิว ได้แก่ วานิชที่มีคุณสมบัติในการรักษาเนื้อไม้ได้ดีเทียบเท่ารักหรือสารเคลือบผิวพอลิยูรีเทน จะเป็นการช่วยลดการสูญเสียเงินตราแก่ต่างประเทศ ทั้งยังช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในการขายเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่สกัดได้จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งเป็นวัสดุ เหลือทิ้งทางการเกษตร มาทำการผลิตวานิช
2. เพื่อหาส่วนผสมและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตวานิชทั้ง 2 ชนิด คือเรซินริโซล และเรซินโนโวแลค โดยใช้น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีน
3. เพื่อเปรียบเทียบวานิชที่ผลิตขึ้นเอง กับวานิชจากโรงงาน กับรัก กับพอลิยูริเทน เพื่อใช้ประโยชน์เป็นสารเคลือบผิวทดแทนสารเคลือบผิวทางธรรมชาติซึ่งนับวันจะหายาก และสารเคลือบผิวสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพง
4. เพื่อทำการผลิตสารเคลือบผิวชนิดวานิช เพื่อใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้ต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนการปรับปรุงน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ใช้ปริมาณวัตถุดิบและสารเคมีรวมกันไม่เกิน 1100 กรัมต่อการทดลอง
2. ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนการผลิตวานิชจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ใช้ปริมาณวัตถุดิบและสารเคมีรวมกันไม่เกิน 250 กรัมต่อการทดลอง
3. วัตถุดิบและสารเคมี ได้แก่ น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ , ฟอร์มาลีน , ทอลูอีน , โซเดียมไฮดรอกไซด์ , เฮกซะเมทิลีนไดไอโซไซยาเนต
4. เปรียบเทียบวานิชที่ผลิตขึ้นเอง กับวานิชจากโรงงาน กับรัก กับพอลิยูริเทน โดยทดสอบสมบัติบางประการ ได้แก่ สมบัติของความหนืด , สมบัติของอัตราเร็วของการแห้งที่ผิวและแห้งแข็ง , ปริมาณเนื้อสาร , สมบัติในการยึดเกาะของวานิชโดยใช้แผ่นเทป , สมบัติความทนทานต่อน้ำ , สมบัติความทนทานต่อความร้อน , สมบัติความทนทานต่อแสง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

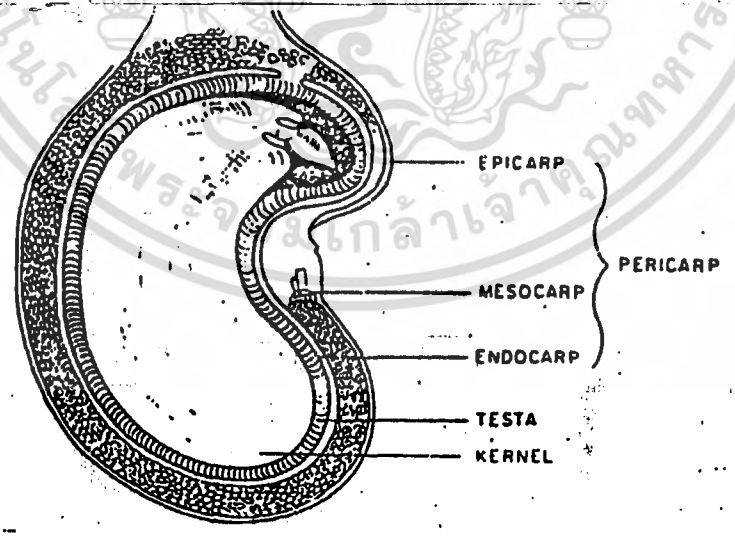
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมะม่วงหิมพานต์

2.1.1 เมล็ดมะม่วงหิมพานต์

มะม่วงหิมพานต์ (Cashew) เป็นผลไม้ยืนต้น มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Anacardiumoccidental Linn.[1] เป็นพืชไม่ผลัดใบ (Evergreen tree) มีความสูงประมาณ 20-40 ฟุต แผ่กิ่งก้านออกไปเป็นพุ่มกว้างโดยรอบประมาณ 12-35 ฟุต ซึ่งจัดเป็นต้นไม้ขนาดกลาง ลำต้นวัดโดยรอบประมาณ 1-3 ฟุต เป็นไม้ชนิดเนื้ออ่อนสีเทาเปลือกหุ้ม มียางเหนียวสีเหลือง ส่วนเปลือกมีสีน้ำตาลปนเทา มีน้ำฝาด (Tanin) ผล (Cashew apple) เป็นส่วนของก้านดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วเจริญเติบโตขึ้น ส่วนผลจริง ๆ คือ ส่วนที่เป็นเมล็ดรูปร่างเหมือนไต ซึ่งอยู่ตรงปลายสุดของก้านดอก[2] เมล็ด(Cashew nut) ประกอบด้วยส่วนเปลือกประมาณ 72-74 เปอร์เซนต์ และเมล็ดในอีกประมาณ 25 เปอร์เซนต์ อัตราส่วนนี้แตกต่างกันตามแหล่งที่เพาะปลูก[2]



รูปที่ 2.1 เมล็ดมะม่วงหิมพานต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกจะมีผิวด้านนอก (Epicarp) และผิวด้านใน (Endocarp) เปลือกทั้งสองชั้นนี้จะมีน้ำมันเป็นจำนวนมาก เปลือกจะมีลักษณะคล้ายรวงผึ้งเรียกว่า Mesocarp น้ำมันที่มีอยู่ในเปลือกเป็นอันตรายต่อผิวหนัง และเมื่อได้รับความร้อนสูงจะระเหยได้มีกลิ่นฉุนเกิดความระคายเคืองต่อเยื่อจมูกและนัยน์ตา น้ำมันที่สกัดได้เรียกว่า น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid , CNSL)[2]

เปลือกชั้นใน (Testa) จะห่อหุ้มเมล็ดในอีกชั้นหนึ่ง

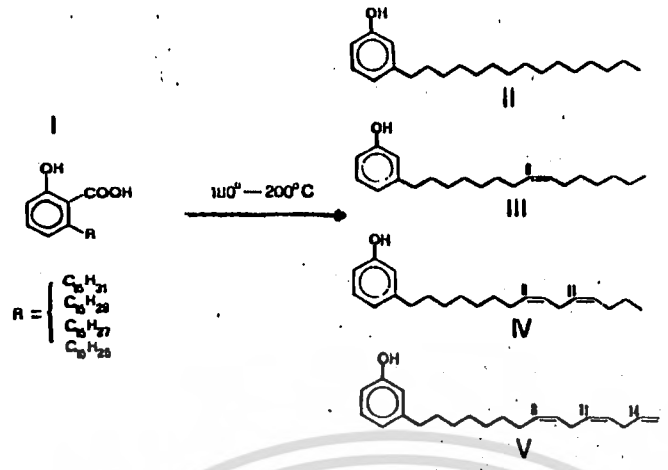
เนื้อใน (Kernel) มีลักษณะรูปร่างเหมือนไต มี 2 ซีก สีขาวนวล มีคุณค่าทางอาหารประกอบด้วยโปรตีน 20 เปอร์เซนต์ และไขมัน 47 เปอร์เซนต์ นอกจากนั้นยังมีเกลือแร่ และไวตามินที่ละลายได้ในไขมัน ได้แก่ ไวตามินเอ และบี เมล็ดในมีกรดไลโนลิอิคอยู่มากพอที่จะช่วยป้องกันโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด และโรคหัวใจอีกด้วย[3]

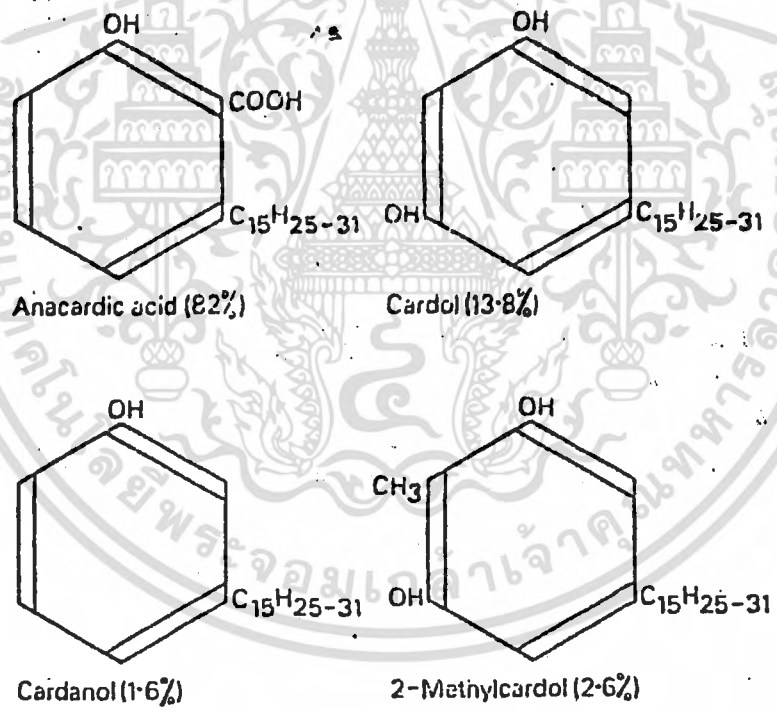
CNSL ได้จากการสกัดน้ำมันในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายแทบทุกชนิด มีประโยชน์มากมาย เช่น ในทางการแพทย์ใช้กับผู้ป่วยที่เป็นโรคเหน็บชา โรคเรื้อน โรคเท้าช้าง ส่วนในทางอุตสาหกรรม ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเรซินสำหรับเคลือบผ้าเบรค สารเคลือบผิว และกาว[4] เป็นต้น

2.1.2 <u>คุณสมบัติทางเคมีและส่วนประกอบของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์</u>[4]

น้ำมันที่อยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ประกอบด้วยกรดอนาคาดิค (Anacardicacid) เป็นส่วนใหญ่ ,คาร์ดอล (Cardol) ,คาร์ดานอล (Cardanol) และ 2-เมทิลคาร์ดอล(2-Methylcardol) เป็นส่วนน้อย เมื่อทำการผลิตเป็นน้ำมันเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทางอุตสาหกรรม จะให้ความร้อนแก่เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กรดอนาคาดิดจะเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซีเลชันเปลี่ยนไปเป็นคาร์ดานอล(Cardanol) สามารถเขียนปฏิกิริยาได้ดังสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.2 แสดงสูตรโครงสร้างของส่วนประกอบของน้ำมัน
ที่อยู่ในเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

คุณสมบัติ	ค่า
ดัชนีหักเห , 25 °C	1.52
ความถ่วงจำเพาะ , 25 °C	1.01
ค่าไอโอดีน , กรัม /100 กรัมของน้ำมัน	200.66
ค่าความเป็นกรด , มิลลิกรัม KOH/กรัมของน้ำมัน	105.94
ความหนืด , 25 °C ,centipoises (cps)	551.90
ปริมาณสารที่ไม่ระเหย,105 °C,เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก	90.04

ตารางที่ 2.2 แสดงมาตราฐานของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์[5]

คุณสมบัติ	มาตรฐาน BP	มาตรฐาน Irvington
1. สิ่งสกปรก,ร้อยละ	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0
2. ความถ่วงจำเพาะ, 25 °C	0.955-0.975	0.943-0.968
3. ความหนืด ,25 °C,centipoises	ไม่เกิน 600	ไม่เกิน 600
4. ค่าไอโอดีน,กรัม/100กรัมของน้ำมัน	ไม่น้อยกว่า 200	-
5. ความชื้น,ร้อยละ	ไม่เกิน 1.0	-
6. เถ้า,ร้อยละ	ไม่เกิน 1.0	-
7. สารที่ระเหยได้	-	ไม่เกิน 2.0
8. เวลาที่ใช้ในการแข็งตัว (นาที)	7.5-16	-
9. เวลาในการเกิดเจล (นาที)	-	ไม่เกิน 7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำ CNSL มาผลิตเป็นสารเคลือบผิววัสดุ

CNSL สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นสารเคลือบผิววัสดุได้ดี เพราะมีคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญข้อหนึ่ง คือ มีค่าไอโอดีน(Iodine value)สูงถึง 200.66 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำมัน[๕] ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิต CNSL จะทำการผลิตตามลักษณะการนำไปใช้งาน โดยจะใช้คาร์ดานอลเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์วานิชที่มีสีอ่อน ส่วนคาร์ดอลจะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์วานิชที่สีเข้มกว่า สารทั้งสองชนิดสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวได้ดี

วาร์นิช(Air-drying vanish) จากสิทธิบัตร ประเทศสหรัฐอเมริกาเลขที่ 1,838,077[๗] เมื่อให้ความร้อนแก่ CNSL ที่อุณหภูมิ 232.2 องศาเซลเซียส เติมแมงกานีสโรซีเนท (Manganese rosinat) ประมาณ 2.5-5.0 เปอร์เซนต์ ละลายให้เข้ากัน เมื่ออุณหภูมิลดลงเป็น 148.9 องศาเซลเซียส ให้เติมวาโนลีน (Varnoline) หรือก๊าซโซลีน (Gasoline) ในปริมาตรที่เท่ากัน จนอุณหภูมิลดลงอีกถึง 60 องศาเซลเซียส ให้เติมฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ลงไป 40 เปอร์เซนต์ เพิ่มอุณหภูมิเป็น 87.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ต่อจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 112.8-115.6 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำและฟอร์มาลดีไฮด์ที่เหลือออกให้หมด สารที่เตรียมได้นี้สามารถนำไปเคลือบผิววัสดุ เมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะแห้งแข็งในเวลา 5-8 ชั่วโมง[๓]

จากสิทธิบัตรประเทศญี่ปุ่นเลขที่ OShowa 35-2800[๙] กล่าวถึงวิธีการนำ CNSL มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้คือ

ก.นำ CNSL 500 กรัม ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เติมเอทิลีนไดอะมีน 3 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นเบสแล้วเติมฟอร์มาลีน 130 กรัม ผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายที่ค่อนข้างหนืด สารที่ได้จะแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องภายในเวลา 2 ชั่วโมง สามารถใช้เป็นสารเคลือบพื้นหรือผนังคอนกรีตได้ดี

ข. นำ CNSL 500 กรัม ทำการพอลิเมอไรเซชันตามวิธี ก. โดยเติมไดเอทิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไตรอะมีน 2 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก และฟอร์มาลีน 37.5 กรัม ผสมให้เข้ากัน จะได้ผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวซึ่งสามารถแข็งตัวภายในเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ส่วนมากจะใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า สารเคลือบพื้นและผนังโลหะต่าง ๆ มีคุณสมบัติช่วยป้องกันการกัดกร่อน จึงนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตสีทา

ในประเทศอินเดีย[10]ได้ทำการสกัด CNSL โดยใช้แอลกอฮอล์และเบนซีน นำ CNSL ที่ได้มาผลิตเรซินโดยทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ 13-14 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 97 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1/2 ชั่วโมงโดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา เรซินที่ได้นำไปให้ความร้อนต่อที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเพื่อกำจัดน้ำ จะได้สารค่อนข้างเหนียว จะใช้น้ำมันระหุ่งหรือน้ำมันมะเยา(Tung oil)เป็นตัวทำละลาย ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เรซินที่ได้มีค่า pH เท่ากับ 11.3 ค่าไอโอดีน (Iodine value) 148 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำมัน การผลิตวาร์นิช(Air-drying vanish)จะมีส่วนผสมประกอบเรซิน 50 กรัม น้ำมันสน 50 กรัม สารประกอบของตะกั่ว 0.37 กรัม และสารประกอบของแมงกานีส 0.01 กรัม เมื่อทำการเคลือบผิวจะได้ฟิล์มที่ยืดหยุ่นดี มีความทนทานต่อเนสอ่อน ๆ

ในปี พ.ศ. 1415 L.S. Danver[11] ได้ศึกษากระบวนการอิมัลซิฟิเคชัน (Emulsification) ของ CNSL โดยนำ CNSL ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลีน และใช้เฮกซามีนเป็นตัวทำละลาย และเติมสารที่ช่วยทำให้เกิดฟิลม์ได้ดี ได้แก่ แมงกานีสโรซิเนต และโคบอลท์แนฟทีเนตในอัตราส่วน 1:1 จะได้สารเคลือบผิวที่ทนต่อความชื้นได้ดี

ในปี พ.ศ. 2522 กรรณิการ์ สถาปิตานนท์ และคณะ[12] ได้เตรียมวาร์นิชจาก CNSL ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้ CNSL ทำปฏิกิริยากับพาราฟอร์มาลดีไฮด์และใช้ไดเอทีลีนไตรอะมีน เป็นสารเร่งปฏิกิริยา จากการศึกษาพบว่า

ก. เมื่อเติมพาราฟอร์มาลดีไฮด์ และไดเอทีลีนไตรอะมีนในขณะที่ยังไม่ทำให้ CNSL ร้อน จะทำให้ส่วนผสมพุ่งออกจากเครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยา อัตราส่วนของ CNSL : พารา-ฟอร์มาลดีไฮด์ :ไดเอทีลีนไตรอะมีน เท่ากับ 100 : 8 : 2 และเติมไซลีน(Xylene) เพื่อปรับความหนืดของวานิชที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.ระยะเวลาที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเดือด ต้องใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง และมีตะกอนเกิดขึ้นจากพาราฟอร์มาลดีไฮด์เนื่องจากการกวนไม่ทั่วถึง

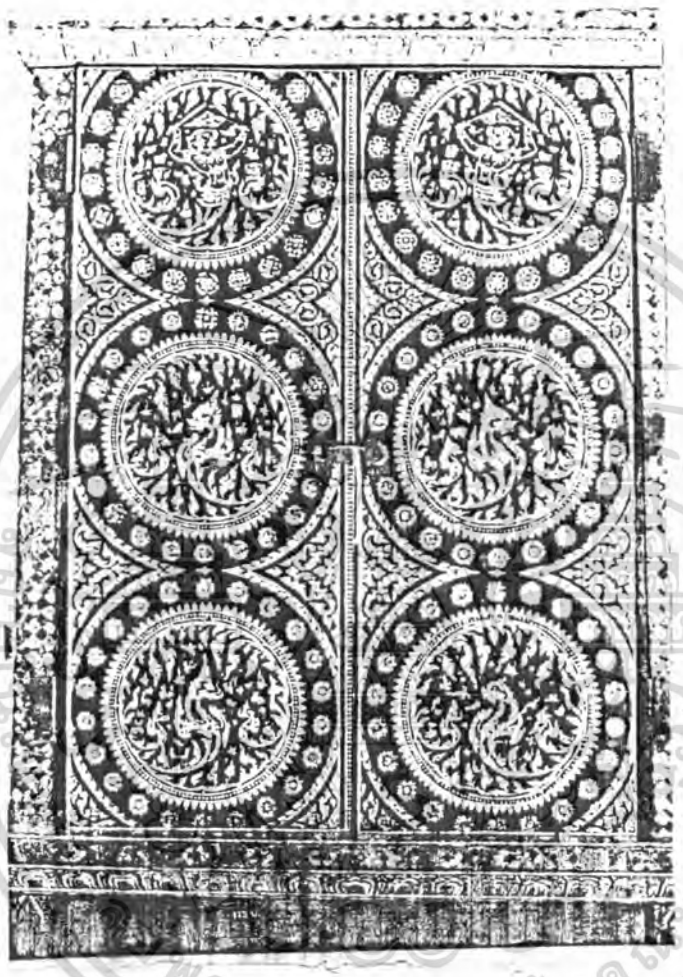
ค.ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสจะเกิดปฏิกิริยาได้ดี ในการทดลองนี้พบว่าวิธีที่ดีที่สุด คือ การเตรียมวาร์นิชโดยการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ส่วนผสมหลังจากปั่นกวนแล้วเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.3 ความรู้เกี่ยวกับรัก

รักเป็นยางไม้ชนิดหนึ่ง ซึ่งชนชาติที่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชียรู้จักและนำมาใช้ในการเคลือบ และตกแต่งผิวของวัตถุตั้งแต่สมัยโบราณกาล โดยใช้รักในการเคลือบผิววัตถุประเภทต่าง ๆ เช่น ไม้ เครื่องจักสาน หนัง ผ้า โลหะ เครื่องปั้นดินเผา และหินเป็นต้น เมื่อรักแข็งตัวแล้วจะมีคุณสมบัติสามารถป้องกันน้ำซึม ไม่ละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ และมีความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดและเบสได้ดี[13] เทคนิคในการทำเครื่องรักได้พัฒนาสืบทอดกันมาอย่างต่อเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างศิลปโบราณวัตถุซึ่งมีการลงรักในสมัยต่าง ๆ ที่เก็บรักษาอยู่ภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (รูปที่ 2.3-2.4)

รูปที่ 2.3 พระพุทธรูปนาคปรก เนื้อโลหะสำริดลงรักปิดทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

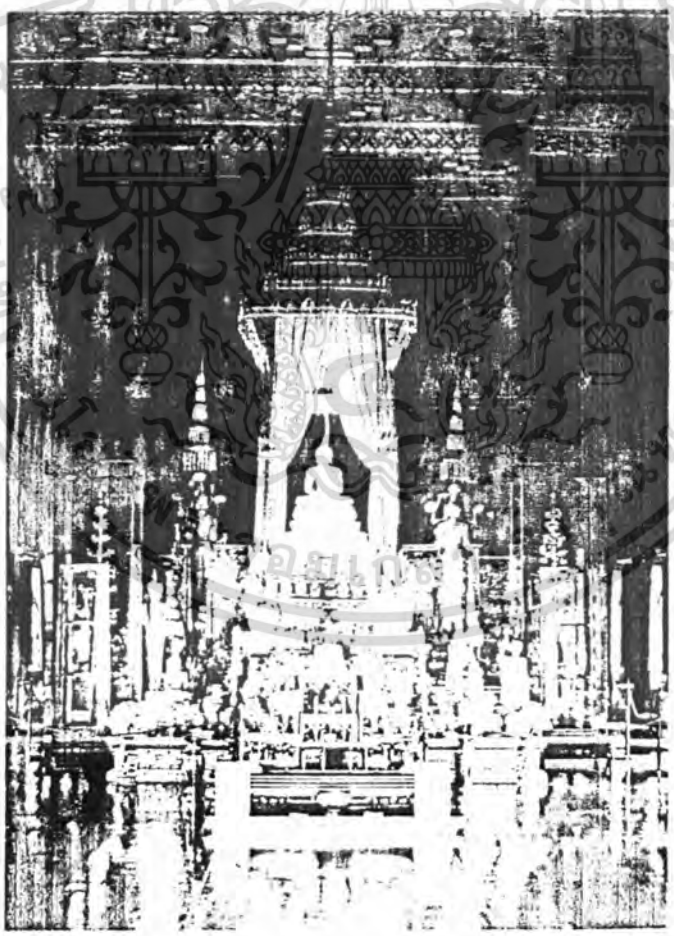


รูปที่ 2.4 ตู้พระธรรมลายประดับมุก

นอกจากคนในสมัยโบราณจะใช้รักในการเคลือบและตกแต่งเครื่องใช้ต่าง ๆในทางศาสนาและเครื่องใช้ประจำบ้าน ก็ยังเป็นที่นิยมนำรักมาใช้ในทางด้านสถาปัตยกรรม ดังจะเห็นได้จากโบราณสถานที่สำคัญหลายแห่ง ที่มีการนำรักมาใช้ในการตกแต่งลวดลายต่างๆ (รูปที่ 2.5-2.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 พระที่นั่งพุทไธสวรรย์ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ



รูปที่ 2.6 ภายในพระที่นั่งพุทไธสวรรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำเครื่องรักในสมัยเริ่มแรก สันนิษฐานว่าคงจะมีขั้นตอนการทำง่ายๆ โดยใช้รักทาบนผิววัตถุโดยตรง โดยมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันผิวของวัตถุให้มีความทนทาน ต่อมาได้มีเทคนิคต่าง ๆในการทำเครื่องรัก การพัฒนาทำเครื่องรักโดยคำนึงถึงความสวยงาม มีการคิดค้นวิธีการทารักให้เกิดความมันและเงางาม มีการใช้สีชนิดต่าง ๆ มาผสมกับรักให้เกิดรักสีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเขียนลวดลายต่าง ๆ และเขียนภาพเล่าเรื่องราวต่าง ๆ บนผนังและเฟอร์นิเจอร์ไม้ชนิดต่าง ๆ มีการใช้เส้นใยในการเสริมความแข็งแรงของวัตถุ และเริ่มมีการเตรียมพื้นวัตถุและมีการลงรักหลาย ๆ ชั้น และมีการนำเอาโลหะมีค่าต่าง ๆ ได้แก่ ทองและเงินมาประดับเป็นลวดลายบนผิวรัก[14] นอกจากนี้ยังมีการนำเอาวัสดุชนิดอื่น ๆ ได้แก่ เปลือกหอย กระจก และดินเผาเคลือบ มาประดับบนผิวเครื่องรัก

เทคนิคในการทำเครื่องรักในแต่ละประเทศมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละชนชาติต่างมีเทคนิคอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของตัวเอง แม้แต่เครื่องรักที่พบในประเทศที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคเดียวกัน เช่น ประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ไทย พม่า เวียดนาม ต่างก็มีลักษณะเฉพาะซึ่งแตกต่างกันออกไปอย่างเห็นได้ชัดเจน มีผู้ตั้งสมมุติฐานว่าน่าจะเป็นไปได้ที่ชนชาติที่อาศัยอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รู้จักการนำรักมาเคลือบภาชนะ เพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำ และใช้สำหรับตักและเก็บน้ำมาตั้งแต่ครั้งสมัยก่อนประวัติศาสตร์ แต่ก็ยังไม่ปรากฏหลักฐานทางโบราณคดีที่ได้จากการขุดค้นทางโบราณคดีที่จะใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อเสนอนี้

การนำรักมาใช้ในทางสถาปัตยกรรมของไทยก็มีมากขึ้นโดยมีการลงรักปิดทอง เขียนลวดลายรดน้ำ เขียนรักสีต่าง ๆ ตลอดจนการลงรักประดับมุกตามบานประตู หน้าต่างของโบสถ์ วิหาร พระที่นั่ง ปราสาท และราชวัง เช่น บานประตูประดับมุกพระอุโบสถวัดพระ-ศรีรัตนาศาสดาราม โดยฝีมือช่างสมัยพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก นอกจากนี้ยังมีลายประดับมุกบานประตูพระมณฑปในพระบรมมหาราชวัง และเป็นที่นิยมในการประดับมุกบนเครื่องใช้ประเภทต่าง ๆ เช่น ตู้พระธรรม หีบพระธรรม โต๊ะ ตะลุ่ม และพาน เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าในงานศิลปของไทยมักจะมีงานรักแทรกอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

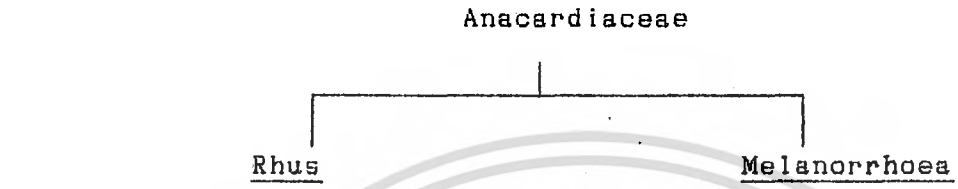
งานลงรักปิดทอง เพราะรักจะช่วยจับยึดเนื้อของแผ่นทองที่บางให้คงทนอยู่ได้โดยไม่หลุดลอกออกและมีความมันและเงางาม

การทำเครื่องรักของไทยได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากอดีตจนถึงปัจจุบันนี้ยังมีการทำเครื่องรักกันอยู่ เช่น การทำเครื่องเขินที่เชียงใหม่และการทำเครื่องเรือนประดับมุกที่อยุธยา แต่เป็นที่น่าวิตกอย่างยิ่งถึงงานทางด้านประณีตศิลป์ของไทยในสาขานี้ ซึ่งนับวันจะหมดไป เพราะมีการนำเอาสารสังเคราะห์มาใช้แทนรักธรรมชาติด้วยเหตุผลหลายประการ กล่าวคือ รักธรรมชาติบริสุทธิ์หาได้ยาก มักพบว่ามีการปลอมปนโดยนำน้ำมันและสารเคมีอื่นมาผสมเข้าไปในรักเพื่อให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เพื่อประโยชน์ในทางการค้า แต่ผลของการปลอมปนนี้ทำให้รักมีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสำหรับใช้งานในการทำเครื่องรัก อีกสาเหตุที่สำคัญคือรักทำให้เกิดผื่นคัน สำหรับคนที่แพ้รัก และอาการแพ้นี้บางครั้งก็มีอาการรุนแรงมาก นอกจากนี้การที่ช่างเคยใช้รักแล้วหันมานิยมใช้สารสังเคราะห์แทนรักธรรมชาติ ก็เนื่องจากรักธรรมชาติมีคุณสมบัติแห้งช้า ทำให้ขั้นตอนในการเตรียมชั้นรักเคลือบผิวแต่ละชั้น ใช้เวลานานมากแต่ละชิ้นงานต้องใช้เวลานานเป็นเดือน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 จำแนกประเภทของต้นรัก

ต้นไม้ที่ให้รักมีด้วยกันหลายชนิด ซึ่งเป็นต้นไม้ที่อยู่ในวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) ต้นไม้ในวงศ์นี้มีอยู่ 2 สกุล คือ Rhus และ Melanorrhoea ดังแสดงในแผนผังที่ 2.1



Rhus vernicifera (รักจีนหรือรักญี่ปุ่น)
Rhus succedanea (รักเวียดนาม)
Rhus ambigua
Rhus trichocarpa

Melanorrhoea usitata (รักใหญ่)
Melanorrhoea laccifera

แผนผังที่ 2.1 การจำแนกประเภทของต้นรัก

ต้นไม้ในสกุล Rhus มีอยู่ 4 ชนิด ที่ให้รัก ได้แก่ Rhus vernicifera (ต้นรักจีนหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ต้นรักญี่ปุ่น) Rhus succedanea (ต้นรักเวียดนาม) Rhus ambigua และ Rhus trichocarpa[15] ต้นรักที่นับว่ามีความสำคัญที่สุดในสกุลนี้ คือ ต้นรักจีนซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีน และได้มีการนำมาปลูกในประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น ไม้ที่ใช้เป็นแหล่งเก็บรักเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องรักในประเทศจีนและญี่ปุ่น ในปีหนึ่ง ๆ มีการใช้รักจำนวนมาก จึงมีการปลูกสวนรักในทั้งสองประเทศ เพื่อใช้ในการเก็บรักโดยเฉพาะในประเทศจีนมีการส่งรักเป็นสินค้าออก สำหรับต้นรักเวียดนามมีลักษณะทั่วไปคล้ายต้นรักจีน (รูปที่ 2.7) พบในหมู่เกาะญี่ปุ่น ไต้หวัน และประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ใช้เป็นแหล่งเก็บรักเพื่อใช้ในการทำเครื่องรักของประเทศเวียดนาม ในประเทศไทยกรมป่าไม้ได้ทำการทดลองนำต้นรักเวียดนามมาปลูกเป็นแปลงทดลองที่บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำ ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ Rhus ambigua พบในหมู่เกาะญี่ปุ่นและไต้หวัน ใช้เป็นแหล่งเก็บรักเพื่อใช้ในการทำเครื่องรัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไต้หวัน สำหรับ Rhus trichocarpa พบในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น

ส่วนต้นไม้ในสกุล Melanorrhoea มีอยู่ 2 ชนิด ไม้ในสกุลนี้ที่ให้รัก ได้แก่ Melanorrhoea usitata (ต้นรักใหญ่ หรือเรียกว่า ต้นรักพม่า) ใช้เป็นแหล่งเก็บรักเพื่อใช้ในการทำเครื่องรักในประเทศไทย และพม่า อีกชนิดหนึ่ง คือ Melanorrhoea laccifera พบในประเทศจีน และใช้เป็นแหล่งเก็บรักใช้ในการทำเครื่องรักในประเทศจีนตอนใต้[16]

รูปที่ 2.7 ต้นรักเวียดนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของยางรัก

รักนอกจากจะใช้มากในงานด้านประณีตศิลป์มาตั้งแต่โบราณกาล เนื่องจากมีคุณสมบัติดีเด่นมากมาย ได้แก่ มีความเงางามมันวาว และมีความสามารถทนทานต่อการเสื่อมสภาพโดยกระบวนการต่าง ๆตามธรรมชาติ ทำให้เหมาะสำหรับใช้เคลือบป้องกันวัตถุไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพ แต่รักก็มีข้อเสียคือ มีคุณสมบัติเป็นพิษ เพราะสามารถทำให้เกิดอาการผื่นคันบนผิวหนังกับบุคคลที่แพ้ ในบางรายมีอาการรุนแรงมากโดยการแพ้จะเกิดการอักเสบและบวม ลักษณะของการแพ้มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการแพ้ที่เกิดจากการสัมผัสต้น Poison ivy[17] ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่พบมากในยุโรปและอเมริกา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมาก ให้ความสนใจในการทำวิจัยวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของรัก เพราะจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาด้านพิษวิทยา นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุประเภทเครื่องรัก โดยใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของรักที่ใช้ในทางอุตสาหกรรมเครื่องรัก และการศึกษากลไกและกระบวนการแข็งตัวของรัก

ในปี พ.ศ. 2465 นักเคมีชาวญี่ปุ่นได้ทำการวิเคราะห์รักที่ได้จากต้นรักญี่ปุ่น ต้นรักเวียดนาม และต้นรักใหญ่[18] พบว่าองค์ประกอบของรักแต่ละชนิดเป็นของผสม ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งมีโครงสร้าง คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ใกล้เคียงกันมาก จนไม่สามารถที่จะแยกให้เป็นสารประกอบบริสุทธิ์แต่ละตัว เพื่อนำมาศึกษาหาโครงสร้างที่แท้จริงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบที่อยู่ในรักเป็นสารที่ไม่เสถียร สามารถเกิดการสลายตัวเป็นสารอื่นอย่างรวดเร็วเมื่อสัมผัสกับอากาศ และแสง ผลวิเคราะห์สามารถสรุปไว้ในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.3 ต้นรัก และองค์ประกอบหลักทางเคมีของรัก

ชื่อทางพฤกษาศาสตร์	แหล่งที่พบ	ชื่อสามัญ	องค์ประกอบหลักทางเคมี
Rhus vernicifera	จีน ,ญี่ปุ่น, เกาหลี	รักจีน หรือ รักญี่ปุ่น	Urushiol
Rhus succedane	ไต้หวัน,ญี่ปุ่น, เวียดนาม	รักเวียดนาม	Laccol
Melanorrhoea usitata	พม่า ,ไทย, เขมร, ลาว	รักใหญ่ หรือ รักพม่า	Thitsiol

ต่อมาเมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าขึ้น มีการพัฒนาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง เพื่อใช้ในงานทางด้านเคมีวิเคราะห์ ทำให้สามารถที่จะใช้ในการแยก และศึกษาวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างทางเคมีของส่วนผสมที่มีความซับซ้อนและยุ่งยาก ตัวอย่างเช่น รัก ซึ่งไม่สามารถที่จะแยกได้โดยวิธีการทั่ว ๆไป และมีรายงานว่า urushiol ซึ่งใช้เป็นชื่อรวมเรียกสารประกอบที่พบในรักญี่ปุ่น มีส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์ถึง 18 ชนิด[19-22] และ thitsiol ซึ่งใช้เป็นชื่อรวมเรียกสารประกอบที่พบในรักใหญ่ ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ถึง 28 ชนิด[23-24] และมีรายงานว่านักวิทยาศาสตร์สามารถสังเคราะห์สารประกอบที่พบในรักญี่ปุ่น และรักใหญ่ในห้องปฏิบัติการได้[25-27]

รักเป็นของเหลวประกอบด้วยโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยโมเลกุลของสารประกอบเหล่านี้จำนวนมากจะมาเชื่อมต่อกัน กลายเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่โดยเอ็นไซม์ laccase กระบวนการนี้ เรียกว่า พอลิเมอไรเซชัน (Polymerisation) ซึ่งจะทำให้รักเกิดการแข็งตัว กระบวนการแข็งตัวของรักค่อนข้างสลับซับซ้อน ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา ได้มีนักวิทยาศาสตร์พยายามศึกษากระบวนการแข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของรัก[28-31] แต่ก็ยังไม่สามารถจะหาคำตอบที่ชัดเจนได้ การศึกษากลไกในกระบวนการแข็งตัวของรักในปัจจุบันนี้มีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากที่ให้ความสนใจ และทำการวิจัยในเรื่องนี้อยู่

2.4 ความคงทนของรักในการรักษาเนื้อไม้

มีบันทึกเป็นจำนวนมากกล่าวอ้างถึงความคงทนของรักที่แข็งตัวแล้ว ว่ามีสมบัติสามารถทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดและเบส และยังยืนยันถึงความคงทนของรักต่อสภาวะแวดล้อม แต่ไม่ปรากฏว่ามีรายงานรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษาในเรื่องนี้ที่กล่าวถึงระยะเวลาที่แน่นอนว่าแผ่นฟิล์มของรักที่แข็งตัวแล้ว จะสามารถคงทนต่อการกัดกร่อนของกรดและเบสได้นานที่สุดกี่ปี

เนื่องจากการเตรียมรายงานนี้ต้องทำในระยะเวลาจำกัด การทดลองนำรักมาทาบนชิ้นงานแล้วทดสอบดูความคงทนของรักที่สามารถป้องกันรักษาเนื้อไม้ จะต้องใช้เวลาในการศึกษาเป็นระยะเวลานาน ถึงแม้ว่าจะมีการใช้เครื่องมือ Weathering test ก็ตาม

จากหลักฐานทางโบราณคดี พบว่า ได้มีการนำเอารักมาใช้ในการรักษาเนื้อไม้ตั้งแต่สมัยโบราณกาล ด้วยเหตุนี้วิธีการที่เหมาะสมวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาความคงทนของรักในการรักษาเนื้อไม้ คือ การศึกษาเปรียบเทียบจากสภาพของศิลปโบราณวัตถุประเภทไม้ที่เคลือบรักษาด้วยรักที่พบในปัจจุบัน ว่ามีการเสื่อมสภาพไปมากน้อยเพียงใดจากสภาพเริ่มแรกที่เคลือบด้วยรักในสมัยโบราณ ถึงแม้ว่าการศึกษาด้วยวิธีการนี้ จะไม่สามารถยืนยันผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำนัก เพราะขึ้นอยู่กับตัวแปรจำนวนมาก แต่อย่างน้อยที่สุดก็สามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการศึกษาความคงทนของรักในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้

การศึกษาความคงทนของรักในการรักษาเนื้อไม้ โดยศึกษาจากสภาพของศิลปโบราณวัตถุที่พบในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับสภาพสมบูรณ์เมื่อเริ่มทำครั้งแรกว่าระยะเวลาจำนวนปีที่ผ่านไป สภาพของเนื้อไม้ที่ได้รับการเคลือบด้วยรักจะเสื่อมสภาพมากน้อยเพียงใด โดยจะแยกพิจารณาเป็น 3 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 อายุการใช้งานของรักเมื่อแข็งตัวแล้ว

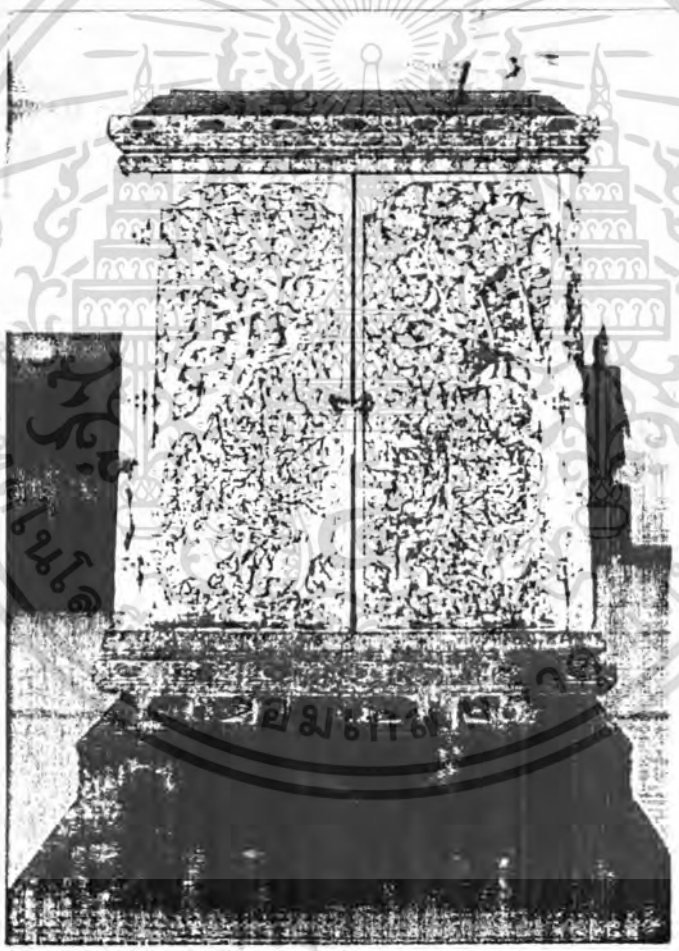
ชาวจีนรู้จักการนำรักมาใช้ในการเคลือบตกแต่งและรักษาเนื้อไม้มานานกว่า 4,000 ปีมาแล้ว การขุดค้นทางโบราณคดีในปี พ.ศ. 2516 ในประเทศจีน ที่ Thai-hsit-shun พบภาชนะไม้ที่เคลือบด้วยรักและได้มีการกำหนดอายุว่าอยู่ในราวราชวงศ์ฉาง (Shang Dynasty) ซึ่งมีอายุเก่าแก่ประมาณ 3,200-3,300 ปี ถึงแม้สภาพของไม้ที่เป็นตัวโครงภายในจะเสื่อมสภาพชำรุดไปตามกาลเวลา แต่สภาพของตัวเนื้อรักเองยังคงสภาพดีอยู่ โดยจะเห็นได้จากลักษณะของเนื้อรัก และลวดลายต่าง ๆบนเนื้อรักที่ยังเห็นได้อย่างชัดเจนเด่นชัด ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ซึ่งเป็นสิ่งยืนยันว่ารักเมื่อแข็งตัวแล้วจะสามารถทนทานอยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมของธรรมชาติได้นานเป็นเวลาหลายพันปี

รูปที่ 2.8 ชิ้นส่วนของเนื้อรักที่ใช้เคลือบภาชนะที่ได้จากการขุดค้นทางโบราณคดีที่ Thai-hsit-shun ประเทศจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2. อายุการใช้งานของรักที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ที่เก็บไว้ภายในอาคาร

จะพบศิลปโบราณวัตถุประเภทนี้อยู่เป็นจำนวนมาก ที่จัดแสดงอยู่ภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติซึ่งเป็นของรัฐบาล และภายในพิพิธภัณฑ์เอกชน ตัวอย่างเช่น ตู้พระธรรมลายรดน้ำ ฝีมือครูวัดเชิงหวาย ทำขึ้นในสมัยอยุธยาตอนปลาย ขณะนี้จัดแสดงอยู่ภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติกรุงเทพมหานคร ซึ่งเมื่อนับอายุมาจนถึงปัจจุบันนี้ ก็มีอายุมากกว่า200 ปีขึ้นไป จากการสำรวจสภาพปรากฏว่าตัวเนื้อไม้ยังอยู่ในสภาพแข็งแรงดี ในส่วนลวดลายรดน้ำยังคงสภาพเด่นชัดให้เห็นชัดเจนอยู่บนผิวเนื้อรัก ดังแสดงในรูปที่ 2.9 จะมีส่วนที่ชำรุดอยู่เล็กน้อย จากการทำลายของปลวกตรงบริเวณขาตู้เท่านั้น



รูปที่ 2.9 ตู้พระธรรมไม้ลายรดน้ำ ฝีมือครูวัดเชิงหวาย ศิลปอยุธยา พุทธศตวรรษที่ 22-23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกตัวอย่างหนึ่งที่จะขอยกมาพิจารณาในที่นี้ คือ พระพุทธรูปทรงเครื่อง-ประทับเยือนศิลปะล้านนา อายุราวครึ่งแรกของพุทธศตวรรษที่ 24 ทำขึ้นด้วยไม้ลงรักปิดทอง ดังแสดงในรูปที่ 2.10 สันนิษฐานว่าเจ้าผู้ครองนครน่านให้สร้างขึ้นในระยะเวลาใกล้เคียงกับวิหารวัดบุญยืน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน จะเห็นว่าทั้งเนื้อไม้และเนื้อรักยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์ดี ถึงแม้ว่าจะมีอายุมากกว่า 100 ปี

จะเห็นได้ว่า ไม้ที่เคลือบรักษาด้วยรักเมื่อเก็บภายในอาคารจะสามารถคงสภาพที่ดีอยู่ได้นับเป็นร้อยปี โดยไม่แสดงร่องรอยของการเสื่อมสภาพให้เห็น

รูปที่ 2.10 พระพุทธรูปทรงเครื่องประทับยืน ศิลปล้านนา สร้างด้วยไม้ลงรักปิดทอง อายุราวครึ่งแรกของพุทธศตวรรษที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

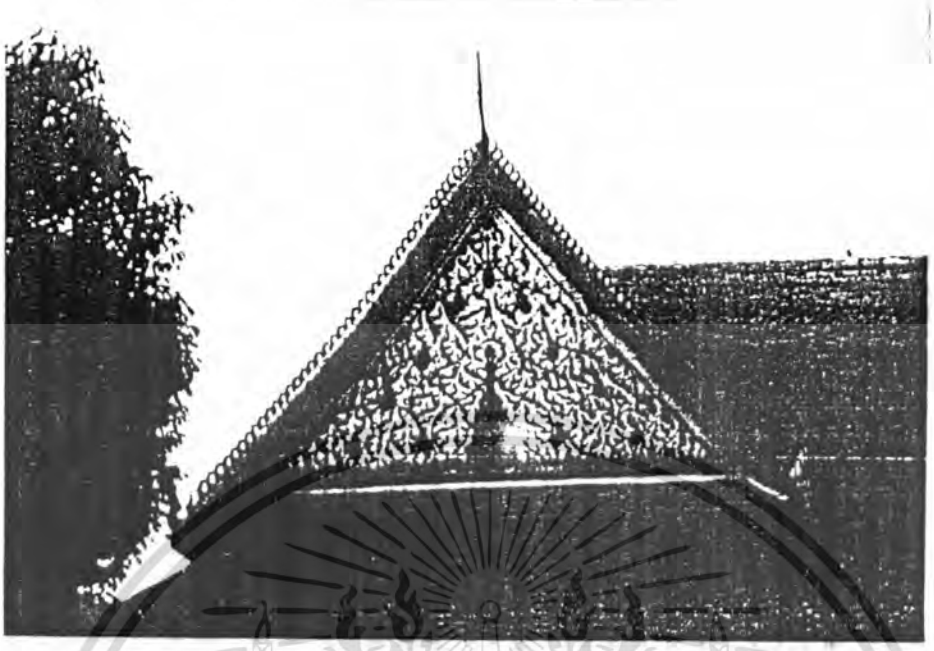
2.4.3. อายุการใช้งานของรักที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ที่อยู่นอกอาคาร

ในสมัยโบราณ นอกจากจะใช้รักในการเคลือบตกแต่งผิวของวัตถุ ตั้งแต่ชิ้นงานขนาดเล็กจนถึงชิ้นงานขนาดใหญ่แล้ว ยังใช้รักกับสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ โดยใช้รักทา เคลือบ ตกแต่ง และ เป็นตัวประสานให้แผ่นทองคำเปลวติดบนเนื้อวัตถุ เช่น เนื้อไม้ เป็นต้น และยังใช้เป็นกาวในการติดแผ่นกระจกประดับบนเนื้อไม้ นอกจากนี้ยังมีการนำรักมาผสมกับแร่ชินนาบาร์(HgS)ได้ชาด ซึ่งมีสีแดงใช้เป็นสีทาบนเนื้อไม้ จะพบเห็นลักษณะของการใช้ชาดทาบนสถาปัตยกรรมไม้ ตั้งแต่สมัยอยุธยาจนถึงรัตนโกสินทร์

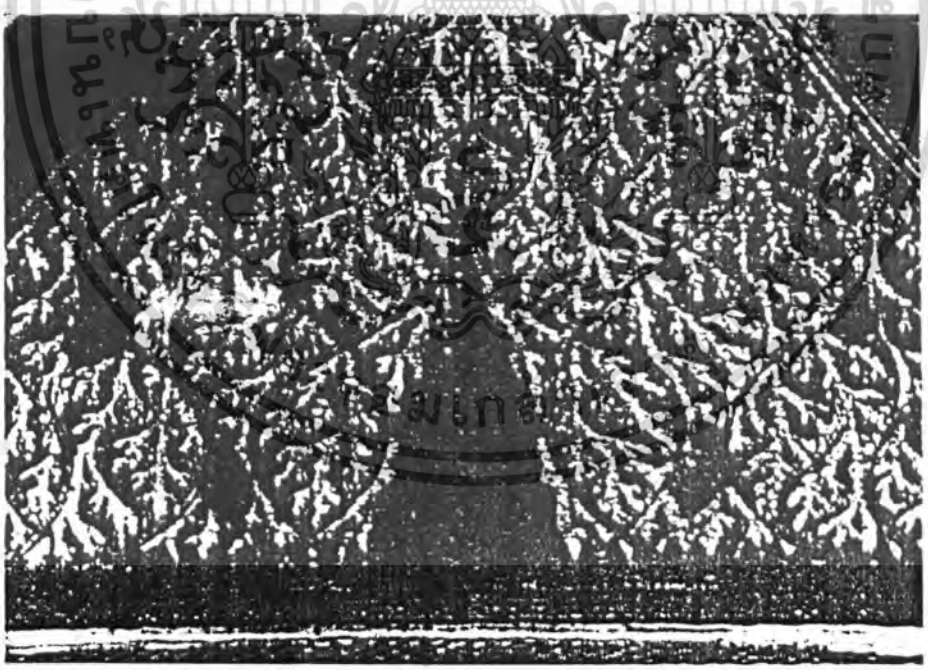
ลักษณะของสถาปัตยกรรมแบบนี้ ยังหาชมได้หลายแห่งภายในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างเช่น พระราชวังบวรสถานมงคลหรือวังหน้า เริ่มสร้างในปีเดียวกันกับพระบรมมหาราชวัง ต่อมาพระราชวังหน้านี้ได้ถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นที่ตั้งของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติสืบต่อมาจนถึงปัจจุบัน

ภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยหมู่พระที่นั่งต่าง ๆ อาทิเช่น พระที่นั่งศิวโมกขพิมาน พระที่นั่งพุทไธสวรรย์ พระที่นั่งอิศราวินิจฉัยหมู่พระวิมาน และพระที่นั่งอิศเรศราชานุสรณ์ เป็นต้น ในพระที่นั่งแต่ละองค์ส่วนของหลังคาจะประกอบด้วยหน้าบันซึ่งทำด้วยไม้แกะสลักลงรักปิดทอง และประดับด้วยกระจก ดังแสดงในรูปที่ 2.11 และ 2.12 ลวดลายบางส่วนได้ทำการซ่อมบูรณะ เมื่อครั้งสมโภชกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี จะเห็นได้ว่า นอกจากรักจะทำหน้าที่ตกแต่งลวดลายให้กับหน้าบันแล้ว ยังทำหน้าที่เคลือบรักษาเนื้อไม้ไว้เป็นอย่างดี ถึงแม้จะถูกแดดถูกฝนเป็นเวลานานนับร้อยปี รักจะช่วยทำหน้าที่ชะลอการเสื่อมสภาพของเนื้อไม้และยืดอายุการใช้งานของไม้ให้นานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 หน้าบันบนหลังคาพระที่นั่งหมู่พระวิมานด้านทิศใต้ ภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ



รูปที่ 2.12 ภาพขยายส่วนของหน้าบันในรูปที่ 2.11 แสดงให้เห็น [illegible]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความรู้พื้นฐานของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันของ CNSL กับ ฟอร์มาลดีไฮด์

CNSL มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเป็นวัสดุเคลือบผิว และสามารถตกแต่งวัสดุให้มีความสวยงาม (Decorative) และป้องกัน (Protective) แมลงกัดกิน คุณภาพของสารเคลือบผิวที่ผลิตได้จาก CNSL ขึ้นอยู่กับระดับปริมาณของสารไม่อิ่มตัว (Degree of unsaturation) โดยทำการทดสอบหาค่าไอโอดีน (Iodine value) อัตราเร็วของการแห้ง (Drying time) ของสารเคลือบผิวที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับค่าไอโอดีนดังแสดงในตารางที่ 2.4

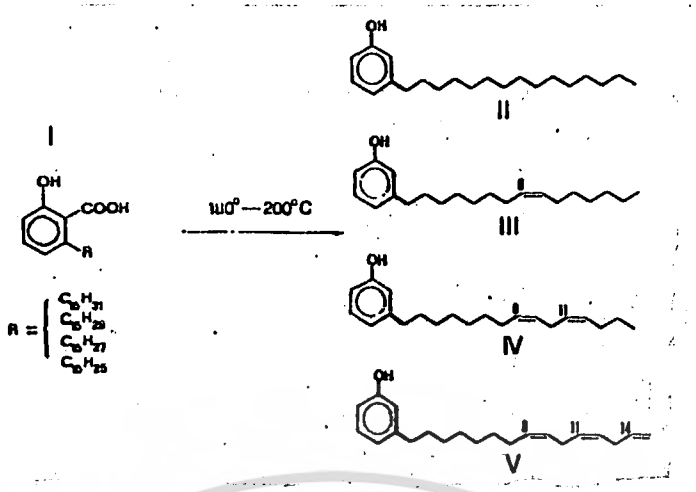
ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณค่าไอโอดีนที่มีผลต่อการแห้งของสารเคลือบผิววัสดุ

ประเภทของวัสดุเคลือบผิว	ค่าไอโอดีน(กรัม/100กรัมของ CNSL)
1. ชนิดแห้ง (Drying)	>140
2. ชนิดกึ่งแห้ง (Semi-drying)	125-140
3. ชนิดไม่แห้ง (Non-drying)	<125

2.5.1 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องในกระบวนการพอลิเมอไรเซชันของCNSL

ในกระบวนการผลิตน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จะให้ความร้อน ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาทำให้กรดอนาคาดิคสลายตัวเนื่องจากความร้อน (hot decarboxylation) ได้สารประกอบคาร์ดานอล ดังนั้นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะเป็นของผสมของสารประกอบฟีนอล ที่มีโซ่คาร์บอนจำนวน 15 อะตอม การเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอซิเลชัน เนื่องจากความร้อน สามารถเขียนปฏิกิริยาได้ดังสมการข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการเตรียมเรซินฟีนอลิก (phenolic resins) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวานิชในอุตสาหกรรมสารเคลือบผิว ใช้เป็นเรซินในการทำผ้าเบรค และกระดาษทราย การเตรียมเรซินฟีนอลิกทำได้โดยการนำน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มาทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ภายใต้สภาวะควบคุม โดยมีกรดหรือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันระหว่างน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กับฟอร์มาลดีไฮด์ จะเกิดปฏิกิริยาแบบควบแน่นหรือแบบขั้น จะได้เรซินฟีนอลิก ซึ่งโครงสร้างของเรซินที่เตรียมได้ จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กับฟอร์มาลดีไฮด์และความเป็นกรด-เบส(pH)ของส่วนผสมในปฏิกิริยา รวมทั้งอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิต

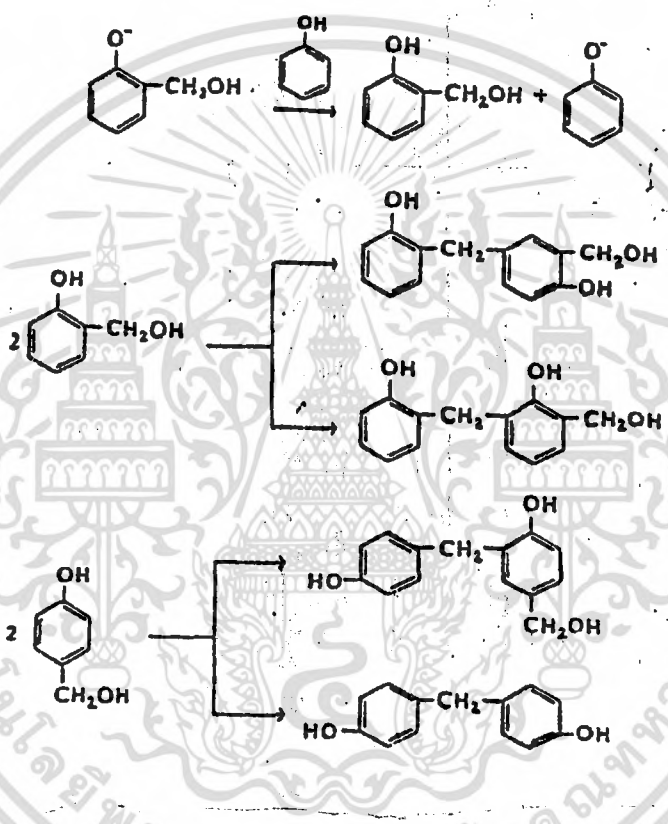
ในทางการค้าขั้นแรก จะต้องเตรียมเรซินฟีนอลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำก่อน โดยที่โมเลกุลของเรซินฟีนอลิกยังไม่เกิดการเชื่อมโยงเป็นโครงสร้างร่างตาข่าย ดังนั้นเรซินฟีนอลิกที่เตรียมได้ในช่วงแรกนี้ยังสามารถจะละลายในตัวทำละลายหรือหลอมได้

ในขั้นที่สอง จะเป็นการนำเรซินฟีนอลิก ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสารเคลือบผิว หรือกาว ซึ่งในขั้นนี้จะนำเรซินฟีนอลิกที่เตรียมได้ในขั้นแรก มาทำการเชื่อมโยงโมเลกุลเข้าด้วยกัน เกิดเป็นโครงสร้างร่างตาข่าย เรซินฟีนอลิกที่ได้ในขั้นตอนนี้จะเป็นเทอร์โมเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

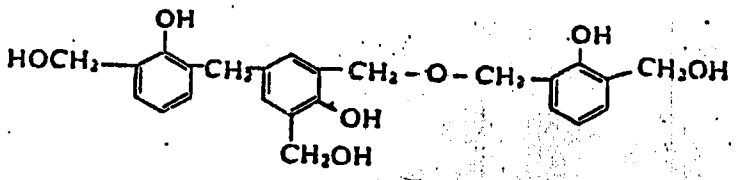
เรซินฟีนอลิกที่เตรียมได้มี 2 ประเภท ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของสารประกอบฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์ และสภาวะความเป็นกรด-เบสของส่วนผสม

1. เรซินรีโซล (Resol resins) เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์ที่มากเกินพอในสภาวะเบส อัตราส่วนระหว่างฟีนอลต่อฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้อยู่ในช่วงประมาณ 1:1.5 ถึง 2 จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



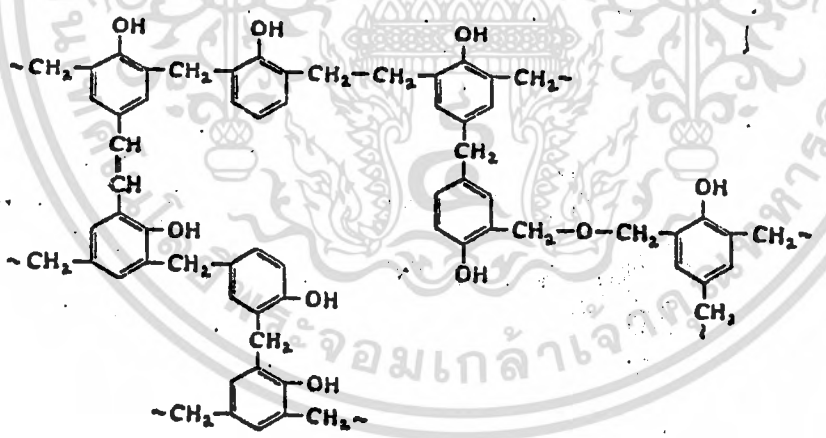
เมื่อปฏิกิริยาควบแน่นเกิดขึ้นต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จะได้ของผสมหลายตัวของพอลิเวเคลียร์พอลิแอลกอฮอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ โดยฟีนอลจะถูกเชื่อมโยงด้วยหมู่ $-CH_2-$ และ $-CH_2-O-CH_2-$ เนื่องจากอัตราส่วนโมลของฟอร์มาลดีไฮด์มีมากกว่าฟีนอล เรซินรีโซลที่ได้จะมีสถานะเป็นของเหลวเมื่อโมเลกุลของเรซินรีโซลมีวงแหวนเบนซินประมาณ 1-2 วงในโมเลกุล และจะมีสถานะเป็นของแข็ง ถ้าโมเลกุลของเรซินรีโซลมีวงแหวนเบนซิน 3-4 วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



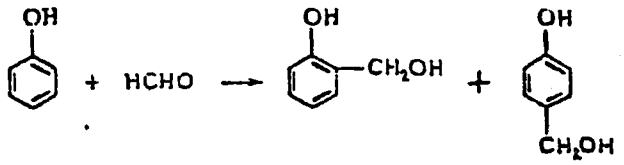
resol

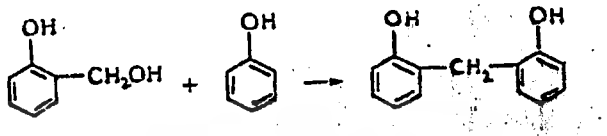
เรซินรีโซลที่เตรียมได้ สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และหลอมได้ สามารถทำให้เกิดการเชื่อมโยงเป็นโครงสร้างร่างตาข่ายโดยใช้ความร้อน โครงสร้างโมเลกุลของเรซินรีโซลจะเกิดการเชื่อมโยงโดยหมู่เมทิลีนเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะมีหมู่เชื่อมโยงอีเทอร์ด้วย ดังรูปที่แสดงข้างล่างนี้

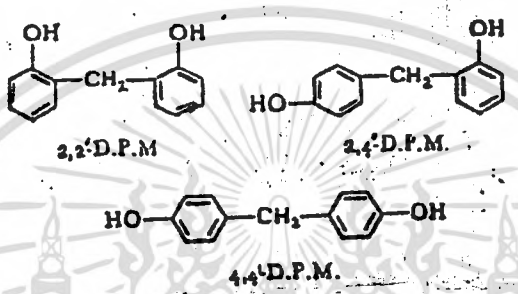


2. เรซินโนโวแลค(Novolak resins) เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลกับฟอร์มาลดีไฮด์โดยใช้อัตราส่วนประมาณ 1:0.9 ในสภาวะกรด ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาควบแน่นต่างสมการต่อไปนี้

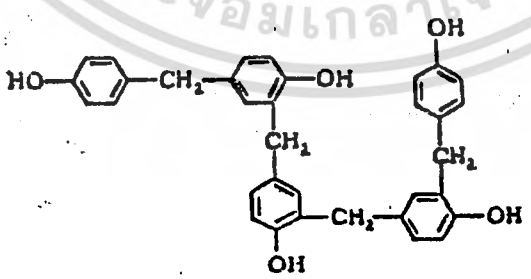
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







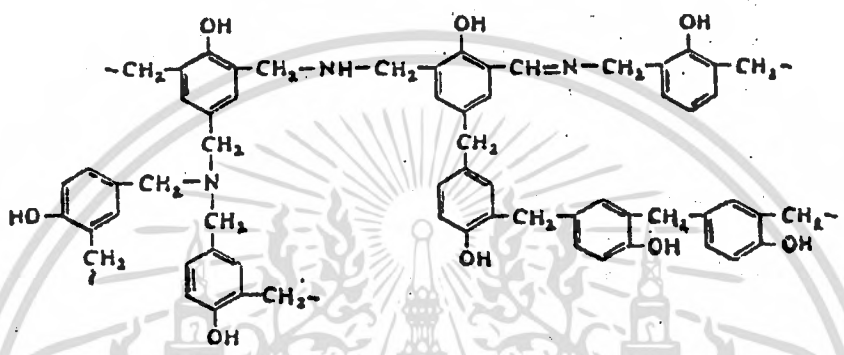
2,4′ และ 4,4′- ไดไฮดรอกซีไดฟีนิลมีเทน จะเกิดปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ต่อไป จะได้สารประกอบพอลินิวเคลียร์ฟีนอล เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีสารประกอบฟีนอลมากกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ จึงสามารถควบคุมน้ำหนักโมเลกุลไม่ให้สูงเกินไป โดยปกติเรซินโนโวแลคจะมีวงแหวนเบนซีนประมาณ 5-6 วงในโมเลกุล ดังรูปที่แสดงต่อไปนี้



Novolak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเรซินโนโวแลคที่เตรียมได้ไม่มีหมู่เมทิลอล จึงไม่เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงโดยใช้ความร้อน ดังนั้นในการเชื่อมโยงจะใช้สารเชื่อมโยง ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกเอมีน (amine) เช่น เฮกซะเมทิลีนเตตระมีน (HMT) เป็นสารเชื่อมโยง ซึ่งฟีนอลจะเชื่อมโยงด้วยหมู่เมทิลีน และมีอะตอมของไนโตรเจนในโมเลกุล ดังรูปที่แสดงข้างล่างนี้



2.6 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสารเคลือบผิว

2.6.1 ลักษณะของสารเคลือบผิว

จุดประสงค์ในการเคลือบผิววัสดุ เพื่อความสวยงาม และป้องกันความเสียหายอันเกิดแก่วัสดุ สารเคลือบผิวที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

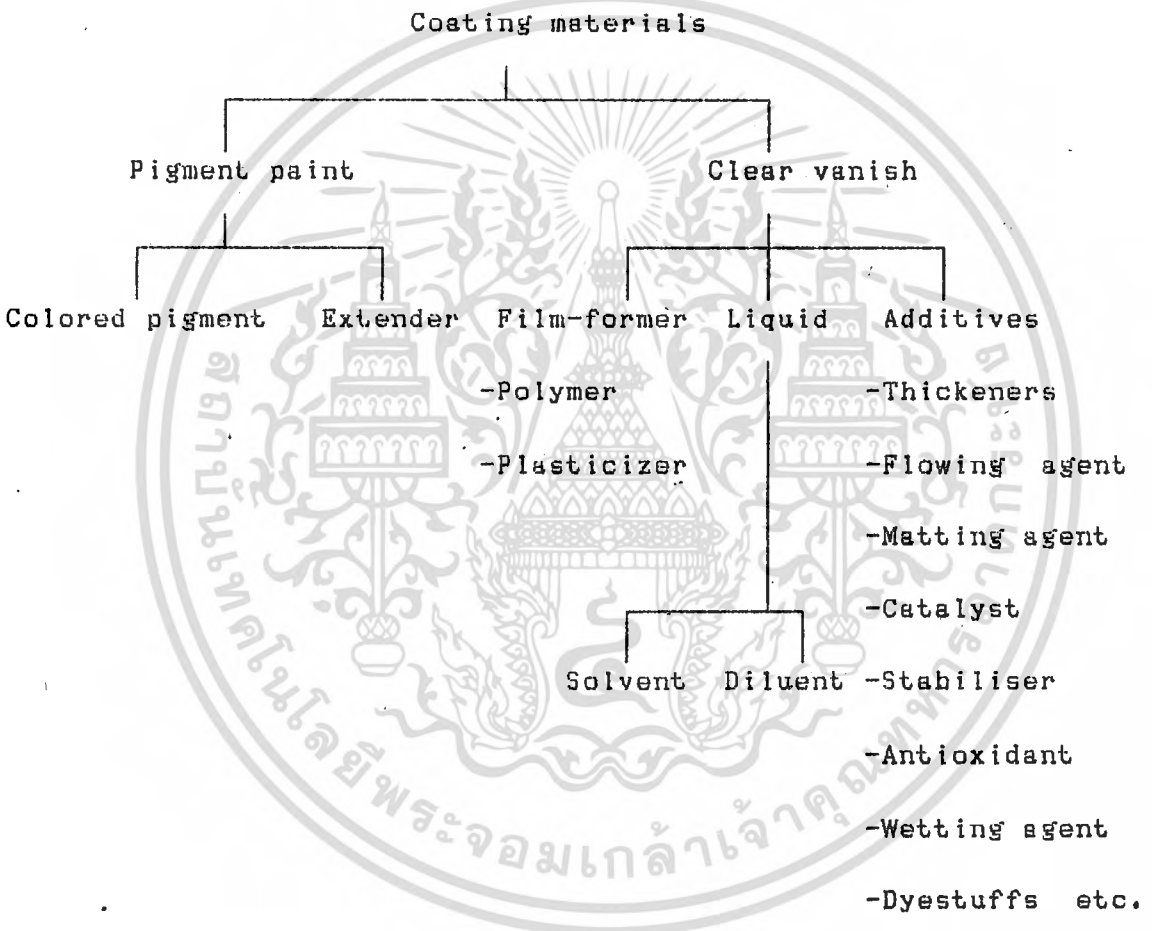
1) รงควัตถุ (Pigment) มีคุณสมบัติป้องกันวัสดุและช่วยให้มีความสวยงาม ได้แก่ ทิเทเนียมไดออกไซด์ เมื่อนำไปเคลือบผิววัสดุจะให้สีขาว ดังนั้น จึงใช้เป็นรงควัตถุสีขาว

2) สารช่วยในการยึดติด (Binder) เป็นสารที่ช่วยในการประสานรงควัตถุให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ผิววัสดุเรียบ และมีสมบัติในการยึดติดกับพื้นผิวของวัสดุได้ดี มีสมบัติช่วยป้องกันผิววัสดุ และทำให้วัสดุมีความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตัวทำละลาย (Solvent) ช่วยทำให้สารเคลือบผิวสามารถใช้งานได้สะดวก ทำให้การเคลือบสม่ำเสมอทั่วทั้งวัสดุ โดยตัวทำละลายจะช่วยปรับความหนืดและการไหลของสารเคลือบผิว

สารเคลือบผิวที่ไม่เติมรงควัตถุ เรียกว่า วานิช (Vanish) ส่วนสารเคลือบผิวที่มีรงควัตถุเรียกว่า สีทา (Paint) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ สามารถแสดงได้ในแผนผังที่ 2.2



แผนผังที่ 2.2 ประเภทของสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตสารเคลือบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 คุณสมบัติของฟิล์มสารเคลือบผิว

สารเคลือบผิววัสดุที่ดีเมื่อใช้เคลือบแล้ว จะเกิดเป็นฟิล์มเคลือบผิวที่มีความหนาและแข็งเพียงพอที่จะทำให้เกิดความสวยงามและความทนทาน ทั้งยังสามารถซ่อมแซมหรือเคลือบใหม่ได้อีก ซึ่งคุณสมบัติของฟิล์มที่ดีสามารถพิจารณาได้จากลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1) แรงยึดเกาะระหว่างสารเคลือบผิวกับวัสดุ

สารเคลือบผิวจะต้องมีแรงยึดเกาะกับวัสดุที่ดี ในการใช้สารเคลือบผิวก่อนใช้สารเคลือบผิว ควรจะทำความสะอาดฝุ่นละอองที่เกาะกระจายอยู่บนผิวของวัสดุที่จะทำการเคลือบผิว และทำการปรับปรุงพื้นผิววัสดุก่อน เช่น ทำการปรับปรุงผิววัสดุทางเชิงกล ซึ่งสามารถทำได้โดยการขัดกระดาษทราย หรือปรับปรุงผิววัสดุทางเคมี โดยใช้น้ำยาล้างผิววัสดุ(primer) เพื่อช่วยให้วัสดุสามารถเคลือบผิวติดได้ง่ายและทำให้สารเคลือบผิวสามาถยึดเกาะกับวัสดุได้ดี โดยทั่วไป คุณสมบัติของฟิล์มที่ดีจะขึ้นอยู่กับความสามารถที่ทำให้พื้นผิววัสดุเปียก และแรงดึงดูดกันทางเคมีระหว่างโมเลกุลของสารเคลือบผิวกับโมเลกุลของวัสดุ

2) ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Toughness) และการทนทานต่อการใช้งาน (Durability)

คุณสมบัติข้อนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตสารเคลือบผิว เช่น ชนิดของสารที่ช่วยในการยึดติด รงควัตถุ พลาสติไซเซอร์ และสเตบิไลเซอร์ เป็นต้น

3) ความสามารถในการโค้งงอได้ (Flexibility)

พอลิเมอร์ชนิดแข็งมักจะมีความเปราะ เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แผ่นฟิล์มที่เคลือบก็จะแตกร้าวได้ง่าย ส่วนพอลิเมอร์ที่มีสมบัติยืดหยุ่นจะมีความสามารถในการโค้งงอได้ดี และเมื่อใช้พลาสติไซเซอร์ จะทำให้พอลิเมอร์มีสมบัติในการโค้งงอได้ดีขึ้น

4) การเปลี่ยนสี และความแข็งแรงของฟิล์ม

น้ำ ออกซิเจนในอากาศ และแสงอัลตราไวโอเลต สามารถทำลายพันธะทางเคมีของพอลิเมอร์ได้ ทำให้พอลิเมอร์เกิดการสลายตัว ซึ่งจะทำให้ฟิล์มของสารเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวแตกร้าว และความมันวาวลดลง ฟิล์มของสารเคลือบผิวที่ทิ้งไว้กลางแจ้ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีได้ เนื่องจากแสงอัลตราไวโอเลต

5) ความยากง่ายในการซ่อมแซม และการเคลือบผิววัสดุใหม่

หลังจากการเคลือบผิวบนวัสดุแล้ว สารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของสารช่วยในการยึดติดซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติก จะสามารถละลายในตัวทำละลายได้ แต่ในกรณีของสารเทอร์โมเซตจะไม่สามารถละลายได้ ดังนั้นในการเคลือบผิวใหม่จะทำการขัดสารเคลือบผิวเก่าที่เคลือบออกก่อน สำหรับสารเคลือบผิวเทอร์โมพลาสติก โดยจะใช้เพียงกระดาษทรายชนิดละเอียด และล้างด้วยตัวทำละลายอีกเล็กน้อย ก็จะสามารถปรับปรุงผิวให้เหมาะต่อการเคลือบผิวใหม่ ส่วนสารเคลือบผิวเทอร์โมเซตจะต้องทำการขูดผิวที่เคลือบเก่าออกให้หมด แล้วจึงจะทำการเคลือบใหม่ด้วยสารเคลือบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทดลองและดำเนินการ

3.1 สารเคมีที่ใช้

3.1.1 น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)

3.1.2 ฟอร์มาลิน(สารละลาย 37 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของฟอร์มาลดีไฮด์ในน้ำ)

3.1.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.1.4 ทอลูอีน(Toluene)

3.1.5 เฮกซะเมทิลีนไดไอโซไซยาเนต (HMDI)

3.1.6 กรดกำมะถันเข้มข้น (H_2SO_4)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1 ขวดแก้วก้นกลม ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.2 คอนเดนเซอร์ ใช้ระบบหล่อเย็นโดยเครื่องทำความเย็น

3.2.3 เทอร์โมมิเตอร์ ที่ใช้วัดอุณหภูมิในช่วง 0-300 องศาเซลเซียส

3.2.4 ชุดให้ความร้อนอ่างน้ำมันพาราฟิน รุ่น IKA-HEIZBAD HBR-150 Janke and Kunkel Gmb

3.2.5 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.6 แปรงทาน้ำมันวานิช

3.2.7 ถุงมือยางทนน้ำมัน

3.2.8 เครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยาขนาด 2 ลิตร

3.2.9 ใบพัดกวน

3.2.10 แท่งกวนแม่เหล็ก (Magnetic bar)

3.2.11 เตชิเคเตอร์

3.2.12 มอเตอร์ชนิดปรับรอบได้ รุ่น RW 20Janke and Kunkel Gmb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.13 มีดตัดเทป ที่มีความคมเพียงพอที่จะกรีดลงบนแผ่นฟิล์มได้ดี

3.2.14 เทป มีขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร เป็นเทปใสให้แสงผ่านได้บ้าง (Semi-transparent pressure-sensitive tape)

3.2.15 ยางลบดินสอที่เสียบปลายแท่งดินสอ

3.2.16 แสงไฟ ที่ช่วยให้สังเกตรอยต่าง ๆ ได้ชัดเจน

3.2.17 แว่นขยาย

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การปรับปรุง CNSL

ชั่ง CNSL ในปริมาณ 1000 กรัม เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 15 กรัม โดยค่อย ๆ หยดช้า ๆ และล้างกรดที่เหลือด้วยน้ำ 10 มล. กวนของผสมในเครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยาขนาด 2 ลิตรที่อัตราเร็วของใบพัด 300 รอบต่อนาที ทำการรีฟลักซ์ (reflux) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 40 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 120 องศาเซลเซียส และให้ความร้อนต่อไปอีกเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำมัน CNSL ที่ได้เทออกจากเครื่องปฏิกรณ์ปฏิกิริยาเพื่อทำการกรองเอาสิ่งสกปรกที่เป็นกากต่าง ๆ ออก โดยใช้สำลีใส่ในกรวยแก้ว น้ำมันที่ได้นี้เรียกว่า น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

3.3.2 การเตรียมเรซินรีโซลโดยใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงต่อฟอร์มาลีน เท่ากับ 1:1.5

ชั่ง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงจำนวน 100 กรัม เติม NaOH ปริมาณ 1.8 กรัมที่ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อย เติมลงใน CNSL ที่อยู่ในขวดก้นกลมที่มีปริมาตร 500 มล. ทำการปั่นกวนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที เติมฟอร์มาลีนจำนวน 40.5 กรัม แล้วเติม NaOH อีก 1.5 กรัม และทอลูอีน 80 มิลลิลิตร ลงไปพร้อมกัน แล้วตั้งเครื่องต้มกลั่น (reflux) โดยทำการปั่นกวนที่อัตราความเร็วของใบพัด 300 รอบต่อนาที และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะได้เรซินรีโซล No.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเรซินรีโซล No.2 จะให้ความร้อนเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.3.3 <u>การเตรียมเรซินรีโซลโดยการเตรียมผ่านเรซินโนโวแลคและใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงต่อฟอร์มาลีนเท่ากับ 1:1.5</u>

ชั่ง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุง 100 กรัม เติมฟอร์มาลีนตามอัตราส่วนต่าง ๆ ใส่ในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร ตั้งเครื่องต้มกลั่น (reflux) และให้ความร้อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง เติมทอลูอีน 80 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลายเพื่อลดความหนืด และให้ความร้อนต่อเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง เรซินที่ได้ในขั้นตอนนี้จะเป็นเรซินโนโวแลค

นำเรซินโนโวแลคที่เตรียมได้มาปรับสภาวะให้เป็นเบสโดยเติม NaOH 1.8 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อยลงในเรซินโนโวแลคที่เตรียมได้ ทำการปั่นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงเติมฟอร์มาลีนตามอัตราส่วนต่าง ๆ และเติม NaOH อีก 1.5 กรัม และให้ความร้อนที่เวลาต่าง ๆ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงกับหมู่ฟีนอลที่เหลืออยู่ในเรซินโนโวแลค หลังจากเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง เติมทอลูอีน 50 มิลลิลิตร เพื่อปรับความหนืด และให้ความร้อนต่อที่เวลาต่าง ๆ กันดังนี้ เรซินที่ได้ในขั้นนี้คือ เรซินรีโซล

เรซินรีโซล No.3 อุณหภูมิที่ใช้ตลอดการทดลอง 90 องศาเซลเซียส

- ในขั้นเตรียมเป็นโนโวแลคใช้ฟอร์มาลีน 24.3 กรัม (1:0.9)
- ในขั้นเตรียมเป็นรีโซลใช้ฟอร์มาลีน 16.2 กรัม (1:0.6) เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

เรซินรีโซล No. 4 อุณหภูมิที่ใช้ตลอดการทดลอง 90 องศาเซลเซียส

- ในขั้นเตรียมเป็นโนโวแลคใช้ฟอร์มาลีน 16.2 กรัม (1:0.6)
- ในขั้นเตรียมเป็นรีโซลใช้ฟอร์มาลีน 24.3 กรัม (1:0.9) เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

เรซินรีโซล No.5 อุณหภูมิที่ใช้ตลอดการทดลอง 120 องศาเซลเซียส

- ในขั้นเตรียมเป็นโนโวแลคใช้ฟอร์มาลีน 24.3 กรัม (1:0.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในขั้นเตรียมเป็นรีโซลใช้ฟอร์มาลีน 16.2 กรัม (1:0.6) เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

เรซินรีโซล No.6 อุณหภูมิที่ใช้ตลอดการทดลอง 120 องศาเซลเซียส

- ในขั้นเตรียมเป็นโนโวแลคใช้ฟอร์มาลีน 16.2 กรัม (1:0.6)
- ในขั้นเตรียมเป็นรีโซลใช้ฟอร์มาลีน 24.3 กรัม (1:0.9) เวลาที่ใช้ 5 ชั่วโมง

3.3.4 <u>การเตรียมเรซินโนโวแลค โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน เท่ากับ 1:1 และ 1:1.5 โมลตามลำดับ</u>

ชั่ง CNSL ที่ผ่านการปรับปรุงจำนวน 100 กรัม สำหรับอัตราส่วน 1:1 จะใช้ฟอร์มาลีน 27 กรัม และสำหรับอัตราส่วน 1:1.5 จะใช้ฟอร์มาลีน 40.5 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 500 มิลลิลิตร ตั้งเครื่องต้มเครื่องต้มกลั่น (reflux) กวนและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นเติมทอลูอีนจำนวน 80 มิลลิลิตร ลงไปเพื่อลดความหนืดของสารละลายกวนและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,3,4 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ เรซินที่ได้คือ เรซินโนโวแลค

เรซินโนโวแลค No.1 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เรซินโนโวแลค No.2 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1 ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรซินโนโวแลค No.3 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

เรซินโนโวแลค No.4 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1 ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

เรซินโนโวแลค No.5 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1.5 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรซินโนโวแลค No.6 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1.5 ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรซินโนโวแลค No.7 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1.5 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

เรซินโนโวแลค No.8 ใช้อัตราส่วนระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีน 1:1.5 ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

นำเรซินที่ได้มาวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องบรูคฟิลด์ รุ่น LVT โดยใช้ความเร็วและแกนหมุนที่เหมาะสม หลังจากวัดความหนืดเทวานิชที่ได้ลงในขวดแก้วปิดฝาให้สนิทเพื่อรอการแยกชั้นน้ำ

3.3.5 การเตรียมวานิชที่เหมาะสมในการเคลือบผิวไม้

เรซินรีโซล เมื่อแยกชั้นน้ำสมบูรณ์แล้วให้เทเก็บไว้ในขวดแก้วที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้วานิชเกิดการแข็งตัว เรซินที่ได้นี้มีคุณสมบัติเป็นวานิชใช้ทาไม้ได้ ทำการปรับความหนืดให้เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 65-125 เซนติพอยส์ แล้วหาปริมาณเนื้อสาร (Solid content) ของวานิชที่จะใช้ในการเคลือบผิว

เรซินโนโวแลค เมื่อแยกชั้นน้ำสมบูรณ์ ทำการปรับความหนืดให้อยู่ในช่วง 65-125 เซนติพอยส์ และแบ่งวานิชเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเติมสารเชื่อมโยง HMDI ปริมาณ 10 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักของเรซินก่อนปรับความหนืด นำวานิชที่ได้ไปทำการเคลือบผิวไม้ ส่วนที่สอง ไม่เติมสารเชื่อมโยงเมื่อนำไปเคลือบผิวไม้จะใช้การเชื่อมโยงโดยนำไปตากแดด

เรซินจากโรงงาน เมื่อแยกชั้นน้ำสมบูรณ์ ทำการปรับความหนืดให้อยู่ในช่วง 65-125 เซนติพอยส์ และแบ่งวานิชเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเติมสารเชื่อมโยง HMDI ปริมาณ 10 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเรซินก่อนปรับความหนืด ส่วนที่สอง ไม่เติมสารเชื่อมโยงเมื่อนำไปเคลือบผิวไม้ จะใช้การเชื่อมโยงโดยนำไปตากแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของวานิช CNSL ที่ใช้เป็นสารเคลือบผิวไม้

3.4.1 วัดความหนืดโดยใช้เครื่อง บรูคฟิลด์ รุ่น LVT

3.4.2 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการแห้ง[๑๑] (Drying time)

นำสาร มาทำการทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการแห้ง โดยทาลงบนไม้ตัวอย่างทำการทดสอบด้วยวิธี การหาเวลาที่ใช้ในการแห้งผิว (Dry-To-Touch-time) และ เวลาที่ใช้ในการแห้งแข็ง (Dry-Through-time or Dry-To-Handle)

เวลาที่ใช้ในการแห้งผิว (Dry-To-Touch-Time)

การหาเวลาที่ใช้ในการแห้งผิว จะนำสารเคลือบผิวทาลงบนไม้ตัวอย่าง และบันทึกเวลาหลังจากทาเสร็จ จนถึงเวลาเมื่อนำมือมาสูบบนผิววัสดุ จะไม่มีวานิชติดมือมาด้วย

เวลาที่ใช้ในการแห้งแข็ง (Dry-Through-Time or Dry-To-Handle)

วางแผ่นไม้ที่เคลือบผิวไว้ลงบนพื้นราบ ใช้นิ้วหัวแม่มือแตะโดยการยกแขนขึ้นเสมอไหล่เหนือแผ่นวัสดุทดสอบซึ่งอยู่ในระดับเอว เพื่อให้นิ้วหัวแม่มือกดลงบนแผ่นฟิล์มอย่างแรงที่สุด ขณะเดียวกันก็บิดนิ้วหัวแม่มือไป 90 องศา บนแผ่นฟิล์มนั้น การแห้งแข็งของสารเคลือบผิว หมายถึง ลักษณะที่ฟิล์มของสารเคลือบผิวไม่มีหลุดร่วง หรือติดนิ้วมือมาด้วย บันทึกเวลาหลังจากสารเคลือบผิวจนถึงเวลาที่ฟิล์มของสารเคลือบผิวไม่มีการหลุดร่วง หรือติดนิ้วมือมาด้วย

3.4.3 การหาปริมาณเนื้อสาร[๑๑] (solid content)

ชั่งน้ำหนักวานิชที่ปรับความหนืดแล้ว ลงบนกระทงฟอยล์ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน จากนั้นนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชม. ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วจึงนำมาชั่งหาน้ำหนักวานิชที่แห้ง สามารถคำนวณหาปริมาณเนื้อสาร ได้จากสูตรดังนี้

$$((M_2-M_0)/(M_1-M_0)) \times 100$$

M_0 = น้ำหนักกระทงฟอยล์

M_1 = น้ำหนักกระทงฟอยล์และน้ำหนักของวานิชก่อนอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M_1 = น้ำหนักกระทงฟอยด์และน้ำหนักของวานิชหลังอบ

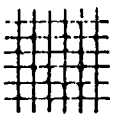
3.4.4 การทดสอบสมบัติในการยึดเกาะโดยแผ่นเทป[๑๑] (Measuring adhesion by tape test) โดยวิธี Cross-cut tape test (Method B)

วิธีนี้เหมาะสมกับสารเคลือบผิว ที่ทำให้เกิดฟิล์มเคลือบที่มีความหนาน้อยกว่า 125 ไมครอน เป็นการทดสอบสมบัติในการยึดเกาะกับวัสดุที่ดี

วิธีทดสอบ

นำแผ่นไม้ทดสอบที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิว ได้แก่ วานิชที่สังเคราะห์ได้ วานิชจากโรงงาน รัก และพอลิยูรีเทน วัดความหนาของฟิล์มเคลือบผิว ถ้ามีความหนา 50 ไมครอน ให้ใช้มีดกรีดเป็นตารางในแนวขนานและแนวขวางรอยกรีดละ 8 ครั้ง โดยให้มีระยะห่างระหว่างรอยกรีด 1 มิลลิเมตร แต่ถ้าฟิล์มมีความหนา 50-125 ไมครอน ให้ใช้มีดกรีดลงบนแผ่นฟิล์มในแนวนอนและแนวขวางรอยกรีดละ 6 ครั้ง และให้ระยะห่างระหว่างรอยกรีด 2 มิลลิเมตร ใช้มีดกรีดให้ลึกถึงผิววัสดุ หลังจากนั้นใช้แปรงหรือกระดาษนุ่ม ๆ ปัดเศษผงที่เกิดจากการกรีดฟิล์มออก ปิดเทปที่ตัดเตรียมไว้แล้ว ซึ่งมีขนาดยาว 75 มิลลิเมตร ลงบนตารางที่กรีด ใช้ยางลบที่เสียบปลายแท่งดินสอกดเบา ๆ ให้ทั่วเพื่อให้เทปติดกับฟิล์มเคลือบผิวได้ดี ทิ้งไว้ประมาณ 90 วินาที จึงลอกเทปออกอย่างรวดเร็วเป็นแนวตรง และใช้แว่นขยายสังเกตลักษณะรอยกรีดว่ามีการหลุดร่อนของฟิล์มเคลือบผิว เปรียบเทียบกับตารางในรูปที่ 3.1 และจัดลำดับหมายเลข ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Classification	Surface of cross-cut area from which flaking has occurred. (Example for six parallel cuts)
5B	None
4B	
3B	
2B	
1B	
0B	Greater than 65%

รูปที่ 3.1 การจัดลำดับสมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มเคลือบผิวกับวัสดุ

หมายเลข 5 หมายถึง ไม่มีส่วนใดของรอยกรีดหลุดออกมาเลย

หมายเลข 4 หมายถึง มีส่วนที่หลุดลอกออกมาบ้าง ไม่เกิน 5 % ของพื้นที่รอยกรีดทั้งหมด

หมายเลข 3 หมายถึง มีส่วนที่หลุดลอกออกมาตามขอบ และรอยกรีดที่ตัดกันประมาณ 5-15 % ของพื้นที่รอยกรีดทั้งหมด

หมายเลข 2 หมายถึง ส่วนที่หลุดออกมาประมาณ 15-35 % ของพื้นที่รอยกรีดทั้งหมด

หมายเลข 1 หมายถึง ส่วนที่หลุดออกมาประมาณ 35-65 % ของพื้นที่รอยกรีดทั้งหมด

หมายเลข 0 หมายถึง มีส่วนที่หลุดออกมามากกว่าหมายเลข 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ[35] (Water resistance testing)

วิธีนี้เหมาะสมในการเปรียบเทียบสมบัติความทนทานต่อน้ำของสารเคลือบผิว นำแผ่นไม้ทดสอบที่ทำการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ความหนาประมาณ 100 ไมครอน ใส่ในภาชนะที่บรรจุน้ำ โดยให้ชิ้นไม้ทดสอบแช่อยู่ในน้ำเป็นเวลา 15 วัน โดยให้มีบางส่วนโผล่พ้นน้ำ ระหว่างการทดสอบให้เปลี่ยนน้ำวันเว้นวันเมื่อครบกำหนด ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน นำชิ้นงานมาตรวจวิเคราะห์เพื่อดูการหลุดร่อน หรือการเปลี่ยนสีของฟิล์มเคลือบบนแผ่นไม้ทดสอบ จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติในการยึดเกาะโดยแผ่นเทป

3.4.6 การทดสอบสมบัติความทนทานต่อความร้อน[36] (Thermal resistance testing)

การทดสอบการสมบัติความทนทานต่อความร้อนของสารเคลือบผิว ทำได้โดยนำแผ่นไม้ทดสอบ ที่ทำการเคลือบผิวที่เตรียมไว้ความหนาประมาณ 100 ไมครอน อบที่อุณหภูมิ 125±2 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นอย่างน้อย 16 ชั่วโมง และนำแผ่นไม้ทดสอบมาตรวจวิเคราะห์ เพื่อดูการหลุดร่อน หรือการเปลี่ยนสีของฟิล์มที่เคลือบบนแผ่นไม้ทดสอบ จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติในการยึดเกาะโดยแผ่นเทป

3.4.7 การทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง[37] (Light resistance testing)

การทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง ทำได้โดยนำแผ่นไม้ทดสอบที่ทำการเคลือบผิวที่เตรียมไว้ มาทำการตากแดดเป็น 15 วัน จากนั้นทิ้งไว้ในที่ร่มอย่างน้อย 16 ชั่วโมง นำแผ่นไม้ทดสอบมาตรวจวิเคราะห์ เพื่อดูการหลุดร่อน หรือการเปลี่ยนสีของฟิล์มที่เคลือบบนแผ่นไม้ทดสอบ จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติในการยึดเกาะโดยแผ่นเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การปรับปรุง CNSL

ตารางที่ 4.1.1 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงและที่ผ่านการปรับปรุง

สมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	
ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง	ผ่านการปรับปรุง
ความหนืดมากกว่า สีของน้ำมันเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีก๊าซและมลทินต่าง ๆ ผสมอยู่	ความหนืดน้อยกว่า สีของน้ำมันเป็นสีน้ำตาลแดงใส น้ำมันมีความเงา และมีมลทินน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 สมบัติของเรซินที่สังเคราะห์ได้

ตารางที่ 4.2.1 แสดงสมบัติของเรซินรีโซลที่สังเคราะห์ได้

ชนิดเรซิน	ลักษณะสีของเรซิน	ความหนืดที่ 55 องศาเซลเซียส (เซนติพอยส์)	เวลาที่ใช้ในการแยกขั้นน้ำสมบูรณ์ (วัน)	
			เติมโทลูอีน	ไม่เติมโทลูอีน
รีโซล No.1	สีน้ำตาลช็อกโกแลต	3,350	60	-
รีโซล No.2	สีน้ำตาลแดง	12,600	50	-
รีโซล No.3	สีน้ำตาลเข้มมีชั้นน้ำเป็นริ้ว ๆ ที่ก้นขวด	200	-	20
รีโซล No.4	สีน้ำตาลเข้มมีชั้นน้ำเป็นริ้ว ๆ ที่ก้นขวด	150	-	20
รีโซล No.5	ไม่สามารถเตรียมได้เพราะสารพุ่งออกจากเครื่องต้มกลั่นในระหว่างการทดลอง	-	-	-
รีโซล No.6	ไม่สามารถเตรียมได้เพราะสารพุ่งออกจากเครื่องต้มกลั่นในระหว่างการทดลอง	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.2 แสดงสมบัติของเรซินโนโวแลคที่สังเคราะห์ได้

ชนิดเรซิน	ลักษณะสีของเรซิน	ความหนืดที่ 55 องศาเซลเซียส (เซนติพอยส์)	เวลาที่ใช้ในการแยกน้ำ (วัน)
			เติมไพลูอีน
โนโวแลคNo.1	สีน้ำตาลอิฐเข้ม	55	52
โนโวแลคNo.2	สีน้ำตาลอิฐ	105	50
โนโวแลคNo.3	สีน้ำตาลอิฐ	175	43
โนโวแลคNo.4	สีส้ม	205	39
โนโวแลคNo.5	สีน้ำตาลอิฐเข้ม	67.5	60
โนโวแลคNo.6	สีน้ำตาลอิฐ	102.5	55
โนโวแลคNo.7	สีน้ำตาลอิฐ	142.5	44
โนโวแลคNo.8	สีส้ม	190	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2.1 และ4.2.2 เรซินที่สังเคราะห์ได้ ถ้าใช้เวลาในการรีฟลักซ์ (reflux) มากขึ้น ลักษณะของเรซินที่ได้จะมีความหนืดมากขึ้น สีของเรซินที่ได้จะจางลง และเวลาที่ใช้ในการแยกน้ำจะใช้น้อยลง

4.3 สมบัติของเรซินที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสารเคลือบผิว

ตารางที่ 4.3.1 แสดงผลการปรับความหนืดและหาปริมาณเนื้อสารของเรซินที่แยกน้ำแล้วก่อนทาแผ่นไม้ทดสอบ

ชนิดของเรซิน	ความหนืดที่อุณหภูมิห้อง (เซนติพอยส์)	ปริมาณเนื้อสาร (เปอร์เซนต์)
รีโซล No.1	97.5	35.09
รีโซล No.2	67.5	29.08
รีโซล No.3	78.5	33.24
รีโซล No.4	72.5	32.14
โนโวแลค No.1	125	47.26
โนโวแลค No.2	104	42.31
โนโวแลค No.3	98.5	44.85
โนโวแลค No.4	99	49.3
โนโวแลค No.5	108.5	48.94
โนโวแลค No.6	95	44.34
โนโวแลค No.7	92.5	46.60
โนโวแลค No.8	83	42.65
วานิชจากโรงงาน	76.5	41.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3.1 การปรับความหนืดของเรซินที่ใช้ก่อนทำการเคลือบผิวแผ่นไม้ทดสอบมีความสำคัญมากในการเตรียมวานิชที่จะใช้ทา เพราะจะทำให้ง่ายต่อการเคลือบผิว ทำให้ผิวของแผ่นฟิล์มเรียบสม่ำเสมอ

การทาวานิชลงบนแผ่นไม้ทดสอบ วานิชทุกสูตรง่ายแก่การทาโดยความหนืดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 65-125 เซนติพอยส์ ที่อุณหภูมิห้อง

4.4 <u>เวลาที่ใช้ในการแห้งของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆบนแผ่นไม้ทดสอบ</u>

4.4.1.เวลาที่ใช้ในการแห้งผิวและแห้งแข็งของฟิล์มวานิช

1) เรซินรีโซล จะมีลักษณะฟิล์มแห้งผิวพร้อมกับแห้งแข็ง ใช้เวลาอยู่ในช่วงระหว่าง 5-15 นาที

2) เรซินโนโวแลคที่ผสมกับ HMDI จะมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งผิวพร้อมกับแห้งแข็ง ใช้เวลาอยู่ในช่วงระหว่าง 2-8 นาที ส่วนเรซินโนโวแลคที่ไม่ผสม HMDI จะมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งผิว ใช้เวลา 4 วัน และมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งแข็ง ใช้เวลา 14 วัน

3) เรซินจากโรงงานที่ผสมกับ HMDI จะมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งผิว ใช้เวลา 2 1/2 นาที และมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งแข็งใช้เวลา 7 นาที ส่วนเรซินจากโรงงานที่ไม่ผสม HMDI จะมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งผิวใช้เวลา 3 วัน และมีลักษณะเป็นฟิล์มแห้งแข็ง ใช้เวลา 7 วัน

เวลที่ใช้ในการแห้งจะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับขนาดโมเลกุลของสารพอลิเมอร์หลังจากเกิดปฏิกิริยา ถ้าสารพอลิเมอร์มีขนาดโมเลกุลใหญ่ จะละลายในตัวทำละลายได้น้อยกว่าสารพอลิเมอร์ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่า เมื่อเคลือบลงบนแผ่นไม้ทดสอบ ตัวทำละลายที่มีปริมาณน้อย จะระเหยออกไปได้เร็วกว่า ฉะนั้นจากผลดังกล่าวข้างต้น วานิชที่ใส่สารเชื่อมโยง HMDI จะมีเวลาในการแห้งของฟิล์มน้อยกว่าวานิชที่ไม่ใส่สารเชื่อมโยง HMDI

4.4.2.การแห้งแข็งของรักเมื่อทารักลงบนแผ่นไม้ทดสอบแล้วนำไปตากแดด ผลปรากฏว่า รักสามารถแห้งแข็งภายในระยะเวลา 7 วัน ใช้รักอย่างดีเบอร์ 1 จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17/6 หมู่ 5 ต.ซุปเปอร์ไฮเวย์ จังหวัดเชียงใหม่ เป็นตัวอย่างสารเคลือบผิวประเภทรัก

4.4.3.การแห้งของฟิล์มพอลิยูรีเทน เมื่อทาพอลิยูรีเทนลงบนแผ่นไม้ทดสอบแล้ว ฟิล์มของพอลิยูรีเทนสามารถแห้งผิวในเวลา 15 นาที และใช้เวลาในการแห้งแข็ง ใช้เวลา 25 นาที ในที่ร่ม พอลิยูรีเทนใช้ Chemglaze Z051 Polyurethane Coating (Clear Gloss Exterior) เป็นตัวอย่างสารเคลือบผิวประเภทพอลิยูรีเทน

4.5 สมบัติในการยึดเกาะของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบ

ตารางที่ 4.5.1 แสดงผลการทดสอบสมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มที่เคลือบผิวไม้ของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ โดยวิธีใช้แผ่นเทป (Cross-cut tape test)

ชนิดของสารเคลือบผิว	แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบความทนทานต่อความร้อน
เรซินรีโซล				
เรซินรีโซล No.1	2	1	2	2
เรซินรีโซล No.2	2	1	2	2
เรซินรีโซล No.3	3	1	2	3
เรซินรีโซล No.4	2	1	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารเคลือบผิว	แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบความทนทานต่อความร้อน
เรซินโนโวแลคที่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI				
เรซินโนโวแลค No.1	5	5	5	4
เรซินโนโวแลค No.2	4	4	4	3
เรซินโนโวแลค No.3	4	4	4	4
เรซินโนโวแลค No.4	4	4	3	4
เรซินโนโวแลค No.5	5	4	4	4
เรซินโนโวแลค No.6	4	4	4	4
เรซินโนโวแลค No.7	3	3	3	2
เรซินโนโวแลค No.8	3	3	3	3
วานิชจากโรงงาน				
ผสมสารเชื่อมโยง HMDI	3	2	3	4
ไม่ได้ผสมสารเชื่อมโยง HMDI	2	4	4	4
รัก	4	4	2	3
พอลียูริเทน	5	3	5	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วานิชชนิดเรซินโนโวแลคที่ไม่ได้ผสมสารเชื่อมโยง HMDI แล้วนำไปตากแดดแทน ฟิล์มที่ได้เป็นสีน้ำตาลเข้ม และเกิดการย่น ไม่เรียบสม่ำเสมอ จึงไม่สามารถนำมาทดสอบสมบัติต่าง ๆได้

จากตารางที่ 4.5.1 แสดงสมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มที่เคลือบบนแผ่นไม้ทดสอบของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ ได้แก่ วานิชที่สังเคราะห์ได้ วานิชจากโรงงาน รักและพอลิยูรีเทน โดยเปรียบเทียบเมื่อผ่านการทดสอบในสภาวะต่าง ๆ กับที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ ผลการวิเคราะห์สามารถแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

1) <u>วานิชที่สังเคราะห์ได้</u>

- เรซินรีโซล ฟิล์มของวานิชแต่ละสูตรมีสมบัติในการยึดเกาะไม่ดี โดยเฉพาะเมื่อผ่านการทดสอบสมบัติต่าง ๆ แล้ว สมบัติในการยึดเกาะมีค่าลดลง

- เรซินโนโวแลคที่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI ฟิล์มของวานิชแต่ละสูตรมีสมบัติในการยึดเกาะดี ทั้งที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบและผ่านการทดสอบสมบัติต่าง ๆ

2) <u>วานิชจากโรงงาน</u>

- ฟิล์มของวานิชที่เคลือบลงบนแผ่นไม้ทดสอบ ทั้งที่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI และไม่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI ฟิล์มของวานิชมีสมบัติในการยึดเกาะผิวได้ดีขึ้นเมื่อผ่านการทดสอบ

3) <u>รัก</u>

- แผ่นไม้ทดสอบที่เคลือบผิวด้วยรัก เมื่อผ่านการทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ จะให้ผลในการยึดเกาะได้ดีเมื่อเทียบกับแผ่นไม้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ แต่จะให้สมบัติในการยึดเกาะของรักบนแผ่นไม้ทดสอบน้อยลง เมื่อผ่านการทดสอบความทนทานต่อแสงและความร้อน

4) <u>พอลิยูรีเทน</u>

- ฟิล์มของพอลิยูรีเทน เมื่อผ่านการทดสอบความทนทานต่อแสง จะให้สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มได้ดีมากเมื่อเทียบกับที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ แต่จะให้สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มลดลงเมื่อผ่านการทดสอบการทนทานต่อน้ำและความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สมบัติในการเปลี่ยนสี และความมันเงาของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบ

ตารางที่ 4.6.1 แสดงผลการเปลี่ยนสี และความมันเงาของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เมื่อผ่านการทดสอบ

ชนิดของสารเคลือบผิว	แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อความร้อน
เรซินรีโซล				
เรซินรีโซล No.1	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง-ส้ม, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เข้ม, เงา
เรซินรีโซล No.2	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง-ส้ม, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เข้ม, เงา
เรซินรีโซล No.3	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เงา
เรซินรีโซล No.4	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดง-เงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารเคลือบผิว	แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อความร้อน
โนโวแลคที่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI				
เรซินโนโวแลค No.1	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
เรซินโนโวแลค No.2	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
เรซินโนโวแลค No.3	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลง	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
เรซินโนโวแลค No.4	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารเคลือบผิว	แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อความร้อน
เรซินโนโวแลค No.5	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
เรซินโนโวแลค No.6	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
เรซินโนโวแลค No.7	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
เรซินโนโวแลค No.8	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารเคลือบเงา	แผ่นฟิล์มที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อน้ำ	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแสง	แผ่นฟิล์มที่ทดสอบสมบัติความทนทานต่อความร้อน
วานิชจากโรงงาน				
ผสมสารเชื่อมโยง HMDI	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
ไม่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI	ฟิล์มสีน้ำตาลแดง, เงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงาเล็กน้อย	ฟิล์มน้ำตาลแดงเข้ม, เงา
รัก	ฟิล์มสีดำ, เงา	ขอบเป็นสีดำด้าน, เงาลดลงเล็กน้อย	ฟิล์มสีดำ, เงาเล็กน้อย	ฟิล์มสีดำ, ความเงาลดลงเล็กน้อย
พอลิยูริเทน	ฟิล์มใสเห็นลายเนื้อไม้, เงา	บางส่วนของแผ่นฟิล์มโป่งออกมา, ขาดความเงา	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม	ลักษณะฟิล์มเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การปรับปรุงน้ำมัน CNSL โดยทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถันเข้มข้นมีความสำคัญมากในการเตรียมวานิช เพราะเป็นการกำจัดสารประกอบอินทรีย์ (Inorganic compounds) สารประกอบอินทรีย์ของไนโตรเจน และซัลเฟอร์ ซึ่งปะปนอยู่ใน CNSL เป็นจำนวนมาก จึงทำให้ CNSL ที่ได้เมื่อผ่านการปรับปรุงมีความบริสุทธิ์ขึ้น โดย CNSL ที่ไม่บริสุทธิ์จะมีสีน้ำตาลดำ และมีมลทินต่าง ๆ ปนอยู่มาก เมื่อผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้วจะได้ CNSL ที่มีลักษณะสีน้ำตาลแดงใส มีความหนืดลดลง และมีมลทินต่าง ๆ น้อยลง ทำให้กระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่าง CNSL กับฟอร์มาลีนเกิดขึ้นได้ดี

2. จากการศึกษาเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาพอริเมอไรเซชัน พบว่า เมื่อเวลาที่ใช้ในการเตรียมวานิชเพิ่มขึ้น วานิชที่เตรียมได้มีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากวานิชที่เตรียมได้มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น และการแยกตัวของน้ำออกจากวานิชจะเกิดได้ดี

3. ในการเตรียมวานิชในสภาวะกรดนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อนำมาทำการเชื่อมโยงสายโซ่โมเลกุล จะได้ผลิตภัณฑ์วานิชที่มีคุณภาพดีขึ้น จากการศึกษาพบว่า การใช้สารเชื่อมโยงHMDI ทำให้ผลิตภัณฑ์วานิชมีความสามารถในการยึดเกาะกับเนื้อไม้ได้ดีกว่าวานิชที่เตรียมในสภาวะกรดแล้วปรับสภาวะให้เป็นเบส เพื่อทำการเชื่อมโยงโดยใช้ฟอร์มาลีน นอกจากนี้ การใช้ HMDI เป็นสารเชื่อมโยงยังสามารถทำได้ที่อุณหภูมิห้องทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานที่ใช้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟอร์มาลีนเป็นสารเชื่อมโยงที่อุณหภูมิสูง

4. การเปรียบเทียบสมบัติในการยึดเกาะโดยแผ่นเทปของสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นฟิล์มแต่ละชนิดในลักษณะที่การเปลี่ยนแปลงลดลง เมื่อผ่านการทดสอบการทนทานต่อสภาวะต่าง ๆ คือ ความทนทานต่อน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความทนทานต่อแสง และความทนทานต่อความร้อน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

วานิชที่สังเคราะห์ได้ ฟิล์มของวานิชชนิดเรซินโนโวแลคมีความทนทานต่อสภาวะต่าง ๆ ได้ดีกว่าฟิล์มของวานิชชนิดเรซินริโซล โดยเฉพาะเรซินโนโวแลค No. 1 ซึ่งมีอัตราส่วนของ CNSL : ฟอร์มาลีน เท่ากับ 1 : 1 และใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาพอริเมอไรเซชัน 2 ชั่วโมง จะมีความทนทานต่อสภาวะต่าง ๆ ได้ดีมาก

วานิชจากโรงงานวานิชที่ไม่ผสม HMDI ทำการเชื่อมโยงโดยใช้แสงแดดเป็นเวลา 7 วัน ให้สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มดีมากขึ้นเมื่อผ่านการทดสอบการทนทานต่อสภาวะต่าง ๆ ได้ดีกว่า วานิชที่ผสมสารเชื่อมโยง HMDI

รักให้สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์ม เมื่อผ่านการทดสอบด้านความทนทานต่อน้ำได้ดีพอ ๆกับที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ ในขณะที่สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มรักเมื่อผ่านการทดสอบความทนทานต่อแสง และความทนทานต่อความร้อนลดลง

พอลิยูริเทนให้สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์ม เมื่อผ่านการทดสอบด้านความทนทานต่อแสงได้ดีพอ ๆ กับที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบ ในขณะที่สมบัติในการยึดเกาะของฟิล์มเมื่อผ่านการทดสอบความทนทานต่อน้ำ และความทนทานต่อความร้อนลดลง

5. วานิชที่ได้จาก CNSL สามารถนำมาทำวานิชเคลือบผิวไม้ได้ดีเพราะมีความหนืดต่ำ ทำให้ตัวทำละลายระเหยได้เร็ว โดยเฉพาะวานิชที่ใช้สารเชื่อมโยง ซึ่งมีระยะเวลาในการแห้งเร็วกว่าสารเคลือบผิวพอลิยูริเทน และมีคุณสมบัติพิเศษ สามารถป้องกันปลวกและมอดกัดกินเนื้อไม้ที่เคลือบ เพราะมีสารประเภทฟีนอลซึ่งเป็นอันตรายต่อแมลง ดังนั้นวานิชจาก CNSL สามารถนำไปใช้ในการเคลือบผิวไม้ เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไม้ในปัจจุบันและอนาคต

6. วานิชที่สังเคราะห์ได้ชนิดเรซินโนโวแลค NO.1 ที่ใช้สารเชื่อมโยง HMDI นอกจากมีสมบัติในการใช้เป็นวานิชเคลือบผิวไม้เพื่อการรักษาเนื้อไม้ได้ดีแล้ว ยังมีสีน้ำตาลแดงใส และเงา ทำให้เห็นลายเนื้อไม้ที่สวยงามด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2ข้อเสนอแนะ

1.ควรดำเนินการทดลองต่อไปในระดับโรงงานต้นแบบ เพื่อคำนวณต้นทุนการผลิต และแก้ไขข้อบกพร่องที่จะเกิดขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณการผลิต

2.ศึกษาถึงผลของเวลาที่มีต่อสมบัติของฟิล์มของวานิช โดยควรทำการทดสอบวานิชในระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของฟิล์มวานิชเป็นระยะ ๆ

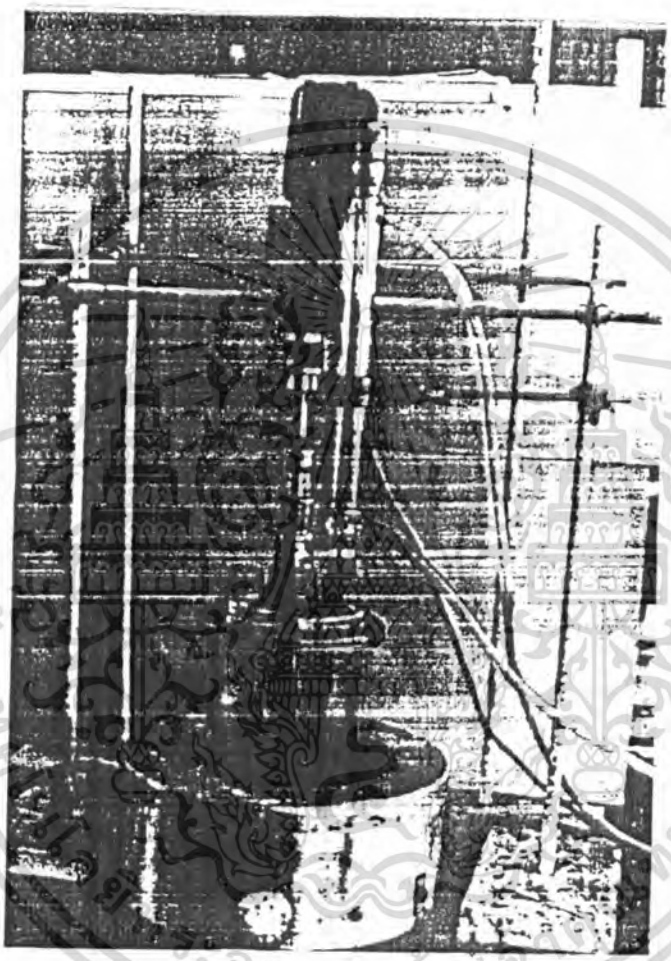
3.ศึกษาถึงผลของสารเชื่อมโยงที่มีต่อสมบัติของฟิล์มของวานิช โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณและชนิดของสารเชื่อมโยง

4.ควรทำการศึกษาในการนำ CNSL ไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

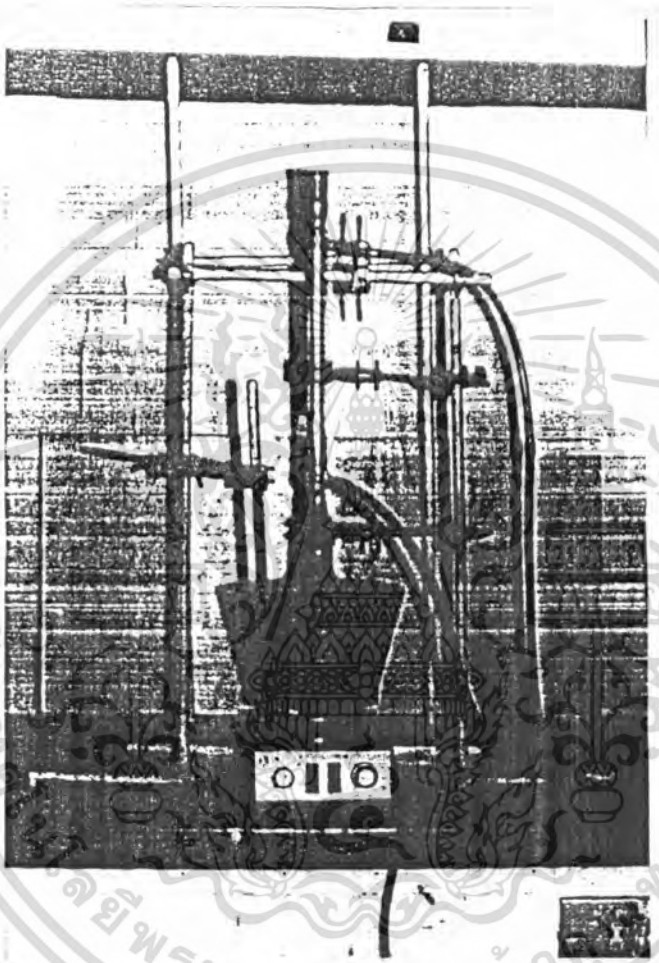
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงเครื่องมือสำหรับปรับปรุง CBSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. "Encyclopedia of Science and Technology", McGraw-Hill Inc., (2), 1971:pp. 89-92.
2. ส่วนวิชาการ สำนักบริหาร ธนาคารกสิกรไทย, มธม่วงหิมพานต์, เอกสารวิชาการธนาคารกสิกรไทย , (1), 2524 : หน้า1-16
3. Cornelius, J.A. "Cashew Nut Shell Liquid and Related Materials" Tropical Sci. 8(2), 1966: 79-84.
4. Hammonds, T.W. "The distribution of Cashew Nut Shell Liquid type compounds in the cashew plants" Tropical Sci. 19(3), 1977: 155-159.
5. Irvington Varnish and Insulator Company. Irvinton, New Jersey, U.S.A.
6. Raymond , M.R. and Long , J.S. in Treatise on Coatings: Formulations Part I, Marcel Dekker Inc., (4),1975.
7. Harvey T.M. "Resins from Cashew Nut Shell Liquid" U.S. Pat 1,838,077, Sep. 26, 1950.
8. Aggarwal, B.L. "Technology of Paints, Varnishes, Lacquers & Driers" SBP Consultants and Engineers, Delhi, India.
9. Sasaki, A. "Method of Preparing High Temperature Hardening Condensate". Showa 35-2800. Mar. 25, 1960.
10. Ajmani G.M. "The Cashew's Brighter Future" Economic Botony, 15(1), 1958 : 57-58.
11. Danver, L.S. "Emulsions of Cashew Nut Shell Liquid Resins and Polymerised Cashew Nut Shell Liquid " 1958.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. กรรณิการ์ สถาปิตานนท์ และคณะ, การทำวาร์นิชจากน้ำมันดิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในระดับห้องปฏิบัติการ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 2522.

13. Birillo,B. Arts of Asia 1982, 12, 65.

14. Lee,T.K. "Oriental Lacquer Art" Weatherhill, New York, 1972, pp. 20-21.

15. Garner,H. "Chinese Lacquer" Faber and Faber, London, 1979, pp. 15-52, 264-274.

16. Halser,W.D. in "Collier's Encyclopedia" Macmillan Educational, New York, Vol. 14 ,1979, pp. 242-242B.

17. Plesch,P.H. Shell Polymers 6(1982): 47.

18. Majima,R. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 55(1922): 191.

19. Tyman,J.H.K. and Matthews,A.J. J. Chromatogr. 235(1982): 149.

20. Yamauchi,Y. , Oshima,R. and Kumanotani,J. J. Chromatogr. 243(1982):71.

21. Du,Y. and Oshima,R. J. Chromatogr. 284(1984):463.

22. Du,Y. , Oshima,R. , Iwatsuki,H. and Kumanotani,J. J.Chromatogr. 295(1984):179.

23. Jefferson,A. and Wangchareontrakul,S. J.Chromatogr. 367(1986):145.

24. Du,Y. , Oshima,R. , Yamuchi,Y. , Kumanatoni,J. and Miyakoshi,T. Phytochemistry 25(1986):2211.

25. Halim,H. , Locksley,H.D. and Memon,J.J. J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1 1980: 2331.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26. Jefferson,A. , Sargent,M.V. and Wangchareontrakul,S. Aust. J. Chem. 41(1988):19.

27. Sargent,M. , Wangchareontrakul,S. and Jefferson ,A. J. Chem. Soc. Perkin Trans. I 1989: 431.

28. Kumanotani,J. FATIPEC Congr. 13(1976):360.

29. Kumanotani,J. "Organic Coatings Science and Technology" Marcel Dekker, New York,5(1983), pp. 239-253.

30. Oshima,R. ,Yamauchi,Y. , Watanabe,C. and Kumanotani,J. J. Org. Chem. 50(1985):2613.

31. Takada,M. , Oshima,R. , Yamauchi,Y. , Kumanotani,J. and Semo,M. J. Org. Chem. 53(1988):3073.

32. American Society Test Methods, ASTM D 1640-69 (Reapproved 1974), Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coating At Room Temperature, 1980.

33. กระทรวงอุตสาหกรรม, การทดสอบสี วานิชและวัสดุที่เกี่ยวข้อง เรื่อง การหาปริมาณส่วนน้ำสีส่วนที่ไม่ระเหย, มอก. 285, เล่มที่ 40 ,2531.

34. American Society Test Methods, ASTM D 3359-78, Standard Methods for Measuring Adhesion By Type Test, 1979.

35. กระทรวงอุตสาหกรรม, การทดสอบสี วานิชและวัสดุที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ความทนทานต่อน้ำ, มอก.285 , เล่มที่ 22,2525.

36. International Organization for Standardization , ISO3248-1975(E),Paints and Vanishes Determination of the Effect of Heat, 1975.

37. กระทรวงอุตสาหกรรม , การทดสอบสี วานิชและวัสดุที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ความทนทานต่อแสง, มอก. 285, เล่ม 18, 2525.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Garner,H. "Chinese Lacquer", Faber and Faber,London, 1979.
2. กรมศิลปากร " นำชมกรุงรัตนโกสินทร์ " อมรินทร์การพิมพ์ กรุงเทพมหานคร 2525 หน้า 53-55.
3. Pillot, J.P.,Dunogues, J., Gerval, J.M.D., and Tanh,M.V. Eur. Polym.J. 25(1989):285.
4. Tugtepe, M. J.Appl. Polym. Sci.39, 83(1990)
5. Sood, S.K., Tyman, J.H.P., Durrani, A.A., and Johnson,R.A. Lipid 21(1986):241.
6. Tyman , J.H.P., Tychpoulos , V., and Colenutt , B.A. J.Chromatogr. 231(1981):287.
7. Strocchi,A. and Lercker,G. J.Am. Oil Chem. Soc. (1977):616.
8. Hammonds, T.W. Trop.Sci. 19(13)(1977):156.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้