รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสีพลาสติกซอลจาก EVA สำหรับงานพิมพ์สกรีน

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร. ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ (หัวหน้าโครงการ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

ผศ.ดร. สุภารัตน์ รักชลธี (ผู้ร่วมโครงการ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

อาจารย์วรา ชัยนิตย์ (ผู้ร่วมโครงการ)

วิทยาลัยช่างศิลป สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จาก แหล่งเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสีพลาสติกซอลจาก EVA สำหรับงานพิมพ์สกรีน

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร. ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ (หัวหน้าโครงการ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

ผศ.ดร. สุภารัตน์ รักชลธี (ผู้ร่วมโครงการ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

อาจารย์วรา ชัยนิตย์ (ผู้ร่วมโครงการ)

วิทยาลัยช่างศิลป สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จาก แหล่งเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b 12778562

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 14244

วัน.เดือน.ปี 5 ก.ค. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาสีพลาสติกซอลจาก EVA สำหรับงานพิมพ์สกรีน
ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Development of EVA plastisol ink for silk screen printing
แหล่งเงิน เงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
ผศ.ดร. ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ (หัวหน้าโครงการ) ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.
ผศ.ดร. สุภารัตน์ รักชลธี (ผู้ร่วมโครงการ) ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.
อาจารย์วรา ชัยนิตย์ (ผู้ร่วมโครงการ) วิทยาลัยช่างศิลป สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสีพลาสติซอลโดยนำเอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ (EVA) มาใช้แทนพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ คือไดเอ็น ออกทิล-พทาเลต (DOP) และน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์ (ESO) โดยเตรียมผงสีผสมกับ EVA ด้วยเครื่องผสมระบบปิดที่อุณหภูมิ 90°C และความเร็วรอบ 60 rpm เวลา 45 นาที จากนั้นนำไปผสมกับ DOP ด้วยเครื่องผสมสองลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 30 นาที ควบคุมอัตราส่วน EVA:DOP เป็น 1:1 นำของผสมที่ได้ไปผสมกับ DOP และ/หรือ ESO เพื่อปรับปรุงสูตรผสมโดยการปั่นกวนด้วยใบพัดความเร็วสูง เรียกของผสมนี้ว่า สีพลาสติซอล และทำการทดสอบสมบัติต่างๆ ของสีพลาสติซอล พบว่า สีพลาสติซอลทุกสูตรที่เตรียมได้ มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 240-660 cp และแต่ละสูตรมีสมบัติทางความร้อนใกล้เคียงกันคือ T_g มีค่าอยู่ในช่วง -84 ถึง -74°C และ T_m มีค่าอยู่ในช่วง 37 ถึง 48°C จากนั้นนำสีพลาสติซอลที่เตรียมได้สกรีนบนผ้าฝ้าย 100% และนำมาอบให้ความร้อนเพื่อให้เกิดการเซตตัวที่อุณหภูมิ 60-90°C เป็นเวลา 2-5 นาที นำมาทดสอบสมบัติความคงทนก่อนและหลังการแช่น้ำเปล่าหรือซักล้าง ได้แก่ การยึดติดของสีพลาสติซอลบนผ้า ความคมชัดของลวดลาย และทดสอบเฉดสี พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ การอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 นาที เนื่องจากไม่พบการหลุดลอกของเนื้อสีหลังจากการแช่น้ำเปล่าหรือซักล้าง ซึ่งการแห้งเซตตัวของสีพลาสติซอล เกิดจากการให้ความร้อนจะทำให้ EVA หลอมและซึมลงรูพรุนของผ้าและไปเกาะติดที่ในเนื้อผ้า เมื่อเย็นตัวลงสีพลาสติซอลแข็งตัวและยึดเกาะกับผ้า และจากการเปลี่ยนผงสีที่ใช้ในสีพลาสติซอลจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน เพื่อดูความหลากหลายของการใช้สี พบว่าสามารถสกรีนและมีความคงทนเหมือนกัน

คำสำคัญ : สีพลาสติซอล, งานพิมพ์สกรีน, เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาสีพลาสติกซอลจาก EVA สำหรับงานพิมพ์สกรีน
ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Development of EVA plastisol ink for silk screen printing
แหล่งเงิน เงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
ผศ.ดร. ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ (หัวหน้าโครงการ) ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.
ผศ.ดร. สุภารัตน์ รักชลธี (ผู้ร่วมโครงการ) ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล.
อาจารย์วรา ชัยนิตย์ (ผู้ร่วมโครงการ) วิทยาลัยช่างศิลป สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

ABSTRACT

This research developed a new plastisol ink using ethylene vinyl acetate copolymer (EVA) instead of poly(vinyl chloride) (PVC). Plasticizer types and quantities (di-n-octyl phathalate, DOP) and epoxydized soybean oil, ESO) were changed. EVA was mixed with pigment powder using an internal mixer at 90°C with a speed of 60 rpm for 45 min. The mixture was blended with DOP using a two-roll mill at 90°C for 30 min to get a ratio of EVA : DOP at 1:1. DOP and/or ESO were later added into the mixtures to alter the ink formula. The adjusted mixture was homogeneously stirred and so called "plastisol". All the prepared plastisols were tested some properties. It was found that the viscosity of all plastisols was in a range of 240-660 cp. The T_g and T_m of EVA in plastisols were about -84 to -74°C and 37 to 48 °C, respectively. The plastisols were screened on the 100% cotton sheets and then heated to be set at 60-90°C for 2-5 min. The sheet was tested for durability by comparing the results before and after soaking in water or washing with detergent. The tests included adhesion of the plastisol on the sheet, pattern distinction and color tone. From the results, it was found that the appropriate condition for good adhesion of the plastisol on the 100% cotton sheets was 70°C for 5 min as no evidence of peeling off the plastisol on the sheet after durability test. This condition could melt the EVA in the plastisol and the molten EVA absorbed into the pores between cotton fibers and set in after cooling. The pigment change from red to blue in the plastisol did not alter the durability of the plastisol.

Keywords : plastisol ink, silk screen printing, EVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ

ทุนวิจัยจากแหล่งเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ สจล ประจำปีงบประมาณ 2558

วิทยาลัยช่างศิลป ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูปภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะรับได้	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การพิมพ์สกรีน	3
2.1.1 องค์ประกอบในการสร้างพิมพ์สกรีนด้วยกาวอัด	3
2.1.1.1 กรอบสกรีน (Frame)	3
2.1.1.2 ผ้าสกรีน (Screen Fabric)	3
2.1.1.3 กาวอัด	4
2.1.1.4 น้ำยาเคลือบแพทลี่	5
2.2. ระบบการพิมพ์สกรีน	6
2.2.1 ระบบการพิมพ์แบบพิมพ์ด้วยมือ	6
2.2.2 ระบบการพิมพ์แบบกึ่งอัตโนมัติ	6
2.2.3 ระบบการพิมพ์แบบอัตโนมัติ	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 หมึกพิมพ์ (Based Ink) 6

2.3.1 หมึกพิมพ์เชื้อน้ำ 7

2.3.2 หมึกพิมพ์เชื้อน้ำมัน 8

2.3.3 หมึกพิมพ์ยูวี 8

2.3.4 หมึกพิมพ์พลาสติซอล 8

2.4 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Poly vinyl chloride) 9

2.4.1 ลักษณะทั่วไปของพอลิไวนิลคลอไรด์ 9

2.4.2 สมบัติของพอลิไวนิลคลอไรด์ 9

2.4.3 การประยุกต์ใช้งาน 10

2.5 เอทิลลีน ไวนิล อะซิเทตโคพอลิเมอร์ (Ethylene Vinyl Acetate Copolymer) 10

2.5.1 ลักษณะทั่วไปของเอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ 10

2.5.2 สมบัติของเอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ 10

2.5.3 การประยุกต์ใช้งาน 11

2.6 พลาสติไซเซอร์ (Plasticizer) 11

2.6.1 น้ำมันถั่วเหลืองอิพ็อกซิไดซ์ (Epoxydize Soybean Oils) 11

2.6.2 ได เอ็น ออกทิลพทาเลต (Di-n-Octyl Phathalate) 12

2.7 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย 15

3.1 สารเคมี 15

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 15

3.3 เตรียม Master Batch ของสารผสม EVA และ DOP 16

3.4.การเตรียมสูตรสี EVA 16

3.5 การทดสอบ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.1. การทดสอบสมบัติของสี 16

3.5.1.1 การหาค่าความหนืด 16

3.5.1.2 ทดสอบสมบัติทางความร้อน 16

3.6 การสกรีนวัสดุ 17

3.7 การทดสอบสมบัติของสีบนผ้าหลังการสกรีน 17

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง 19

4.1 ความหนืดของสีพลาสติซอล 19

4.2 สมบัติทางความร้อน 20

4.3 อุณหภูมิและเวลาในการเซตตัว 21

4.4 สมบัติความคงทนก่อนและหลังซักล้าง 22

4.5 การปรับเปลี่ยนปริมาณสีและชนิดสี 27

4.6การปรับเปลี่ยนชนิดของพื้นผิว 30

4.7 เปรียบเทียบสมบัติของสีพลาสติซอลที่เตรียมได้กับพลาสติซอลเกรดการค้า 32

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 33

เอกสารอ้างอิง 34

ประวัติคณะผู้วิจัย/ผู้ร่วม/ที่ปรึกษา/ผู้ช่วยวิจัย 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 อัตราส่วนผสมของสี	16
4.1 ความหนืดของสีพลาสติซอล	19
4.2 ค่า T_g และ T_m ของ EVA ในสีพลาสติซอล	20
4.3 อุณหภูมิและเวลาที่ในการเซตตัว	21
4.4 อัตราส่วนและความหนืดของสีพลาสติซอลสูตรปรับปรุง	28
4.5 เปรียบเทียบสมบัติของสีพลาสติซอลที่เตรียมได้กับพลาสติซอลเกรดการค้า	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 อุปกรณ์ในการปฏิบัติการถ่ายด้วยกาวอัด	4
2.2 ตัวอย่างแม่พิมพ์กาวอัด	5
2.3 ภาพผลงานสมบูรณ์เปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มฟิล์มใสภาพต้นแบบดำทึบแสง	9
2.4 โครงสร้างของ PVC	9
2.5 โครงสร้างของ EVA	10
2.6 โครงสร้างของ ESO	12
2.7 โครงสร้างของ DOP	12
4.1 โครงสร้างของ DOP	20
4.2 โครงสร้างของ ESO	20
4.3 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆที่สกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่ไม่ผ่านการอบ	22
4.4 ชิ้นงานที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 2 นาที	23
4.5 ชิ้นงานที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 2 นาที	23
4.6 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 60°C หลังแช่น้ำเปล่า 30 นาที	24
4.7 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 60°C หลังจากทดสอบด้วยการซัก	25
4.8 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 70°C หลังแช่น้ำเปล่า 30 นาที	26
4.9 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 70°C หลังจากทดสอบด้วยการซัก	27
4.10 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3R1.5 โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการแช่น้ำเปล่า	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

4.11 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3R1.5
โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการซักล้าง 29

4.12 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3B1.5
โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการแช่น้ำเปล่า 29

4.13 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3B1.5
โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการซักล้าง 30

4.14 สกรีนลงวัสดุโลหะ 30

4.15 สกรีนลงวัสดุกระดาษ 31

4.16 สกรีนลงวัสดุผ้ามันที่ใช้สีสูตร D6E3R1.5 31

4.17 สกรีนลงวัสดุผ้ามันที่ใช้สีสูตร D6E3B1.5 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของงานวิจัย

การพิมพ์สกรีนเป็นเทคนิคในการพิมพ์ภาพลงบนวัตถุที่นิยมกันมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเทคนิคการพิมพ์สกรีนสามารถช่วยให้การพิมพ์ลายลงบนสิ่งทอนั้นเป็นเรื่องง่าย และสามารถผลิตได้ครั้งละจำนวนมากๆ จึงเป็นที่นิยมในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งในงานพิมพ์สกรีนนี้มีสีให้เลือกใช้หลายประเภท แต่ละประเภทของสีมีสมบัติแตกต่างกันไป โดยประเภทของสีที่มีสมบัติที่ดีที่สุดคือ สีพลาสติซอล เนื่องจากเป็นประเภทที่สามารถพิมพ์งานที่มีความละเอียดสูงได้คมชัดมากที่สุด แต่สีพลาสติซอลนี้มีข้อจำกัดมากมายหลายด้าน โดยจากการศึกษาพบว่าสีพลาสติซอลนั้น เดิมมีการใช้ พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) เป็นส่วนผสมของเนื้อสี ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันของโมเลกุลของ PVC ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และเมื่อพอลิไวนิลคลอไรด์ได้รับความร้อนสูงจะทำให้เกิดการเสียสภาพทางความร้อนเกิดก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride) เกิดขึ้น โดยก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์สามารถทำหน้าที่ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบอัตโนมัติ ในการเร่งการเสียสภาพของ PVC ทำให้เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้หลังจากการเชื่อมต่อกันของโมเลกุลของ PVC จะทำให้สีพลาสติซอลมีความหนืดสูงเป็นเหตุให้ในการชะล้างสีพลาสติซอลออกจากแม่พิมพ์นั้นต้องใช้น้ำมันสนในการชะล้างซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการปรับเปลี่ยนเนื้อสีซึ่งเป็นองค์ประกอบของ พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride,PVC) โดยใช้เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ (Ethylene Vinyl Acetate Copolymer, EVA) เพื่อเป็นการปรับปรุงข้อจำกัดของสีพลาสติซอลแบบเดิม ซึ่ง EVA สามารถให้สมบัติด้านการยึดเกาะได้คล้ายคลึงกับ PVC สามารถใช้อุณหภูมิในการเชื่อมต่อโมเลกุลที่ลดลง และ EVA เมื่อเกิดการสลายตัวจะไม่ให้สารที่เป็นพิษ ทำให้ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถใช้สารที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายชะล้างสีพลาสติซอลออกจากแม่พิมพ์ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาสีพลาสติซอลโดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อสีเป็น EVA และศึกษาผลของอัตราส่วนของสารต่างๆ ในการเตรียมสีพลาสติซอล ต่อสมบัติของสี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.เตรียมสูตรผสมของสีพลาสติซอลโดยใช้ EVA เป็นเนื้อสีตามอัตราส่วนของสารต่างๆ ในการผสมเป็นสีพลาสติซอล ดังนี้

สูตรที่ 1 คือ EVA : DOP : ESO = 1 : 11.1 : 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 2 คือ EVA : DOP : ESO = 1 : 9 : 4

สูตรที่ 3 คือ EVA : DOP : ESO = 1 : 6 : 3.2

สูตรที่ 4 คือ EVA : DOP : ESO = 1 : 3 : 4.8

2.ศึกษาสมบัติของสีพลาสติซอลชนิด EVA ที่สังเคราะห์ขึ้นได้ โดยศึกษา

- อุณหภูมิในเซ็ตตัวของสี
- ความหนืดของสีพลาสติซอลที่สังเคราะห์ได้
- ทดสอบสมบัติทางความร้อนของสีพลาสติซอลด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter
- ทดสอบการยึดติดของสีพลาสติซอลบนผ้า
- ทดสอบความคมชัดของลวดลายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง
- ทดสอบเฉดสี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สามารถใช้ EVA เป็นเนื้อสีในสีพลาสติซอลแทน PVC ได้

2.ได้สีพลาสติซอลที่ใช้ในงานพิมพ์สกรีนที่อุณหภูมิต่ำกว่าสีพลาสติซอลแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพิมพ์สกรีน [1,2]

การพิมพ์สกรีนเป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้หลักการปาดสีหรือหมึกพิมพ์ผ่านผ้าสกรีนที่ขึงตึงบนกรอบที่ทำขึ้น โดยปิดและเปิดบริเวณรูผ้าสกรีนให้มีลายภาพตามความต้องการ การพิมพ์นี้สามารถพิมพ์ได้กับวัสดุหลายชนิด เช่น ผ้า กระดาษ พลาสติก กระจก กระเบื้อง เซรามิคและโลหะ ปัจจุบันระบบการพิมพ์สกรีนเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการพิมพ์ และวงการศึกษามากขึ้น เช่นใช้พิมพ์สินค้าให้สวยงามน่าใช้ ใช้พิมพ์ป้าย งานสื่อโฆษณา - ประชาสัมพันธ์ ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เป็นต้น และนับว่าเป็นระบบการพิมพ์งานที่ใช้ทุนน้อย โดยใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือเพียงไม่กี่ชนิดก็สามารถพิมพ์ได้ กระบวนการพิมพ์สกรีน เป็นระบบการพิมพ์ที่มีขั้นตอนการทำงานที่ง่ายโดยการพิมพ์สกรีนจะต้องสร้างแม่พิมพ์ด้วยกาวอัดซึ่งมีองค์ประกอบในการพิมพ์สกรีนที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.1 องค์ประกอบในการสร้างพิมพ์สกรีนด้วยกาวอัด

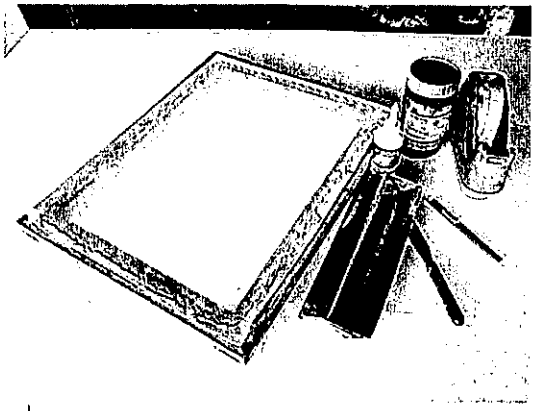
2.1.1.1 กรอบสกรีน (Frame)

กรอบสกรีนเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการกำหนดขนาดของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับลายพิมพ์ และช่วยยึดผ้าสกรีนให้มีความตึงเท่ากันทั้ง 4 ด้าน กรอบสกรีนควรมีความแข็งแรง และต้องไม่บิดงอได้ง่ายเมื่อถูกน้ำหรือความร้อน มีน้ำหนักเบาและต้องทนต่อแรงดึงหลังจากขึงผ้าสกรีน ที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 2 ประเภท ดังนี้ กรอบไม้และกรอบประเภทโลหะหรืออลูมิเนียม

2.1.1.2 ผ้าสกรีน (Screen Fabric)

ผ้าสกรีนเป็นวัสดุที่ถือเป็นหัวใจของการพิมพ์สกรีน มีหน้าที่เป็นโครงสร้างในการสร้างภาพบนสกรีนหรือช่วยยึดกาวอัดและแผ่นฟิล์มชนิดต่างๆที่ใช้สร้างภาพบนสกรีน เกิดเป็นลายภาพต่างๆที่ต้องการ ปัจจุบันผ้าสกรีนมีให้เลือกหลายชนิด หลายขนาด ได้แก่ ผ้าสกรีนเส้นใยสังเคราะห์ประเภทไนลอน เส้นใยสังเคราะห์ประเภทพอลิเอสเทอร์และผ้าสกรีนชนิดสแตนเลส ตามความเหมาะสมของงานพิมพ์ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงการเลือกใช้ผ้าสกรีนให้ถูกต้องและเหมาะสมกับงานพิมพ์นั้น มีองค์ประกอบหลักในการพิจารณาเลือกใช้โดยทั่วไป ได้แก่ ชิ้นงานหรือวัสดุพิมพ์ที่พิมพ์ ภาพต้นฉบับหรือลวดลายที่ต้องการพิมพ์ ความหยาบละเอียดของผ้าสกรีนและประเภทของหมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ในการปฏิบัติการถ่ายด้วยกาวอัด

2.1.1.3 กาวอัด

งานพิมพ์สกรีน มีวิธีในการสร้างแม่พิมพ์ 2 วิธี คือ วิธีไม่ใช้แสง (Non-Exposure) และวิธีการถ่ายด้วยแสง (Exposure) ในการสร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีการถ่ายด้วยแสงนั้น สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1. แม่พิมพ์ด้วยวิธีกาวอัดชนิดต่างๆ เช่น แม่พิมพ์กาวอัดชนิดไดโครเมต แม่พิมพ์กาวอัดชนิดไดอาโซ และแม่พิมพ์กาวอัดชนิดพอลิเมอร์แบบผสมสำเร็จ

2. แม่พิมพ์ด้วยวิธีฟิล์มถ่ายแบบต่างๆ ได้แก่ แม่พิมพ์วิธีฟิล์มถ่ายม่วง และแม่พิมพ์วิธีฟิล์มถ่ายไฟสตาร์ เป็นต้น

ในการสร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีถ่ายด้วยแสง เป็นการสร้างแม่พิมพ์บนผ้าสกรีนโดยตรง ด้วยการนำกาวอัดผสมกับน้ำยาไวแสงในอัตราส่วนที่กำหนด แล้วเคลือบบนผ้าสกรีน จากนั้นอบให้แห้งในห้องที่ควบคุมแสง แล้วติดฟิล์มหรือแบบถ่ายที่ต้องการบนด้านที่สัมผัสชิ้นงาน จากนั้นนำไปถ่ายด้วยแสงโดยใช้เวลาที่เหมาะสม แล้วจึงนำไปล้างน้ำเพื่อเก็บลายภาพ จากนั้นทำให้แห้ง เมื่อเนื้อกาวแห้งจะมีลักษณะคล้ายฟิล์มที่มีสมบัติพิเศษที่สามารถทนต่อหมึกพิมพ์ แรงเสียดสีของการปาดหมึกพิมพ์ และต่อการชะล้างได้ดี

การสร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีกาวอัดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากให้ภาพหรืองานพิมพ์ที่มีรายละเอียดเหมือนต้นฉบับ เหมาะสำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการความคมชัดหรือลายภาพที่มีความละเอียดสูง และงานพิมพ์ที่ต้องการชิ้นงานจำนวนมากๆ เพราะแม่พิมพ์มีความคงทนต่อแรงเสียดสีได้ดี การสร้างแม่พิมพ์วิธีกาวอัดถ่ายด้วยแสง จะต้องใช้ความละเอียดอ่อนเป็นพิเศษและการฝึกฝนบ่อยๆ จึงจะทำให้ผลิตผลงานพิมพ์ออกมาได้คุณภาพและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้กาวอัดในแต่ละชนิด จึงควรศึกษาสมบัติเฉพาะของเนื้อกาวอัด และความเหมาะสมกับการใช้หมึกพิมพ์เพื่อความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ตัวอย่างของกาวอัดที่มีใช้ในปัจจุบัน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาวอัดชนิดไดโครเมต เนื้อกาวอัดเป็นสีชมพู เนื้อกาวมีความละเอียด ใช้เวลาในการถ่ายด้วยแสงน้อยเหมาะสำหรับงานพิมพ์กราฟฟิคที่เน้นความคมชัด และเก็บรายละเอียดได้ดี มีความคงทนต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำมัน ประเภทแห้งช้า ดรูไลท์ (Drulite Ink) และประเภทแห้งเร็ว (สีที่มีส่วนประกอบของ PVC) หากเคลือบด้วยน้ำยาแพทลี่ (Patly) จะคงทนต่อหมึกเชื้อน้ำกาวอัดชนิดนี้ใช้ผสมกับน้ำยาไวแสงชนิดไดโครเมต

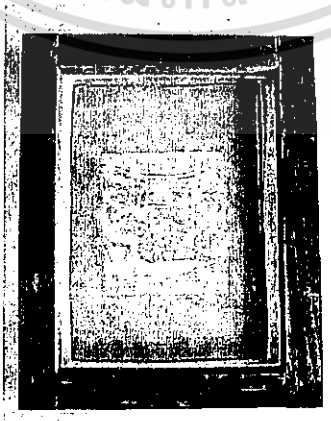
กาวชนิดไดอะโซฟาสต์ เนื้อกาวอัดเป็นสีฟ้าอ่อน สามารถจัดวางตำแหน่งภาพได้ง่าย เนื้อกาวมีความละเอียดเหมาะสำหรับการพิมพ์กราฟฟิคที่เน้นความคมชัด และมีความคงทนต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำและเชื้อน้ำมัน หมึกพิมพ์เชื้อพลาสติซอล หรือหมึกพิมพ์ยูวี เนื้อกาวมีความคงทนต่อแรงเสียดสีได้ดีกาวอัดชนิดนี้ใช้ผสมกับน้ำยาไวแสงชนิดไดอะโซ

กาวอัดชนิดไดอะโซ เนื้อกาวอัดเป็นสีม่วงอ่อน สีของกาวอัดในกรอบสกรีนที่แห้งแล้วมีความใสสามารถมองผ่านได้ง่าย ทำให้จัดตำแหน่งแบบถ่ายได้ง่ายเนื้อกาวอัดมีความละเอียดเหมาะสำหรับงานพิมพ์ผ้าทุกชนิด ทั้งผ้ายืดผ้าผืนและผ้าหลา หรือชิ้นงานที่ต้องการความคมชัดเป็นพิเศษ สามารถเก็บรายละเอียดของแบบภาพได้ดี มีความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำเป็นพิเศษ กาวอัดใช้ผสมกับน้ำยาไวแสงชนิดไดอะโซ

กาวอัดประเภทโฟโต้พอลิเมอร์ชนิดผสมเสร็จ เป็นเนื้อกาวอัดแบบชนิดผสมน้ำยาไวแสงสำเร็จรูป เนื้อกาวเมื่อแห้งมีสีอ่อน เนื้อกาวมีความเข้มข้นสูงเหมาะสำหรับใช้กับงานพิมพ์คุณภาพสูงในงานอุตสาหกรรมหรืองานพิมพ์ที่ต้องการให้หมึกลงหนาเป็นพิเศษ ให้ความคมชัดได้ดีเนื้อกาวทนทานต่อหมึกพิมพ์ มีราคาแพง

2.1.1.4 น้ำยาเคลือบแพทลี่

ใช้กับแม่พิมพ์สกรีนเพื่อเคลือบกาวอัดทุกชนิดเมื่อแห้งแล้ว มีสมบัติทำให้กาวอัดทนต่อน้ำ เมื่อเคลือบแล้วทำให้แม่พิมพ์สกรีนมีความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำเพิ่มมากขึ้นน้ำยามีฤทธิ์เป็นกรดจึงควรใช้กับผ้าสกรีนที่เป็นพอลิเอสเทอร์



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแม่พิมพ์กาวอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. ระบบการพิมพ์สกรีน

การพิมพ์สกรีนในสมัยก่อนจะใช้แรงงานคนทั้งหมดทุกขั้นตอนตั้งแต่การผลิตแม่พิมพ์สกรีนจนกระทั่งเสร็จสิ้นขั้นตอนการพิมพ์ซึ่งเป็นการพิมพ์ด้วยมือ ในปัจจุบันได้มีการนำเครื่องจักรกลมาใช้ในการพิมพ์สกรีน เนื่องจากความต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานการพิมพ์ที่ดี การพิมพ์สกรีนสามารถแบ่งได้ตามระบบการพิมพ์เป็น 3 แบบ คือ ระบบการพิมพ์แบบพิมพ์ด้วยมือ (Manual) ระบบการพิมพ์แบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic) และ ระบบการพิมพ์แบบอัตโนมัติ (Automatic)

2.2.1 **ระบบการพิมพ์แบบพิมพ์ด้วยมือ** เป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้มือในการสกรีน กลไกในการทำงานของเครื่องมือมีความซับซ้อนน้อยที่สุด โดยเครื่องมือจะมีส่วนประกอบเพียงส่วนเดียว คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการพิมพ์ ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องเริ่มต้นจากการติดตั้งแม่พิมพ์สกรีน จากนั้นนำชิ้นงานที่ต้องการพิมพ์วางบนตำแหน่งที่ทำฉากไว้ และเริ่มพิมพ์ ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดจำเป็นต้องให้ผู้พิมพ์เป็นผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด ระบบการพิมพ์แบบนี้จะมีราคาไม่สูงมาก และส่วนใหญ่จะใช้สำหรับพิมพ์วัสดุที่เป็นแผ่นเรียบเท่านั้น

2.2.2 **ระบบการพิมพ์แบบกึ่งอัตโนมัติ** ระบบการพิมพ์แบบนี้บางส่วนจะเป็นกลไกอัตโนมัติและใช้มือ โดยเฉพาะในส่วนของการพิมพ์ที่เครื่องจะพิมพ์ชิ้นงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องอาจติดตั้งส่วนรับการพิมพ์แบบอัตโนมัติหรือไม่มีก็ได้ แต่ในส่วนของการป้อนชิ้นงานยังอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก เครื่องพิมพ์แบบนี้สามารถพิมพ์ได้ทั้งวัสดุที่มีรูปทรงแบนราบและรูปทรงอื่นๆ และเนื่องจากขั้นตอนในการพิมพ์เป็นแบบอัตโนมัติซึ่งมีการตั้งค่าการพิมพ์ที่คงที่ ทำให้คุณภาพการพิมพ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอและใกล้เคียงกันมากกว่าเครื่องพิมพ์แบบพิมพ์ด้วยมือ

2.2.3 **ระบบการพิมพ์แบบอัตโนมัติ** การพิมพ์สกรีนแบบนี้จะมีกลไกการทำงานของเครื่องพิมพ์ทุกขั้นตอนเป็นแบบอัตโนมัติ ตั้งแต่การป้อนชิ้นงาน พิมพ์และรับชิ้นงาน ทำให้สามารถพิมพ์ชิ้นงานได้เร็วกว่าเครื่องพิมพ์แบบพิมพ์ด้วยมือและกึ่งอัตโนมัติ ส่วนที่แตกต่างจากเครื่องพิมพ์อีกสองประเภทคือส่วนป้อนการพิมพ์ที่เป็นแบบอัตโนมัติ ดังนั้นการพิมพ์จะอาศัยแรงงานคนเฉพาะในการตรวจสอบผลงานพิมพ์ ตรวจสอบเครื่องเมื่อมีปัญหาและดูแลรักษาเท่านั้น ความสามารถของเครื่องพิมพ์อัตโนมัติสามารถพิมพ์ได้ทั้งวัสดุแผ่นเรียบและวัสดุที่มีรูปทรงต่าง ๆ ด้วย เช่น ทรงกระบอก ทรงรี ทรงโค้ง เป็นต้น อย่างไรก็ตามเครื่องพิมพ์แบบอัตโนมัติส่วนใหญ่จะผลิตมาใช้สำหรับชิ้นงานที่เป็นแผ่นเรียบที่มีความหนาไม่มากนักเนื่องจากข้อจำกัดในส่วนการป้อนชิ้นงาน

2.3 **หมึกพิมพ์**

หมึกพิมพ์ (Based Ink) เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการพิมพ์ในทุกระบบ สำหรับหมึกพิมพ์สกรีนนั้น จะมีความเข้มข้นและความละเอียดสูงเป็นพิเศษ และมีอยู่หลายชนิดเพื่อให้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมกับการพิมพ์ได้กับวัสดุต่างๆ เช่น ไม้ กระดาษ ผ้า โลหะ พลาสติก กระจก หรือแผ่นวงจรไฟฟ้า ฯลฯ ดังนั้นผู้พิมพ์ต้องเลือกใช้หมึกพิมพ์ให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับชนิดหรือประเภทของวัสดุของชิ้นงาน ปัจจุบันหมึกพิมพ์สกรีนมีให้เลือกใช้หลายประเภท อาจจำแนกตามชนิดและสมบัติได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. หมึกพิมพ์เชื้อน้ำ (Water-Based Ink)
2. หมึกพิมพ์เชื้อน้ำมัน (Solvent-Based Ink)
3. หมึกพิมพ์พลาสติซอล (Plastisol Ink)
4. หมึกพิมพ์เชื้อยูวี (UV-Based Ink)

โดยหมึกพิมพ์สกรีน 3 ประเภทแรก มีองค์กระกอบหลัก 4 อย่าง คือ สารให้สี ตัวทำละลาย เรซิน และสารเติมแต่ง สำหรับหมึกพิมพ์สกรีนยูวีประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 อย่าง คือ สารให้สี มอนอเมอร์ พรีพอลิเมอร์ สารเติมแต่งและสารเริ่มปฏิกิริยาด้วยแสง

2.3.1 หมึกพิมพ์เชื้อน้ำ

หมึกพิมพ์สกรีนเชื้อน้ำ (Water-based Ink) เป็นหมึกพิมพ์มีน้ำเป็นตัวทำละลายให้หมึกอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว หมึกพิมพ์สกรีนเชื้อน้ำที่ถูกผลิตขึ้นมา มีสมบัติของเนื้อสี และเฉดสีที่แตกต่างกันออกไป เนื้อสีแห้งได้โดยการระเหยของน้ำ หากเนื้อสีมีความเข้มข้นมากเกินไปให้ผสมด้วยน้ำยาผสมสี (Softy) เนื้อสีไม่มีกลิ่นเหม็น หมึกพิมพ์เชื้อน้ำเหมาะสำหรับการพิมพ์บนวัสดุบางประเภทเท่านั้น เช่น กระดาษ ผ้า และพลาสติกประเภทพอลิไวนิลคลอไรด์ (พีวีซี) โดยสามารถล้างออกได้ด้วยน้ำสะอาด การใช้งานหมึกพิมพ์เชื้อน้ำแบ่งตามประเภทสีที่ใช้ได้ ดังนี้

สีธรรมดา (สีจม) ใช้สำหรับการพิมพ์ผ้าสีขาวหรือสีอ่อนและใช้พิมพ์บนกระดาษบางชนิดได้ เนื้อหมึกพิมพ์จะจมลงในเนื้อผ้า ทำให้เกิดความนุ่มนวลต่อการสัมผัสและทนทานต่อการซักล้าง

สีลอย ใช้สำหรับการพิมพ์ผ้าสีดำหรือสีเข้ม ซึ่งมีเส้นฝ้ายผสมได้ดี เมื่อสีแห้งจะลอยเด่นมีความสดของสี

สียาง ใช้สำหรับการพิมพ์ผ้าสีอ่อนและสีเข้ม เมื่อสีแห้งจะมีลักษณะเป็นยาง สีมันเงาและยืดได้ เนื้อสีมีความเข้มข้นชนิดทึบแสงและโปร่งใส

สีสะท้อนแสง ใช้สำหรับการพิมพ์ผ้าสีอ่อนและสีเข้มเนื้อมีความพิเศษ คือมีความสดและสีสว่างกว่าชนิดอ่อน

สีนูน ใช้สำหรับการพิมพ์ผ้าฝ้าย (cotton) ทุกสี เมื่อหมึกพิมพ์แห้งนำไปผ่านความร้อนจะทำให้ฟูขึ้นมา

สีพิมพ์ผ้ามัน ใช้สำหรับการพิมพ์ผ้ามันทุกชนิด มีทั้งแบบธรรมดา และสีลอย เนื้อสีมีความสดและยึดเกาะบนผ้ามันได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 **หมึกพิมพ์เชื้อน้ำมัน**

หมึกพิมพ์เชื้อน้ำมัน (Solvent-based Ink) เป็นหมึกพิมพ์ที่ต้องอาศัยน้ำมันเป็นตัวทำละลาย และใช้น้ำมันล้างสีเฉพาะตามสมบัติที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับประเภทของหมึกพิมพ์ เนื้อสีแห้งได้โดยอุณหภูมิปกติจากการระเหยของน้ำมันผสม เนื้อสีมีกลิ่นเหม็นจากน้ำมันที่ใช้เป็นตัวทำ -ละลายและน้ำมันใช้ล้างโดยแยกเป็นประเภทได้ดังนี้

หมึกพิมพ์ดรูไลท์ (Dulite Ink) เป็นหมึกพิมพ์แห้งช้า ต้องผสมน้ำมันเฉพาะหรือน้ำมันสนในการล้างทำความสะอาด ใช้สำหรับงานพิมพ์โลหะ ไม้ กระจก กระดาษและพลาสติกบางประเภท และเหมาะที่สุดกับงานพิมพ์ที่ต้องการให้หมึกพิมพ์นูน เช่น นามบัตร การ์ด ทั้งนี้ควรใช้ฟิล์มม่วง

หมึกพิมพ์พีวีซี (PVC Ink) เป็นหมึกพิมพ์ที่แห้งเร็ว ต้องใช้น้ำมันผสมเพื่อให้แห้งช้าและน้ำมันล้างโดยเฉพาะเนื้อสีพิมพ์มีทั้งแบบโปร่งแสงและทึบแสง เหมาะสำหรับการพิมพ์บนกระดาษ พลาสติกเนื้ออะคริลิก สติ๊กเกอร์ หนังเทียม และฉลากผลิตภัณฑ์บนขวดพลาสติก เป็นต้น

2.3.3 **หมึกพิมพ์ยูวี**

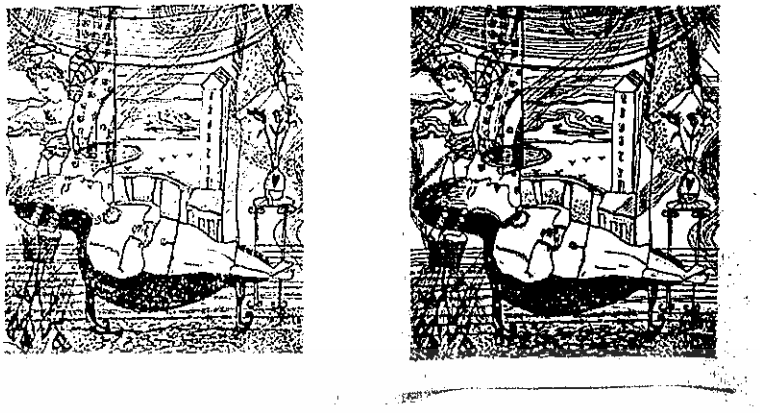
หมึกพิมพ์ยูวี (UV-Based Ink) เป็นหมึกพิมพ์ที่ต้องได้รับแสงรังสียูวี โดยการใช้เครื่องอบฉายลงบนชั้นฟิล์มของหมึกหลังจากที่พิมพ์ลงวัสดุเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ใช้กับงานพิมพ์ที่มีคุณภาพสูงในระบบอุตสาหกรรม

2.3.4 **หมึกพิมพ์พลาสติซอล**

หมึกพิมพ์พลาสติซอล (Plastisol Ink) เป็นหมึกพิมพ์ประเภทพอลิเมอร์ที่มีสารพลาสติไซ -เซอร์ (Plasticizer) เป็นองค์ประกอบหลัก หมึกพิมพ์แบบธรรมดาและสีลอย เหมาะสำหรับการพิมพ์ลงบนผ้าทุกประเภท และผ้าสังเคราะห์พิเศษ เนื้อหมึกไม่สามารถแห้งเองได้โดยอุณหภูมิปกติ สามารถทำให้แห้งได้โดยการใช้พลังงานแสงจากหลอดยูวีที่ให้ความร้อน 130-180 °C มีทั้งแบบ 1 สี, หลากสีและการพิมพ์ชุดสอดสี เนื้อสีสามารถล้างออกได้ด้วยน้ำมันสน การใช้งานต้องมีอุปกรณ์อื่นเสริมในการทำงาน เนื้อสีมีราคาแพง เป็นที่นิยมใช้กับงานพิมพ์ระบบอุตสาหกรรมที่ต้องการคุณภาพของชิ้นงานสูง

สีพลาสติซอลเป็นสีที่ใช้พิมพ์งานที่มีความละเอียดได้คมชัดสูง แต่สีพลาสติซอลนี้มีข้อจำกัดมากมายหลายด้าน เนื่องจากใช้พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นส่วนผสมของเนื้อสีจึงต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันของโมเลกุลของ PVC ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และเมื่อได้รับความร้อนสูง จะทำให้เกิดการเสียสภาพทางความร้อนเกิดก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride) ขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

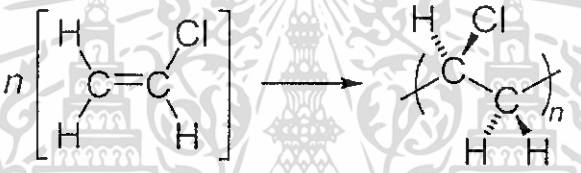
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ภาพผลงานสมบูรณ์เปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มฟิล์มใสภาพต้นแบบดำทึบแสง

2.4 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Poly vinyl chloride)

2.4.1 ลักษณะทั่วไปของพอลิไวนิลคลอไรด์



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ PVC

พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นโฮโมพอลิเมอร์พอลิไวนิลคลอไรด์ ซึ่งสังเคราะห์ได้จากมอนอเมอร์ไวนิลคลอไรด์ โดยปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบรวมตัว (Addition polymerization) มีปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.4.2 สมบัติของพอลิไวนิลคลอไรด์

- เป็นเทอร์โมพลาสติก มีลักษณะเป็นผงสีขาวขุ่นทึบ
- มีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ประมาณ 1.45 - 1.50
- มีค่า T_g 80 - 84°C
- สมบัติทางความร้อน สมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล บางค่าแสดงดังนี้

  จุดหลอมเหลว 212°C

  ความร้อนจำเพาะ (c) 0.9 kJ/(kg•K)

  ค่าความแข็งกด (Hardness) Shore D เท่ากับ 90 - 116

  ค่าความแข็งแรงดึง (Tensile strength) เท่ากับ 50 - 80 MPa
- มีความโค้งงอดีที่อุณหภูมิสูง
- ทนต่อสภาพการใช้งาน การซักล้าง และมีอายุการใช้งานสูง
- สามารถผสมสีและแต่งสีได้เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขึ้นรูปได้ง่าย

- มีความยืดหยุ่น และโค้งงอได้ดีซึ่งปรับปรุงได้โดยใช้พลาสติไซเซอร์

2.4.3 **การประยุกต์ใช้งาน**

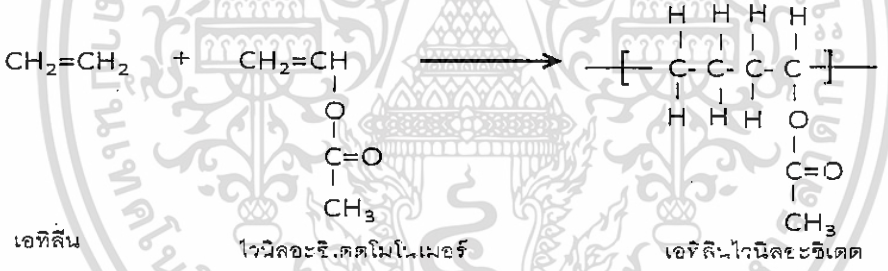
พอลิไวนิลคลอไรด์มีลักษณะเหนียวและพิมพ์ง่าย จึงนิยมใช้ทำท่อน้ำ สายไฟฟ้า ถุงมือของเด็กเล่นชนิดเป่าลม ถ้วยและถาดบรรจุอาหารชนิดแผ่นบาง ใช้ทำถุงและพลาสติกบรรจุของ รองเท้าเด็ก ขวดน้ำมันพืชชนิดต่างๆ ขอบกันกระแทกและตัวบัตรต่าง

2.5 เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์

2.5.1 ลักษณะทั่วไปของเอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์

เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ (Ethylene Vinyl Acetate Copolymer, EVA) เป็นโคพอลิเมอร์ระหว่างเอทิลีนกับไวนิลอะซิเทต มีเอทิลลีนเป็นเนื้อหลักประมาณ 75-90% และไวนิลอะซิเทตเป็นตัวเสริมแต่งทำให้เกิดความยืดหยุ่น โดยลดการเกิดผลึก พบว่า ถ้ามีปริมาณเอทิลีนมากกว่า 75% จะทำให้ได้โคพอลิเมอร์ที่มีสมบัติแข็ง

EVA เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันภายใต้ความดันสูงของเอทิลีนและไวนิลอะซิเทต สารก่ออนุมูลอิสระที่นิยมใช้คือ Azo-bis-isobutyronitrile, Organic peroxides และ Persulphates มีปฏิกิริยาดังนี้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ EVA

2.5.2 สมบัติของเอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์

- เป็นเทอร์โมพลาสติก มีลักษณะเป็นเม็ดใสจนถึงขุ่น

- มีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ประมาณ 0.926 - 0.95

- สามารถละลายได้ในสารอะโรมาติก และคลอริเนตไฮโดรคาร์บอน ที่อุณหภูมิสูง

- อุณหภูมิจุดเปราะ (Brittle Point) ต่ำกว่า –70°C และจุดอ่อนตัว (Softening point) อยู่ระหว่าง 60 - 80°C

- มีค่า T_g ตั้งแต่ -20°C (ของโฮโมพอลิเมอร์) จนถึง 20°C

- มีค่า Dielectric strength เท่ากับ 21 kV/mm

- มีค่า Dielectric constant at 1 MHz เท่ากับ 2.8

- สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล มีค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความแข็งกด (Hardness) Shore D เท่ากับ 90 - 95

ค่าความแข็งแรงดึง (Tensile strength) เท่ากับ 2.9 - 19.6 MPa

ค่าการดึงยืด ณ จุดขาด (Extension et break) เท่ากับ 500 - 700%

- มีความโค้งงอดีที่อุณหภูมิสูง
- มีความสามารถในการสปริงตัวได้ดี โดยไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์
- ทนต่อสภาพการใช้งาน การซักล้าง และมีอายุการใช้งานสูง
- สามารถให้สีได้ง่ายและสวยงาม
- ขึ้นรูปได้ง่าย
- มีความยืดหยุ่น และโค้งงอได้ดีโดยไม่ต้องใช้พลาสติไซเซอร์

2.5.3 **การประยุกต์ใช้งาน**

- เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลและจุดอ่อนตัวต่ำ มักใช้เป็น Wax additive ในงานเคลือบกระดาษ นอกจากนี้ยังเป็นสารยึดติด และพลาสติไซเซอร์
- เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ที่มีสมบัติคล้ายยาง มักใช้ในงานบรรจุภัณฑ์ประเภทอาหาร และผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์
- เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ ใช้ในการงานการผลิตรองเท้า เบาะรองนั่ง
- ปริมาณไวนิลอะซิเทตน้อยกว่า 7% จะได้ฟิล์มที่มีความเหนียว ใส มีความมันวาว

2.6 พลาสติไซเซอร์

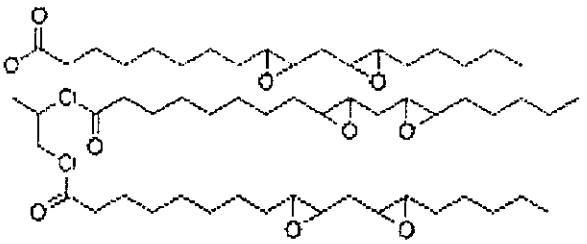
พลาสติไซเซอร์ เป็นสารเติมแต่ง ที่ใส่ลงในกระบวนการผลิตพลาสติกเพื่อทำให้มีสมบัติเปลี่ยนไปคือ มีความอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่นสูง ทนต่อสภาวะความเป็นกรดด่าง ทนต่ออุณหภูมิสูง สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและยา เครื่องมือทางการแพทย์ ของเล่นสำหรับเด็ก เป็นต้น โดยสารเหล่านี้จะไม่ทำปฏิกิริยากับพลาสติกแต่จะไปแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลของพลาสติก ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลอ่อนลง พลาสติไซเซอร์ที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น สารกลุ่มพทาเลต (phthalate) สารกลุ่มอะดิเปต (adipate) สารกลุ่มมาลีเอต (maleate) และน้ำมันอิพ๊อกซิไดซ์ (epoxidized vegetable oils) เป็นต้น

2.6.1 **น้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์** (Epoxydize Soybean Oils)

2.6.1.1 ลักษณะทั่วไปของน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์

น้ำมันถั่วเหลืองอิพอกซิไดซ์ (ESO) เป็นพลาสติไซเซอร์ โดยสังเคราะห์มาจากการน้ำมันถั่วเหลืองทำปฏิกิริยากับกรดแอซิติกเปอร์ออกไซด์ โดยมีกรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ ESO

2.6.1.2 สมบัติน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์

- ลักษณะเป็นของเหลวเหนียว สีเหลืองอ่อน
- มีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ประมาณ 0.993
- สมบัติทางฟิสิกส์ มีค่าดังนี้

จุดเยือกแข็ง 0°C

จุดวาบไฟ 227°C

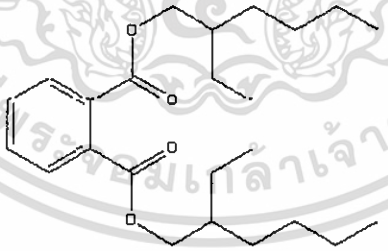
2.6.1.3 การประยุกต์ใช้งาน

น้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์เป็นพลาสติไซเซอร์ ที่ใส่ลงในกระบวนการผลิตพลาสติกเพื่อทำให้มีสมบัติเปลี่ยนไปคือ มีความอ่อนนุ่ม, ยืดหยุ่นสูง, ทนต่อสภาวะความเป็นกรดด่างและ ทนต่ออุณหภูมิ

2.6.2. ได เอ็น ออกทิลพทาเลต (Di-n-Octyl Phathalate)

2.6.2.1 ลักษณะทั่วไปของได เอ็น ออกทิลพทาเลต

ได เอ็น ออกทิลพทาเลต (Di-n-Octyl Phathalate,DOP) มีโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของ DOP

2.6.2.2 สมบัติได เอ็น ออกทิลพทาเลต

- ลักษณะเป็นของเหลวเหนียว สีใส
- มีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ประมาณ 0.978 - 0.990
- สมบัติทางฟิสิกส์ มีค่าดังนี้

ความหนืด(mPa.sec) 78

จุดวาบไฟ 219°C

จุดเดือด 340°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 การประยุกต์ใช้งาน

ได เอ็น ออกทิลพทาเลต เป็นตัวทำละลาย และพลาสติไซเซอร์ ในกระบวนการผลิตพลาสติก

2.7 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

P.Karmalm และคณะ[3] ศึกษาสูตรเชื่อมโยงโดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดส์ในพีวีซีพลาสติซอส น้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์เป็นพลาสติไซเซอร์ในพอลิไวนิลคลอไรด์ ในงานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติของวัสดุเมื่อใช้และไม่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์ในพีวีซีพลาสติซอสและพีวีซีสารแขวนลอย โดยเติมในอัตราส่วนของน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์ 50 phr ต่อ พีวีซีแต่ละชนิด 100 phr จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 180 °C โดยเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการอบ คือ 5,15,20 และ 30 นาที จากผลการทดสอบการแข็งแรงดึง เมื่อเติมน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์ในพีวีซีแต่ละชนิด พบว่าค่ามอดุลัสเพิ่มขึ้นสรุปได้ว่าน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์มีผลต่อการเชื่อมโยงที่ทำให้วัสดุแข็งตัวได้

A.Jimenez และคณะ[4] ศึกษาการสลายตัวทางความร้อนของพอลิไวนิลคลอไรด์พลาสติซอสขึ้นอยู่กับการไมเกชันของพอลิเมอร์พลาสติไซเซอร์ โดยใช้ปริมาณพีวีซีและพลาสติไซเซอร์ที่แตกต่างกันผลการทดสอบ Dynamic และ isothermal จากเครื่อง TGA (Thermogravimatric analyzer) พบว่า เสถียรภาพทางความร้อนของพีวีซีพลาสติซอสที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ 145 °C และ ความเข้มข้นของพลาสติไซเซอร์ที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ 50 และ 70 phr

F.I. Altuna และคณะ[5] งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติของซินเทคติกโฟม (Syntactic foams) โดยเตรียมจากไดไกลซิดิลอีเทอร์ของบิสฟีนอลเอ (Diglycidyl ether of bisphenol A (DGEBA)) กับน้ำมันถั่วเหลืองอิพอกซิไดซ์ (Epoxidized soybean oil ,ESO) โดยศึกษาปริมาณของน้ำมันถั่วเหลืองอิพ๊อกซิไดซ์ที่แตกต่างกันคือ 0,20,40,60,80 และ100 %wt ซึ่งใช้ glass microballoon เป็นสารตัวเติม ในสัดส่วนโดยปริมาตรเท่ากับ 0.55 และเมทิลเททระไฮโดรพทาลิกแอนไฮไดร์ด (Methyl - tetrahydrophthalic anhydride (MTHPA)) เป็นสารเชื่อมโยง โดยผสมในสภาวะสุญญากาศ จากนั้นนำโฟมมาศึกษาสมบัติเชิงกลต่าง ๆ พบว่า โฟมที่มี ESO มากกว่า 60 wt% มีค่าความแข็งแรงดัดงอและความแข็งแรงกดอัดลดลง แต่ความเครียด ณ จุดขาดเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการเพิ่มปริมาณ ESO จะทำให้อุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วลดลง โดยจากผลการทดสอบทำให้เกิดประโยชน์ในการผลิตโฟมเพื่อนำไปใช้เป็นแกนกลางของแซนวิสพาแนล (sandwichs panals) ต่อไป

Z. Mrklic และคณะ [6] ได้ทำการศึกษากระบวนการระเหยของ dioctyl phthalate (DOP) จากพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) โดยวิธี Thermogravimetry Isothermal ในช่วงอุณหภูมิ 120-150°C และตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบประกอบด้วย 10.15-37.11 %wt ของ DOP ซึ่งค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราของกระบวนการระเหยของพลาสติไซเซอร์ได้จากการคำนวณและขึ้นกับความเข้มข้นเริ่มต้นของพลาสติไซเซอร์ในพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์และอุณหภูมิที่กำหนดในทางคณิตศาสตร์ซึ่งอุณหภูมิมีอิทธิพลมากกว่าความเข้มข้นเริ่มต้นของพลาสติไซเซอร์ โดยค่าคงที่อัตราของความเข้มข้นเริ่มต้นแสดงให้เห็นว่า อัตราการควบคุมขั้นตอนในกระบวนการทางกายภาพของการสูญเสียพลาสติไซเซอร์ และความเข้มข้นที่ได้ขึ้นอยู่กับค่าที่แสดงจากพารามิเตอร์ได้แก่ค่า k_0 และ q และพลังงานกระตุ้นของกระบวนการได้จากการคำนวณที่ขึ้นอยู่กับค่าคงที่อัตราการระเหยของอุณหภูมิ จากผลการทดสอบเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจะมีผลกระทบน้อยต่อการระเหยของ DOP แต่จะมีผลกระทบมากเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมี

EVA (Ethyl Vinyl Acetate) : เกรด UL 00728CC, บริษัท Exxon Mobil Chemical

DOP (Di-*n*-Octyl Phthalate) : เกรดการค้า, บริษัท ศรีเทพไทยเคมี จำกัด

ESO (Epoxidize Soybean Oils) : เกรดการค้า VIKOFLEX®, บริษัท ศรีเทพไทยเคมี จำกัด

ผงสี (pigment powder) : บริษัท ฟิลอสเคม จำกัด : สีแดง 2004 และ สีน้ำเงิน 5002

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์สำหรับผลิตสีพลาสติซอล

- เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด
- เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer): รุ่น RVT, บริษัท BROOKFIELD ENGINEERING LABORATORIES.ING
- เครื่อง Differential Scanning Calorimetric (DSC) : รุ่น 204 F1 Phoenix, บริษัท NETZSCH
- กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Dino – Lite Digital Microscope Pro 2) : รุ่น MiniScan XE plus, บริษัท ANMO Eletromic Corparation
- เครื่องวัดเครื่องวัดสีมาตรฐาน ASTM D-1925 (Spectrophotrometer) : รุ่น Miniscan XE plus, บริษัท Hunter lab
- เครื่องผสม 2 ลูกกลิ้ง (two roll-mill) บริษัท Lab Tech Engineer Co.,Ltd
- เครื่องผสม (internal mixer) บริษัท OHG duis Buge รุ่น D-47055 Duisburg
- แท่นให้ความร้อน (Hot plate) บริษัท IKA รุ่น C-MAC HS7
- บริภัณฑ์เครื่องแก้ว
- เครื่องปั่นกวน

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับงานสกรีน

- ผ้า cotton 100% เบอร์ 20 ขนาด 4.5×4.5 นิ้ว
- บล็อกสกรีน 1 ชุดขนาด 12×16 นิ้ว
- รูปภาพลายตัวเลข
- เครื่องฉายแสง
- ไดร์เป่าผม
- ยางปาดสกรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกรียงสำหรับป่าดสี
- เครื่องให้ความร้อนแบบสายพาน
- ตู้อบให้ความร้อน

3.3 เตรียม Master Batch ของสารผสม EVA และ DOP

1.เตรียม EVA และผงสี ผสมในเครื่องผสมระบบปิด ที่ อุณหภูมิ 90°C จนเป็นเนื้อเดียวกัน

2. เตรียม EVA, DOP และสีผสมเข้มข้น คิดเป็นอัตราส่วน EVA ต่อ DOP เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก และสีเข้มข้น 1 %

3. ตั้งอุณหภูมิของลูกกลิ้งของเครื่องผสมสองลูกกลิ้งที่ 90°C จากนั้นค่อยๆ ใส่ EVA และ DOP บนลูกกลิ้งสลับกันจนสารผสมเข้ากันได้ดี

3.4 การเตรียมสูตรสี EVA

ชั่งสารผสมตามอัตราส่วนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของสี

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก		
	EVA	DOP	ESO
D11E0R1	1	11.1	0
D9E4R1	1	9	4
D6E3R1	1	6	3.2
D3E5R1	1	3	4.8
D1E5R1	1	1	4.8

ผสม EVA:DOP (1:1) และ DOP ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C จนเข้ากัน (ยกเว้นสูตร D1E5R1 ไม่เติม DOP เพิ่มในสูตร) จากนั้นใส่ ESO ปั่นกวนต่อจนสารผสมทั้งหมดเข้ากัน (ยกเว้นสูตร D11E0R1 ไม่เติม ESO เพิ่มในสูตร) ในขั้นนี้จะได้สีผสมสูตร นำเนื้อสีที่ได้ไปทดสอบดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

3.5 การทดสอบ

3.5.1 การทดสอบสมบัติของสี

3.5.1.1 การหาค่าความหนืด

เทตัวอย่างสีปริมาณ 120 ml ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 ml จุ่มโรเตอร์เบอร์ 4 ลงในสี แล้วหมุนสกรูต่อเชื่อมเข้ากับเครื่อง Brookfield viscometer จากนั้นเลื่อนโรเตอร์ลงมาจนถึงตำแหน่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดไว้ ตั้งรอบ 100 rpm ที่ต้องการใช้ หลังจากมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 3 นาที อ่านค่าและจดบันทึกเป็นทศนิยมตำแหน่งเดียว คำนวณค่าความหนืดในหน่วยเซนติพ้อยต์ (cp)

3.5.1.2 ทดสอบสมบัติทางความร้อน

หาสมบัติทางความร้อนของ EVA ด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimetric (DSC) โดยปริมาณที่ใช้เท่ากับ 5 - 10 mg อุณหภูมิหลอมเหลวและอุณหภูมิหล่อเย็นเท่ากับ 10 °C/min อุณหภูมิที่ใช้เท่ากับ -100 ถึง 100 °C ในสภาวะ N_2

3.6 การสกรีนบนวัสดุ

3.6.1 การสกรีนบนผ้าฝ้าย 100%

ขั้นตอนการสกรีน

เตรียมแม่พิมพ์และผืนผ้าฝ้าย (cotton) 100% เบอร์ 20 ขนาด 4.5×4.5 นิ้วบนโต๊ะ เทหมึกพิมพ์ลงบนตำแหน่งพิมพ์ จับยางปาดสกรีนเพื่อเตรียมพิมพ์ ปาดหมึกพิมพ์ผ่านภาพ 1 ครั้ง แล้วยกแม่พิมพ์ขึ้นจากตำแหน่งพิมพ์ นำผ้าพิมพ์ออก เก็บหมึกพิมพ์ที่เหลือลงในกระป๋องสี ทำความสะอาดแม่พิมพ์ด้านปาดหมึกพิมพ์และด้านสัมผัสชิ้นงาน เป่าแม่พิมพ์จนแห้ง ใช้ตู้อบให้ความร้อนโดยใช้อุณหภูมิ 60-90°C เวลา 2-5 นาที

3.6.2 การสกรีนลงวัสดุอื่น ๆ

นำสีพลาสติซอลมาสกรีนมาลงบนวัสดุอื่น ได้แก่ โลหะที่ไม่มีรูพรุนที่พื้นผิว กระดาษที่มีรูพรุนและ ผ้ามันที่มีรูพรุน นำไปให้ความร้อนด้วยวิธี Flat Cure ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 70°C เป็นเวลา 10 วินาที

3.7 การทดสอบสมบัติของหมึกพิมพ์บนผ้าหลังการสกรีน

3.7.1 สภาวะการทดสอบการทนทานต่อการซักล้าง

3.7.1.1 ไม่ทำการซัก

3.7.1.2 ทำการแช่ด้วยน้ำเย็น (ไม่ใช้น้ำยาซักฟอก)

โดยใช้น้ำปริมาณ 120 ml ใส่บีกเกอร์ขนาด 150 ml ทำการแช่ผ้าเป็นเวลา 30 นาที

3.7.1.3 ทำการซักด้วยน้ำเย็น (ซักด้วยน้ำยาซักฟอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142447

โดยใช้น้ำปริมาณ 500 ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 ml ใช้ผงน้ำยาซักฟอก 1.75 กรัม และ ทำการแช่ผ้าเป็นเวลา 15 นาทีและทำการปั่นกวนด้วยเครื่องปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที จากนั้น ปั่นกวนด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 15 นาที

3.7.2 การวัดเฉดสีด้วยเครื่องวัดสี

ทำการทดสอบด้วยเครื่องวัดสีตามมาตรฐาน ASTM D – 1925 โดยการเปรียบเทียบกับ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีก่อนอบ หลังอบ และหลังซักล้าง โดยมีหลักการดังนี้

L : ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness)

L = 0 = Perfect black sample

L = 100 = Perfect white sample

a* : ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว (Red-green)

a เป็น + สีจะไปในทิศทางของสีแดง

a เป็น - สีจะไปในทิศทางของสีเขียว

b* : ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (Yellow-blue)

b เป็น + สีจะไปในทิศทางของสีเหลือง

b เป็น - สีจะไปในทิศทางของสีน้ำเงิน

c* : ความสดใสของสี

สามารถคำนวณได้จาก $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$

h° : เป็นตัวที่ระบุว่าสีนั้นมีตำแหน่งอยู่ที่ใดมีหน่วยเป็นองศา

สามารถคำนวณได้จาก $h^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$

3.7.3 การวัดความคมชัดของลวดลายด้วยเครื่องวัดกำลังขยาย (กล้องจุลทรรศน์แบบแสง)

ทำการวัดโดยการเปรียบเทียบก่อนอบ หลังอบและหลังซักล้าง ดูความกว้างและความคมชัดของลวดลายที่สกรีนบนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมสีพลาสติซอลสำหรับงานซิลค์สกรีน โดยใช้เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ (EVA) เป็นเนื้อสีแทนพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ คือ DOP และ ESO จากนั้นนำสีพลาสติซอลที่เตรียมได้มาศึกษาสมบัติต่างๆ เช่น ความหนืด สมบัติทางความร้อน อุณหภูมิและเวลาในการเซตตัวและสมบัติความคงทนก่อนและหลังการซักล้าง ได้แก่ การยึดติดของสีพลาสติซอลบนผ้า ความคมชัดของลวดลายและทดสอบเฉดสี

4.1 ความหนืดของสีพลาสติซอล

การเตรียมสูตรของสีพลาสติซอล ในงานวิจัยนี้เป็นการผสมโดยใช้ EVA เป็นเนื้อสี และ DOP และ ESO เป็นพลาสติไซเซอร์ เมื่อนำมาวัดค่าความหนืดได้ผล ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความหนืดของสีพลาสติซอล

สูตร	อัตราส่วน(โดยน้ำหนัก)			ความหนืด (cp)
	EVA	DOP	ESO	
D11E0R1	1	11.1	0	530 - 560
D9E4R1	1	9	4	240 - 290
D6E3R1	1	6	3.2	250 - 260
D3E5R1	1	3	4.8	620 - 660
D1E5R1	1	1	4.8	N/D
พลาสติซอลเกรดการค้า	-	-	-	1880 - 2000

สีพลาสติซอลทุกสูตรที่เตรียมได้ มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 240-660 cp น้อยกว่าความหนืดของสีพลาสติซอลเกรดการค้า (1800-2000 cp) อย่างไรก็ตามสีพลาสติซอลทุกสูตร (ยกเว้น D1E5R1) สามารถทำการสกรีนได้เหมือนสีพลาสติซอลเกรดการค้า

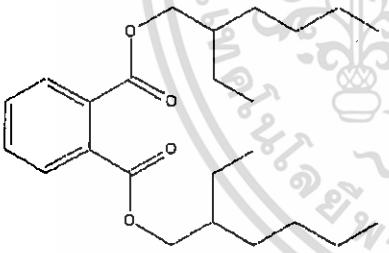
การเติม ESO เพื่อทดแทน DOP ปริมาณมากในสูตรสีพลาสติซอล (สูตร D1E5R1) พบการแยกชั้นของเนื้อสี ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการเข้ากันระหว่าง EVA และ ESO ไม่ดี ต่างกับการผสม EVA กับ DOP ดังนั้นสีพลาสติซอลสูตร D1E5R1 นี้ จึงไม่นำมาวัดค่าความหนืดและไม่นำมาทำการทดสอบต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

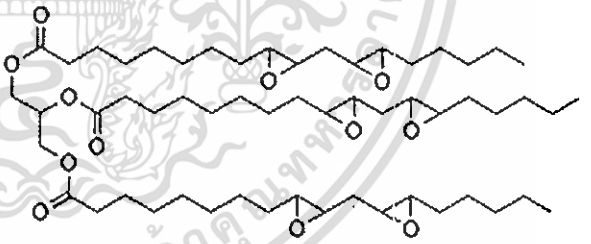
4.2 สมบัติทางความร้อน

สีพลาสติซอลที่เตรียมได้ นำมาทดสอบสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) สมบัติที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าแต่ละสูตรมีค่าอุณหภูมิในการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g) ในช่วง -84 ถึง -74°C และ อุณหภูมิการหลอมเหลวผลึก (T_m) มีค่าอยู่ในช่วง 37 ถึง 48°C

เมื่อเปรียบเทียบ T_g และ T_m ของ EVA กับ EVA ในสีพลาสติซอล พบว่า T_g และ T_m ของ EVA ในสีพลาสติซอลมีค่าลดลง เพราะ DOP และ ESO ซึ่งทำหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์แทรกตัวเข้าไปอยู่ระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์เคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้สูตร D11E0R1 มีค่า T_g ลดลงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ เพราะ EVA สามารถผสมเข้ากันได้ดีกับ DOP มากกว่า EVA ผสมกับ ESO นั้นก็เป็นเพราะ DOP มีหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์ชนิดปฐมภูมิ (Primary plasticizer) อีกทั้ง ESO มีโครงสร้างใหญ่กว่าและ มวลโมเลกุลที่มากกว่า DOP มาก ESO จึงมีหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์ชนิดทุติยภูมิ (Secondary plasticizer) เมื่อทำการผสมจึงเข้าแทรกตัวในสายโซ่โมเลกุลได้ยาก ทำให้ผสมเข้ากันไม่ดี จึงทำให้เมื่อมีการลดลงของปริมาณ DOP จะทำให้ T_g ของมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นในการเลือกอุณหภูมิในการเซตตัวของสีพลาสติซอลจึงใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า T_m ของ EVA คือใช้อุณหภูมิ ตั้งแต่ 60°C ขึ้นไป ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าว สามารถทำให้ EVA ของพลาสติซอลที่เตรียมได้เริ่มหลอมและไหลเข้ารูพรุนของผ้าได้



รูปที่ 4.1 โครงสร้างของ DOP



รูปที่ 4.2 โครงสร้างของ ESO

ตารางที่ 4.2 ค่า T_g และ T_m ของ EVA ในสีพลาสติซอล

สูตร	EVA	D11E0R1	D9E4R1	D6E3R1	D3E5R1
T_g (°C)	-71	-84	-80	-79	-74
T_m (°C)	42 - 57	37 - 48	37 - 46	37 - 47	37 – 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 อุณหภูมิและเวลาในการเซตตัว

สีพลาสติซอลที่เตรียมได้ถูกนำมาสกรีนลงบนผ้าฝ้าย 100% และอบ โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและเวลาในการเซตตัว ดังตารางที่ 4.3 ใช้อุณหภูมิที่ 60 – 90 °C และเวลา 2 – 5 นาที จากการทดสอบการแห้งสัมผัส พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เลือกใช้ในการสกรีนผ้า ทำให้สีพลาสติซอลที่สกรีนลงผ้าแห้งได้ทุกสูตร แต่สีพลาสติซอลที่ไม่ผ่านการอบ จะไม่แห้งเมื่อสัมผัสสีไม่มีความคงทนสามารถหลุดร่อนออกมาได้

ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิและเวลาที่ในการเซตตัว

อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ใช้ในการอบ (นาที)	การแห้งสัมผัส			
		D11E0R1	D9E4R1	D6E3R1	D3E5R1
อุณหภูมิห้อง (ไม่อบ)	-	X	X	X	X
60	2	√	√	√	√
	3	√	√	√	√
	4	√	√	√	√
	5	√	√	√	√
70	2	√	√	√	√
	3	√	√	√	√
	4	√	√	√	√
	5	√	√	√	√
80	2	√	√	√	√
	3	√	√	√	√
	4	√	√	√	√
	5	√	√	√	√
90	2	√	√	√	√
	3	√	√	√	√
	4	√	√	√	√
	5	√	√	√	√

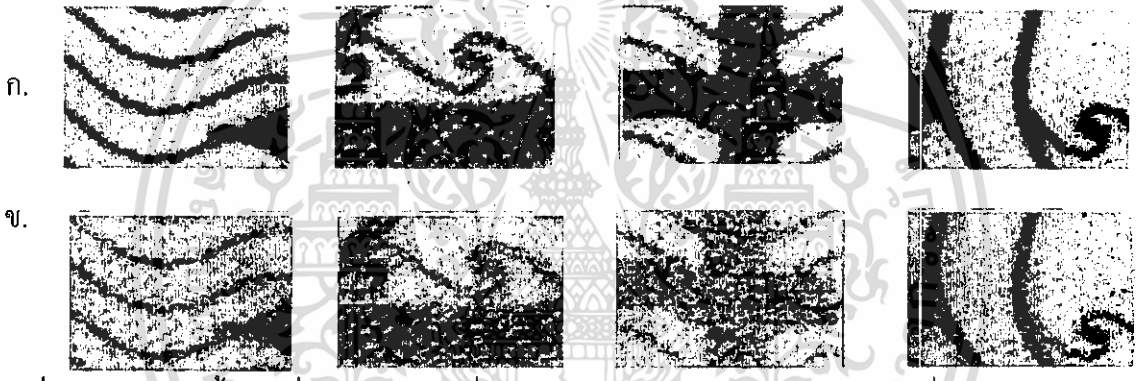
4.4 สมบัติความคงทนก่อนและหลังซักล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบัติความคงทนก่อนและหลังซักล้างของสีพลาสติซอล ประเมินจากการวัดความคมชัดของสีพลาสติซอลหลังสกรีน ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง และวัดเฉดสี ด้วยเครื่องวัดสีตามมาตรฐาน ASTM D-1925

กรณีที่ 1 ไม่ผ่านการอบ

รูปที่ 4.3 ก. แสดงตัวอย่างชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบ เปรียบเทียบกับตัวอย่างชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบแต่นำไปซัก (รูปที่ 4.3 ข.) โดยแสดงภาพแตกต่างกัน 4 ตำแหน่ง พบว่า การนำชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบไปซัก มีการหลุดลอกของสีพลาสติซอล จากชิ้นงานในทุกตำแหน่ง แสดงให้เห็นว่าสีพลาสติซอลที่ไม่ได้ผ่านการเซตตัวโดยการอบ ไม่มีความคงทนต่อการซัก ดังนั้นจึงต้องอบชิ้นงานหลังการสกรีนสีพลาสติซอล เพื่อให้สีเกิดการเซตตัว มีการยึดติดที่ดี และความคงทน ก่อนนำไปใช้งานต่อไป



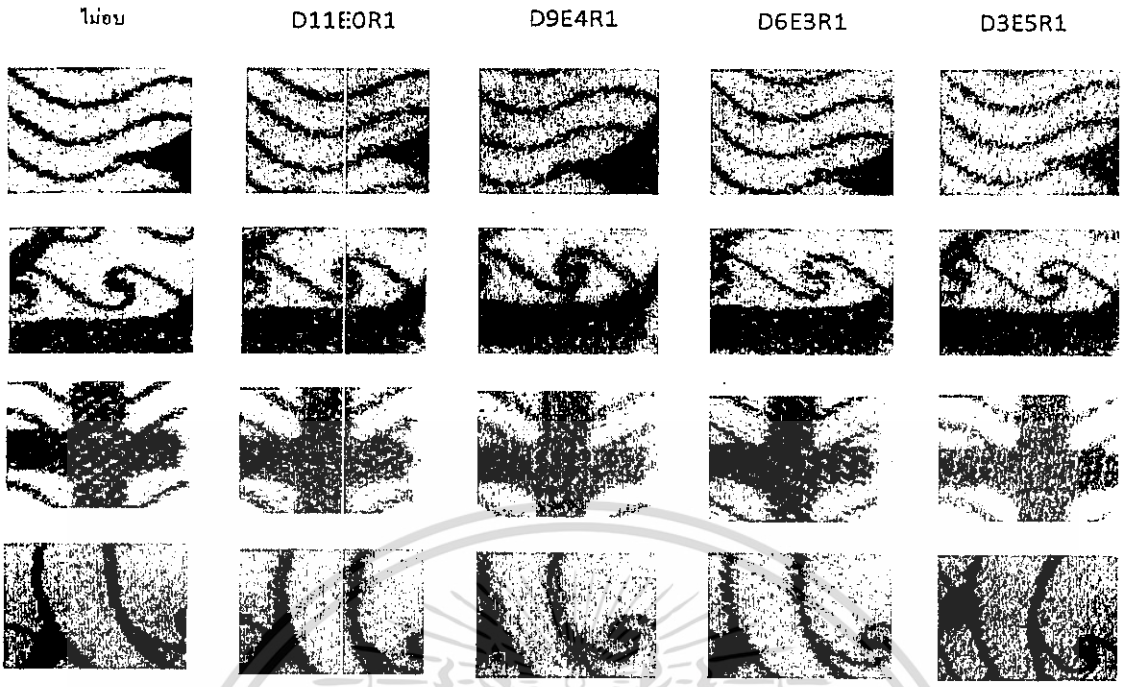
รูปที่ 4.3 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆที่สกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่ไม่ผ่านการอบ ; ก. ก่อนการซัก และ ข. หลังการซัก

กรณีที่ 2 ผ่านการอบ

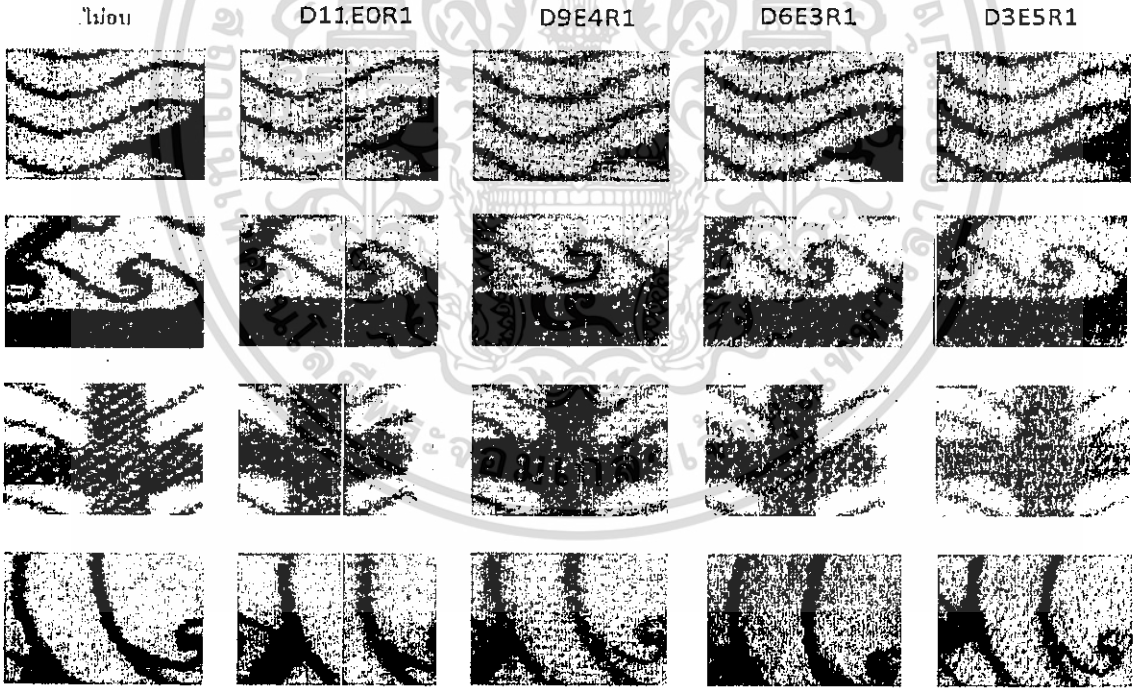
กรณีที่ 2.1 การเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม

ชิ้นงานผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 – 90°C เป็นเวลา 2-5 นาที จากการพิจารณาด้วยตาเปล่า พบว่าชิ้นงานที่อบที่อุณหภูมิ 80 และ 90°C เป็นเวลา 2 นาที เนื้อสีพลาสติซอลมีการซึดจางลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจาก EVA ในสีพลาสติซอลสามารถหลอมได้และมีความหนืดลดลง เมื่ออุณหภูมิในการอบสูงขึ้น จึงเกิดการไหลของสีพลาสติซอลเข้าไปในรูพรุนของผ้าได้ดีมากขึ้น ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ ซึ่งนำเสนอรูปภาพจากการใช้สีพลาสติซอลสูตรต่างๆ โดยแสดงตำแหน่งต่างๆ 4 ตำแหน่ง ดังนั้นในการทดลองที่เหลือจึงเลือกการอบชิ้นงานที่ 60 และ 70°C เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ชิ้นงานที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 2 นาที



รูปที่ 4.5 ชิ้นงานที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 2 นาที

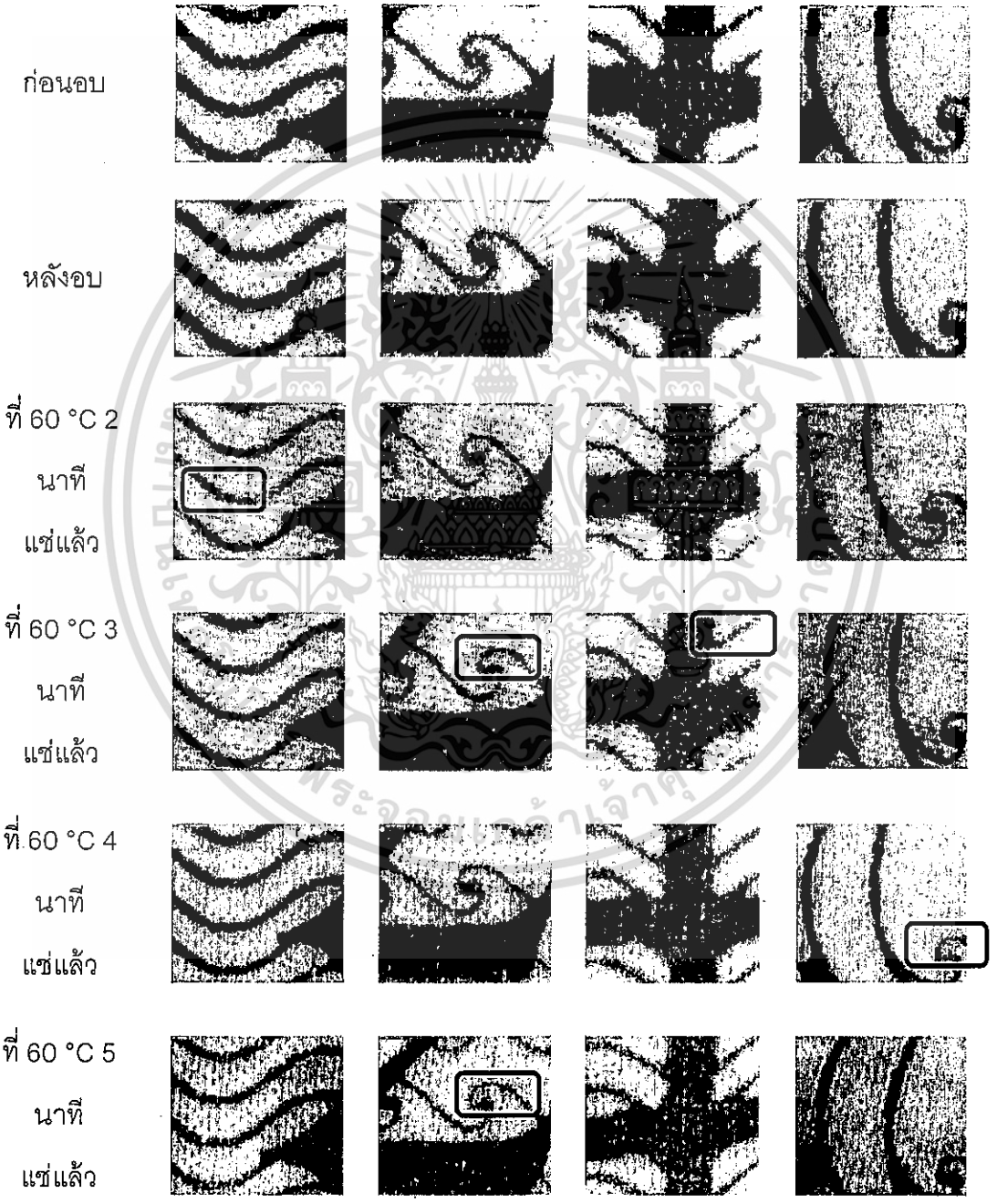
กรณีที่ 2.2 การเลือกเวลาในการเซตตัวที่เหมาะสม

จากการทดสอบชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C และ 70°C เป็นเวลา 2 - 5 นาที และทดสอบความคงทนของสีพลาสติซอลจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

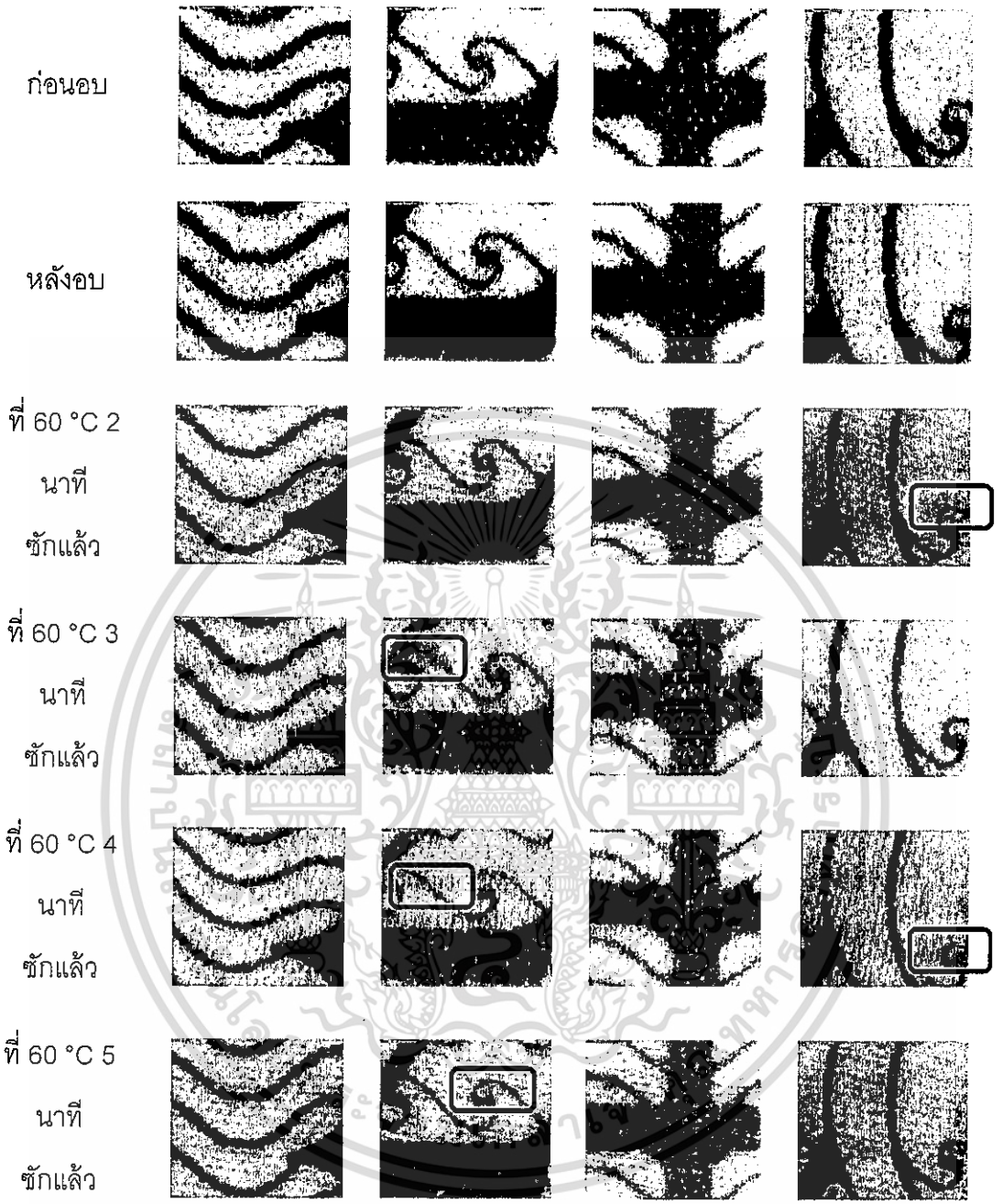
หลุดลอกโดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ชุดคือ ชุดแรกทดสอบด้วยการแช่น้ำเปล่าเป็นเวลา 30 นาที และชุดที่สองทำการซักโดย แช่น้ำเปล่าเป็นเวลา 15 นาที ต่อด้วยการซักด้วยน้ำยาซักฟอกและปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 15 นาที

ผลการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงแสดงดังรูปที่ 4.6 - 4.9 พบว่า สภาวะที่เหมาะที่สุดในการแช่และการซักคือ อบชิ้นงานที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 นาที เนื่องจากไม่พบการหลุดลอกของเนื้อสีออกจากเส้นใยของผ้าหลังจากการแช่หรือการซัก



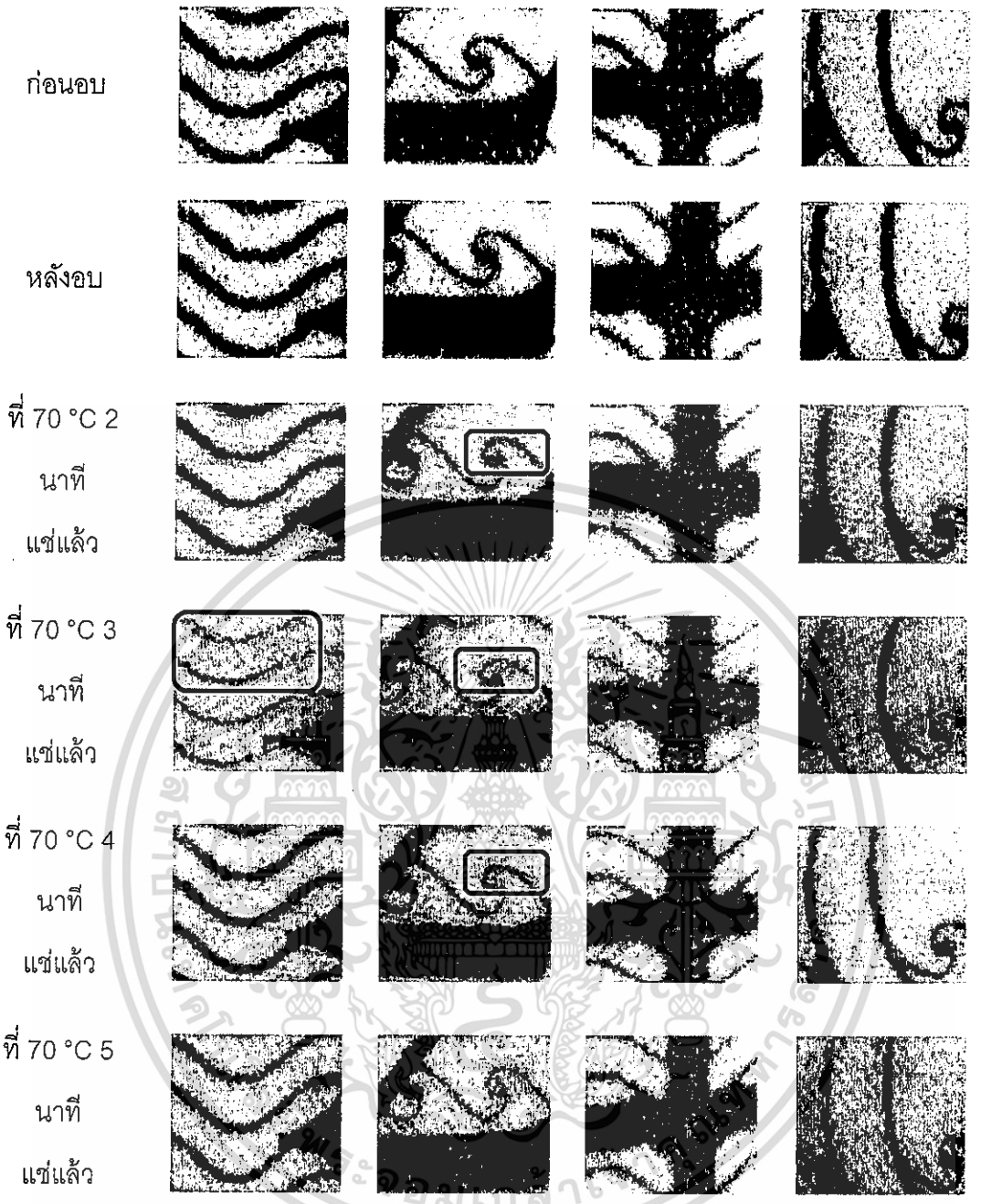
รูปที่ 4.6 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 60°C หลังแช่น้ำเปล่า 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



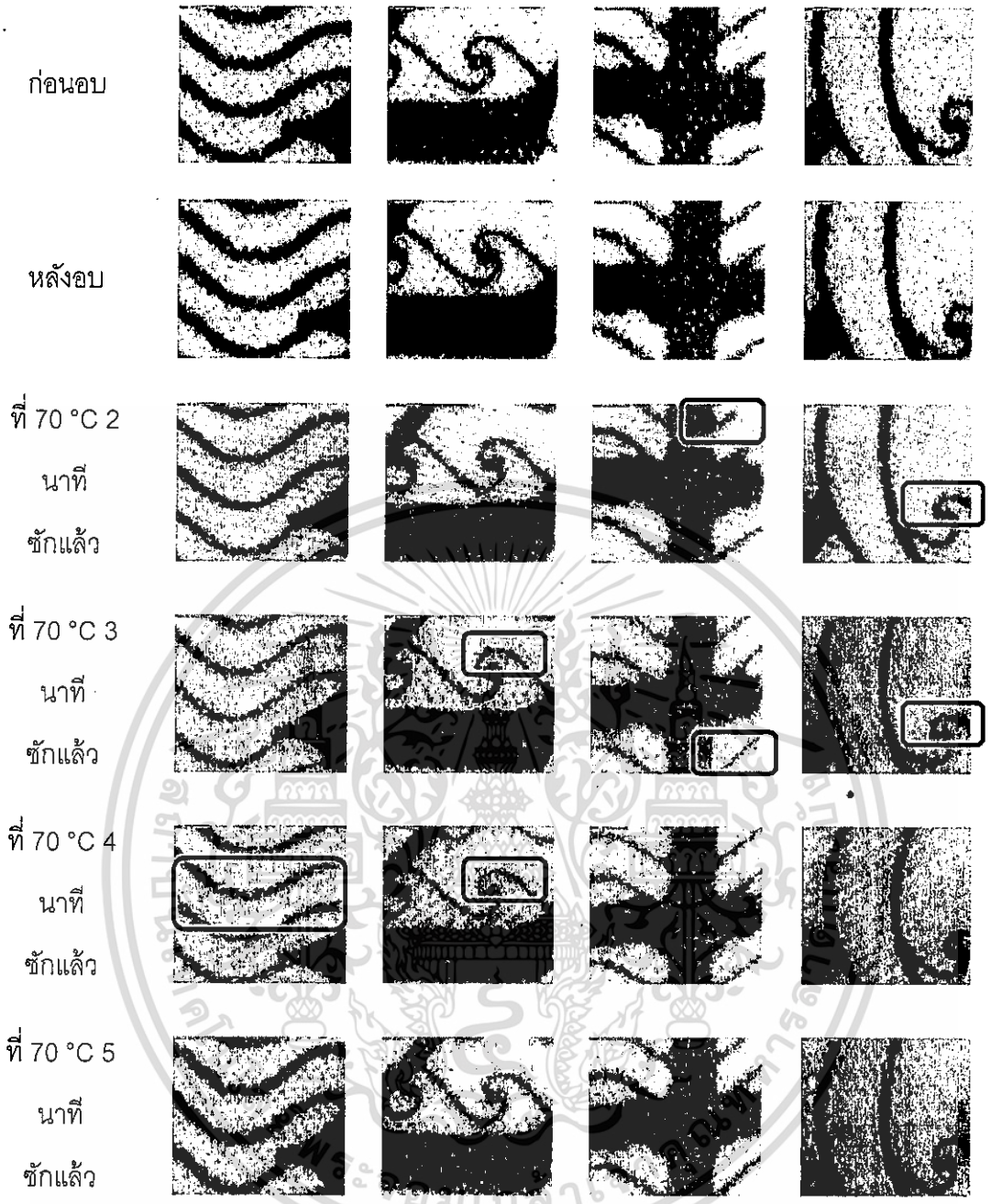
รูปที่ 4.7 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 60°C หลังจากทดสอบด้วยการซัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 70°C หลังแช่น้ำเปล่า 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ชิ้นงานที่ทำการสกรีนด้วยสีพลาสติซอลสูตร D6E3R1 ที่อบด้วยอุณหภูมิ 70°C หลังจากทดสอบด้วยการซัก

4.5 การปรับเปลี่ยนปริมาณสีและชนิดสี

จากการทดสอบสอบข้างต้น ทำการเลือกสีสูตร D6E3R1 เพื่อดูผลของการเพิ่มปริมาณผงสี จาก 1 % เป็น 1.5% และนอกจากนี้ทำการเปลี่ยนสีแดงเป็นสีฟ้า เพื่อดูความหลากหลายของการใช้สีในสูตรดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 อัตราส่วนและความหนืดของสีพลาสติซอลสูตรปรับปรุง

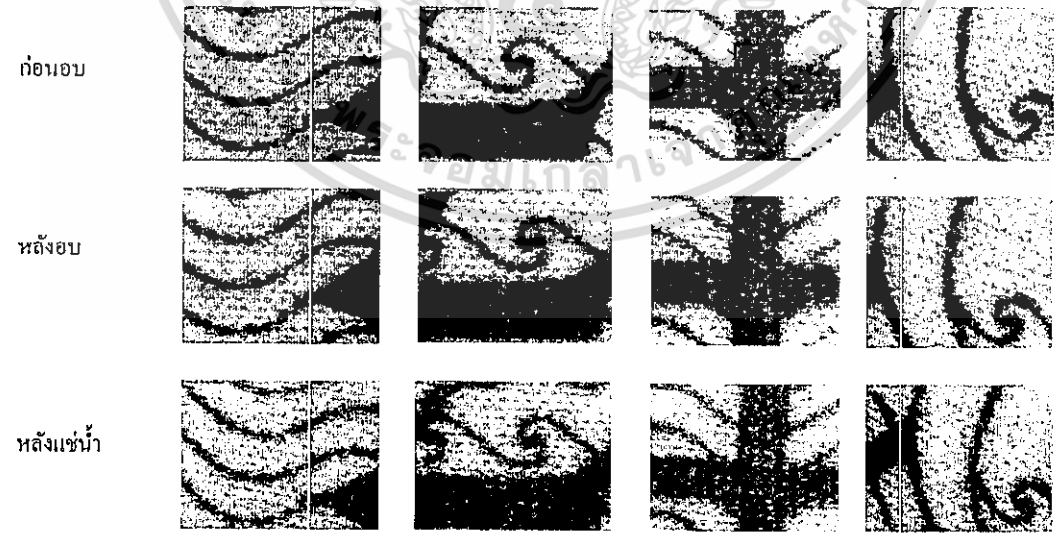
สูตร	อัตราส่วน			ปริมาณสี	ค่าความหนืด
	EVA	DOP	ESO		(cp)
D6E3R1.5	1	3	4.8	Red 1.5%	1600-1680
D6E3B1.5	1	3	4.8	Blue 1.5%	1740-1800
พลาสติซอลเกรดการค้า	-	-	-	-	1880 - 2000

สีพลาสติซอลที่นำมาปรับเปลี่ยนปริมาณสีและชนิดของสีนำมาวัดความหนืด ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.4 โดยมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1600-1800 cp ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสีพลาสติซอลเกรดการค้า (1800-2000 cp)

สมบัติความคงทนก่อนและหลังซักล้าง

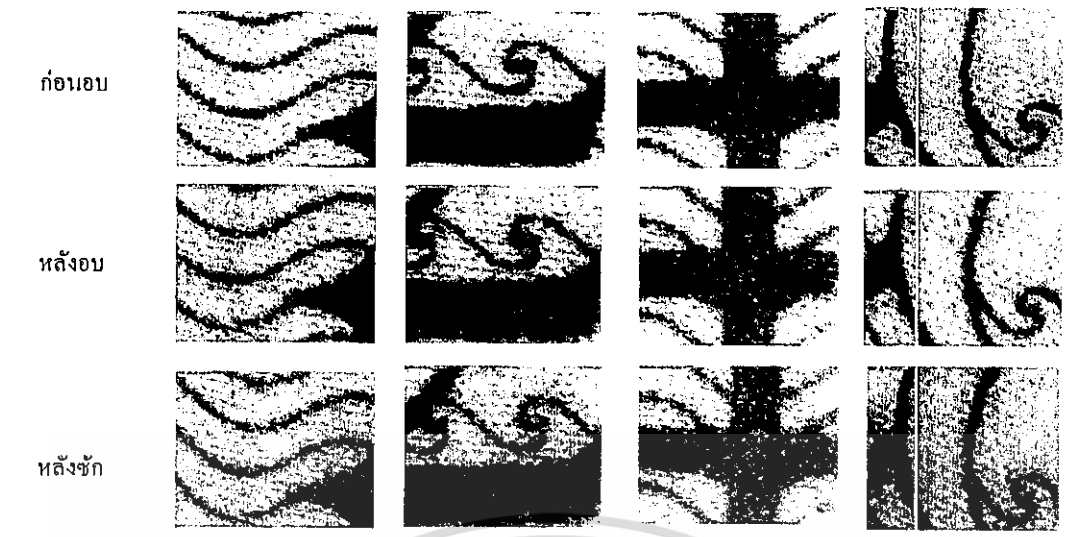
สีพลาสติซอลสูตรปรับปรุงทุกสูตรนำมาสกรีนลงผ้า และนำไปอบเพื่อให้เกิดการเซตตัวที่ 70°C เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทดสอบความคงทนโดย นำไปแช่น้ำเปล่าหรือซักล้าง ผลการทดลองในรูปที่ 4.10 - 4.11 แสดงภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3R1.5 พบว่าสีพลาสติซอลสูตรปรับปรุงทุกสูตร เมื่อนำมาสกรีนและนำไปแช่น้ำเปล่าหรือซักล้าง เกิดการเซตตัว การยึดติด และมีความคงทนที่ดีเหมือนกับสูตร D6E3R1

สีสูตร D6E3B1.5 ที่เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีฟ้า (รูปที่ 4.12 - 4.13) เมื่อสกรีนลงผ้าและอบที่ 70 °C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปแช่น้ำเปล่าหรือซักล้าง มีการเซตตัว การยึดติดและมีความคงทนที่ดีเหมือนกัน

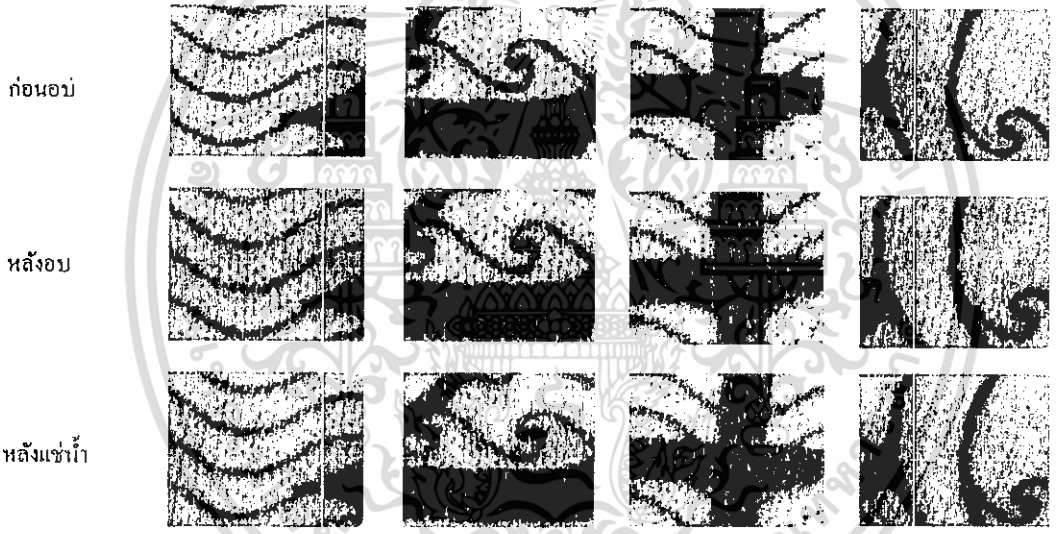


รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3R1.5 โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการแช่น้ำเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

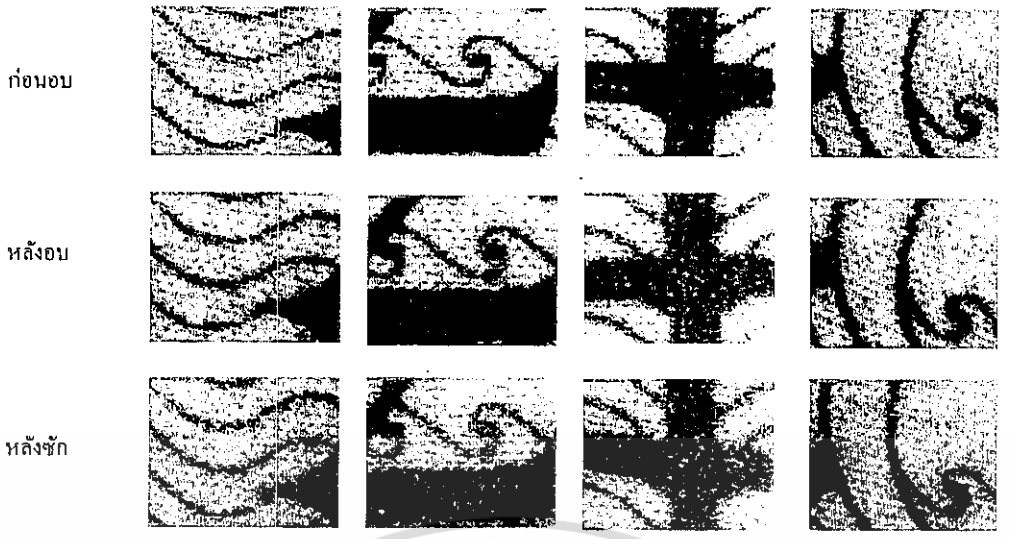


รูปที่ 4.11 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3R1.5 โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการซักล้าง



รูปที่ 4.12 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3B1.5 โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการแช่น้ำเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายชิ้นงานที่ตำแหน่งต่างๆ ที่สกรีนด้วยสีสูตร D6E3B1.5 โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 5 นาที แล้วนำไปทดสอบด้วยการซักล้าง

4.6 การปรับเปลี่ยนชนิดของพื้นผิว

การนำสีจากสูตร D6E3R1.5 และ D6E3B1.5 มาเปลี่ยน จากที่เคยสกรีนลงผ้าฝ้าย 100 % เป็นลงบนวัสดุอื่น ได้แก่ โลหะที่ไม่มีรูพรุนที่พื้นผิว กระดาษที่มีรูพรุนและ ผ้ามันที่มีรูพรุน ดังรูปที่ 4.14 - 4.17 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.14 แสดงผลการสกรีนสีพลาสติซอลบนวัสดุโลหะ ซึ่งไม่มีรูพรุนหรือช่องว่าง เมื่อนำไปให้ความร้อนอุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 นาที และปาดสีพลาสติซอลด้วยมือพบสีไม่ยึดติดกับพื้นผิวโลหะ ตามที่ได้อธิบายไปแล้วในหัวข้อที่ 4.5 กลไกการแห้งและการยึดติดของสีพลาสติซอล

รูปที่ 4.14 สกรีนลงวัสดุโลหะ

รูปที่ 4.15 แสดงผลการสกรีนสีพลาสติซอลบนวัสดุกระดาษ ผ่านความร้อนโดยวิธี Flat Cure เป็นเวลา 10 วินาที ที่อุณหภูมิประมาณ 70°C จากผลการทดลองพบว่า หลังการผ่านความร้อน ไม่มีการขยายตัว และการซึดของสี เนื่องจากเมื่อทำการสกรีนสีและนำไปให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิประมาณ 70°C สามารถหลอม EVA และซึมเข้ารูพรุนของกระดาษได้ แต่เนื่องจากใช้เวลาในการให้ความร้อนน้อย EVA จึงยังหลอมไม่สมบูรณ์ ทำให้ซึมลงรูพรุนของกระดาษและยึดติดได้เพียงเล็กน้อย แต่ถ้าใช้เวลาในการให้ความร้อนมากกว่านี้จะเสี่ยงต่อกระดาษไหม้หรือเสียรูป ทำให้หลังการผ่านความร้อนเมื่อนำมือไปสัมผัส จะมีการหลุดร่อนออกมา เกิดยึดติดที่ไม่สมบูรณ์

ก ข

รูปที่ 4.15 สกรีนลงวัสดุกระดาษ

ก.สกรีนโดยใช้สีสูตร D6E3R1.5 ข.สกรีนโดยใช้สีสูตร D6E3B1.5

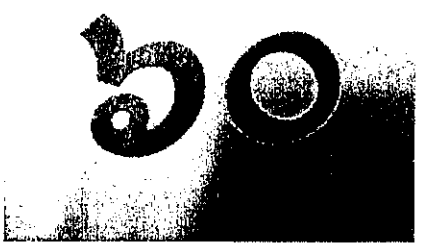
รูปที่ 4.16 – 4.17 แสดงผลการสกรีนสีพลาสติซอลบนวัสดุผ้ามันที่มีรูพรุน ผ่านความร้อนโดยวิธี Flat Cure ที่อุณหภูมิประมาณ 70°C เป็นเวลา 10 วินาที จากผลการทดลองพบว่าเปรียบเทียบ ก่อน และหลังการผ่านความร้อน มีการขยายตัวและการซึดของสีอย่างชัดเจน เนื่องมาจาก ผ้ามันมีสารเคลือบที่พื้นผิวอยู่ เมื่อทำการสกรีนสีพลาสติซอลลงผ้ามัน สีพลาสติซอลเกาะติดที่พื้นผิวบนสารเคลือบ และเมื่อนำไปผ่านความร้อน สีไม่ซึมเข้ารูพรุนของผ้ามัน แต่จะแผ่ออกเป็นบริเวณกว้างเกิดการขยายตัวและซึดลงของสี

ก ข

รูปที่ 4.16 สกรีนลงวัสดุผ้ามันที่ใช้สีสูตร D6E3R1.5 ก.ก่อนให้ความร้อน ข. หลังให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก



ข

รูปที่ 4.17 สกรีนลงวัสดุผ้ามันที่ใช้สีสูตร D6E3B1.5 ก.ก่อนให้ความร้อน ข. หลังให้ความร้อน

4.8 เปรียบเทียบสมบัติของสีพลาสติซอลที่เตรียมได้กับพลาสติซอลเกรดการค้า

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบสมบัติของสีพลาสติซอลที่เตรียมได้กับพลาสติซอลเกรดการค้า

ชนิด / คุณสมบัติ	สีพลาสติซอลที่เตรียมได้	สีพลาสติซอลเกรดการค้า
เนื้อสี	เอทิลลีนไวนิลอะซิเทต โคพอลิเมอร์	พอลิไวนิลคลอไรด์
อุณหภูมิในการเซตตัว	70 °C	160 °C
เวลาในการเซตตัว	5 นาที	40 วินาที
การล้างสีออกจากบล๊อคสกรีน	น้ำยาล้างจาน	น้ำมันสน
ความหนืด	1600 - 1800 cp	1880 - 2000 cp
ลักษณะของสีเมื่ออยู่บนผ้าฝ้าย 100%	จมลงในเส้นใยของผ้าฝ้าย	นูนลอยขึ้นมาจากเส้นใยผ้าฝ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยศึกษาการเตรียมสีพลาสติซอลสำหรับงานซิลค์สกรีน โดยใช้เอทิลลีนไวนิลอะซิเทตโคพอลิเมอร์ (EVA) เป็นเนื้อสีแทนพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ คือ DOP และ ESO พบว่าความหนืดที่ได้จากการเตรียมสีพลาสติซอลสูตรต่างๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 240 – 660 cp ต่ำกว่าสีพลาสติซอลเกรดการค้า แต่ไม่มีผลต่อการสกรีน และจากการตรวจสอบสมบัติทางความร้อนของสีพลาสติซอลที่เตรียมได้ พบว่า T_g มีค่าประมาณ -84 ถึง - 74°C และ T_m มีค่าประมาณ 37 ถึง 48 °C

อุณหภูมิและเวลาในการเซตตัวของสีพลาสติซอลในช่วง 60 – 90 °C เป็นเวลา 2 – 5 นาที พบว่าสีทุกสูตรสามารถแห้งสัมผัสได้ เมื่อนำชิ้นงานที่สกรีนด้วยสีพลาสติซอลมาทดสอบสมบัติความคงทนก่อนและหลังซักล้างพบว่า ชิ้นงานที่ไม่ผ่านการอบไม่มีความคงทนต่อการซักล้าง อุณหภูมิในการอบสีพลาสติซอลและเวลาในการเซตตัวในผ้าฝ้ายคือ 70 °C เป็นเวลา 5 นาที

เมื่อปรับเปลี่ยนปริมาณและชนิดของสีโดยเริ่มต้นจากสูตร D6E3R1 เป็นสูตร D6E3R1.5 ด้วยการเพิ่มปริมาณสีจาก 1 % เป็น 1.5% และเปลี่ยนชนิดผงจากสีแดง (D6E3R1.5) เป็นสีน้ำเงิน (D6E3B1.5) พบว่าได้ความหนืดอยู่ในช่วง 1600 – 1800 cp ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสีพลาสติซอลเกรดการค้า จากการใช้เครื่องวัดสีพบว่าการเพิ่มปริมาณสีจาก 1% เป็น 1.5% ไม่ทำให้สีพลาสติซอลมีความเข้มเปลี่ยนแปลง

สีพลาสติซอลที่เตรียมได้ สามารถยึดติดกับเนื้อผ้าเกิดจาก เมื่อนำไปอบให้ความร้อนที่มากกว่าอุณหภูมิการหลอมเหลว (T_m) ของ EVA สีพลาสติซอลจะหลอมและซึมลงรูพรุนของผ้าและไปเกาะติดที่ในเนื้อผ้า หลังอบเกิดการเซตตัวของ EVA ทำให้สีพลาสติซอลแข็งตัวและยึดเกาะกับผ้า แต่ถ้าสกรีนสีพลาสติซอลลงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน จะทำให้สีพลาสติซอลไม่เกิดการยึดติดกับพื้นผิวและเกิดการหลุดลอกออกจากพื้นผิวเป็นลำดับต่อมา

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการปรับเปลี่ยนสภาพขั้ว ที่มี EVA Content ต่างกัน เพื่อศึกษาสมบัติการยึดติดของ สีพลาสติซอล
2. ศึกษาการผสมเข้ากันของ DOP และ ESO ก่อนการผสมกับ EVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] วรา ชัยนิตย์. การพิมพ์สกรีนScreen printing, กรุงเทพมหานคร. วิทยาลัยช่างศิลป์, 2539

[2] วิเชียร จิระกรานนท์, นงเยาว์ จิระกรานนท์. การพิมพ์สกรีน Screen Print techniques, (4), กรุงเทพมหานคร. อุษาการพิมพ์, 2546

[3] P. Karmalm, T. Hjertberg, A. Jansson, R. Dahl, K. Ankner , "Network formation by epoxidised soybean oil in plastisol poly(vinyl chloride)", Polymer Degradation and Stability (2009) 1986–1990

[4] A.Jimenez, L.Torre, J.M.Kenny, "Thermal degradation of poly(vinyl chloride) plastisols based on low – migration polymeric plasticizer", Polymer Degradation and Stability (2001) 447-453

[5] F.I. Altuna, L. Esposito, R.A. Ruseckaite, P.M. Stefani, "Syntactic foams from copolymers based on epoxidized soybean oil", Composites: Part A 41 (2010) 1238–1244

[6] Z. Mrklic, T.Kovacïic," Thermogravimetric investigation of volatility of dioctyl phthalate from plasticized poly(vinyl chloride)", Thermochimica Acta 322 (1998) 129-135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย/ผู้ร่วม/ที่ปรึกษา/ผู้ช่วยวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ - นามสกุล นายภัทธาวุธ มนต์วิเศษ

Mr.Pathavuth Monvisade

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 0-2329-8000 ต่อ 341 โทรสาร 0-2329-8428

Email address: kmpathav@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา	วุฒิ	สาขาวิชา	สถาบัน	ประเทศ
2534-2538	วท.บ.	เคมีอุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2539-2540	M.Sc.	Polymer Science and Technology	The University of Manchester	อังกฤษ
2540-2543	Ph.D.	Polymer Chemistry	The University of Manchester	อังกฤษ

ประสบการณ์งานวิจัย

1 ชื่อโครงการวิจัย "การพัฒนากาวติดไม้ปราศจากฟอร์มัลดีไฮด์ชนิดทนความชื้นจากน้ำมันชักแห้งธรรมชาติ" ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2551

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ เสร็จสมบูรณ์

2 ชื่อโครงการวิจัย "การพัฒนากาวติดไม้ชนิดปราศจากฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลอัลกอฮอล์และน้ำมันทัง" ทุนวิจัย งบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2553 ประเภทงานวิจัยเชิงบูรณาการและพาณิชย์

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ เสร็จสมบูรณ์

3 ชื่อโครงการวิจัย "การเตรียมและสมบัติการดูดซับน้ำของไฮโดรเจลจากโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส/กัวร์กัม/โซเดียมอัลจิเนต"

งบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2555 ประเภทงานวิจัย ทุนส่งเสริมงานวิจัย

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

การวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. Monvisade P., Hodge P., Ruddick C.L., 1999. Synthesis of soluble combinatorial libraries of crown ether-ester analogues via the cyclodepolymerisation of linear polyester. Chem.Commun. 1987-1988.

2. Hodge P., Monvisade P., Owen G.J., Heatley F., Pang Y., 2000. ^{1}H-NMR spectroscopic studies of the structures of a series of pseudopolyrotaxanes formed by "threading". New J.Chem. 24, 703-709.

3. Hodge P., Monvisade P., Morris G.A., Preece I., 2001. A novel nuclear magnetic resonance spectroscopy method for screening small soluble compound libraries. Chem.Commun. 239-240.

4. Siriphannon, P., Monvisade, P., Jinawath, S., and Hemachandra, K., 2007. Preparation and Characterization of Hydroxyapatite/Poly(ethylene glutarate) Biomaterials, J.Biomed. Mater.Res.Part A. 81, 381-391.

5. Monvisade P., Loungvanidprapa P., 2007. Synthesis of Poly(ethylene adipate) and Poly(ethylene adipate-co-terephthalate) via Ring-opening Polymerization. Eur.Polym.J. 43, 3408-3414.

6. Monvisade P., Siriphannon P., Jermsungnern R., Rattanabodee S., 2007. Preparation of hydroxyapatite/poly(methyl methacrylate) and calcium silicate/poly(methyl methacrylate) interpenetrating hybrid composites. J.Mater.Sci.Mater.Med. 18, 1955-1959.

7. Monvisade P., Loungvanidprapa P., 2008. Synthesis of Poly(ethylene terephthalate-co-isophthalate) via Ring-opening Polymerization of Their Cyclic Oligomers. J.Polym.Res. 15, 381-387.

8. Siriphannon P., Monvisade P., 2008. Preparation and Characterization of Hydroxyapatite/Poly(ethylene adipate) Hybrid Composites. J.Biomat.Sci-Polym.E. 19, 925-936.

9. Siriphannon P., Monvisade P., 2009. Poly(ethylene terephthalate)/Hydroxyapatite Biomaterials : Preparation, Characterization and In vitro Bioactivity. J.Biomed.Mater.Res.Part A. 88, 464–469.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. Monvisade, P., Siriphannon, P., 2009. Chitosan Intercalated Montmorillonite: Preparation, Characterization and Basic Dye Adsorption. Appl. Clay Sci. 42, 427-431.

11. Monvisade P., Siriphannon P., and Tapcharoen W., 2009. Effect of Ring-opening Polymerization Condition on Characteristic and Mechanical Properties of Hydroxyapatite/Poly(ethylene glutarate) Biomaterials. J.Biomed.Mater.Res.Part A. 90, 656–663.

12. Sirapanichart S., Khouchaf L., Siriphannon P., Monvisade P., Louarn G. and Elouadi B. Chemical and Dielectric Study of PMMA/Montmorionite Nano-Composite Films. FERROELECTRIC; 2010; 402 47-54.

13. Sirapanichart S., Monvisade P., Siriphannon P., and Nukeaw J., Poly(methyl methacrylate-*co*-butyl acrylate)/Organophosphate-modified Montmorillonite Composites. Iranian Polymer Journal 2011; 20(10) 803-811.

14. Pannasri P., Siriphannon P., Monvisade P. and Nookaew J., Hydrothermal growth of ZnO nanostructures from nano-ZnO seeded in P(MMA-*co*-BA) matrix. J.Polym.Res.; 2011 ; 18(6) 2245-2254.

15. **ยื่นจดสิทธิบัตร ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ** และ ภคพล ลัคนาพรวิสิฐ (ผู้ประดิษฐ์) กาวติดไม้ชนิดไม่มีสารฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลอัลกอฮอล์กับน้ำมันชักแห้งเสริมแรงด้วยซิลิกา สำหรับงานพาร์ทิเคิลบอร์ด คำขอเลขที่ 1101002357 ยื่นคำขอเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2555

16. Suebwongnat S., Jianprasert A., Siriphannon P. and Monvisade P., Calcium silicate/Poly(ethylene terephthalate) Biomaterials *via* Ring-opening Polymerization J.Polym.Res.; 2012 ; 19(10) 9985 DOI 10.1007/s10965-012-9985-3.

17. Siriphannon P. and Monvisade P., In situ ring-opening polymerization of hydroxyapatite/poly(ethylene adipate)-co-(ethylene terephthalate) biomimetic composites. Bulletin of Materials Science; 2013; 36(1), February, 121-128. (impact factor 2012 = 0.88)

18. Kaemkit C., Monvisade P., Siriphannon P. and Nukeaw J., Water-Soluble Chitosan Intercalated Montmorillonite Nanocomposites for Removal of Basic Blue 66 and Basic Yellow 1 from Aqueous Solution. J. APPL. POLYM. SCI. 2013; 128(1) 879-887.

19. S. Suebwongnat, P. Monvisade and P. Siriphannon, Mechanical properties and bioactivity of calcium silicate/poly(ethylene terephthalate-co-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

caprolactone) composites. Materials Research Innovations 2013 VOL 17 SUPPL 2 118-123.

20. Hodge P., Monvisade P., Ruddick C.L. Synthesis of soluble libraries of macrocycles which potentially have recognition properties. in Innovation and perspectives in solid-phase synthesis and combinatorial libraries; Ed. Epton R. Mayflower worldwide limited, Kingswinford, UK, 2001; .181-184.
21. Monvisade P., Choeykomhaeng M. The formation of the inclusion complex of □-cyclodextrin with PMMA. PPC8, Bangkok, Thailand. 24-27 November 2003. 91.
22. Monvisade P., Siriphannon P., Chanawong S. Synthesis of hydroxyapatite/poly (ethylene adipate) composites by in situ ring-opening polymerization. PPC8, Bangkok, Thailand. 24-27 November 2003. 115-116.
23. Monvisade P., Siriphannon P., Chitosan intercalated montmorillonite adsorbent for dye containing wastewater treatment. The Sixth Princess Chulabhorn International Science Congress, The interface of chemistry and biology in the "Omics" era: Environment & Health, and Drug Discovery, Shangri-La Hotel, Bangkok, Thailand. 25-29 November 2007.
24. Siriphannon P., Monvisade P., Hybrid ceramic-polymer biomaterials. The French-Thai Workshop on "Advanced Materials and Technology", (Krabi, Thailand), March 23-27, 2008.
25. Siriphannon P., Monvisade P., Biomimetic ceramic-polymer composites for medical applications. AUN/SEED Net 1st Regional Workshop on Natural Resources and Materials for Sustainable Development of ASEAN, (Phnom Penh, Kingdom of Cambodia), August 18-19, 2008.
26. Monvisade P., Siriphannon P., Adsorption of dye onto chitosan intercalated montmorillonite. The IUMRS International Conference in Asia 2008, (Nagoya, Japan), December 9-13, 2008.
27. Chumchuen W., Monvisade P., Siriphannon P., and Oonjittichai W., Tung oil modified poly(vinyl alcohol) as formaldehyde-free wood adhesives. The 6th International Symposium on Advance Material in Asia-Pacific Rim (6th ISAMAP), Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, November 21-23, 2009.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. Monvisade P. and Intharavichain T., Synthesis of poly(diethylene adipate), poly(diethylene terephthalate) and their copolymer via ring-opening polymerization. 7th International Symposium on Advance Material in Asia-Pacific (7th ISAMAP), Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST), Ishikawa High-Tech Exchange Center, Ishikawa, Japan, Sep. 30-Oct. 1, 2010.
29. Lakkanapornwisit P., Monvisade P. and Oonjittichai W., Effect of silica on mechanical properties of particle board using formaldehyde free adhesive. Proceeding of The 8th International Symposium on Advanced Materials in Asia-Pacific Rim (8th ISAMAP) and The 2nd International Workshop on Nanogrid Materials (IWNM), Hotel Novotel Ambassador Busan, Haeundae, Busan, Korea, Nov. 2-5, 2011, p 36-41.
30. Suebpong Suebwongnat, Punnama Siriphannon and Pathavuth Monvisade, Mechanical properties and bioactivity of calcium silicate/poly(ethylene terephthalate-co-carprolactone) composites. 15th International Conferrence on Advances in Materials & Processing Technologies (AMPT 2012), Novotel Wollongong Northbeach Hotel, Wollongong, Australia, Sep. 23-26, 2012.
31. Sasipa NAPRADIT and Pathavuth MONVISADE, Study on Swelling Behavior and PVPI Release of Xanthan Gum/PVA Hydrogel Films. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability 2013, Hong Kong Institute of Vocational Education (Tsing Yi), Hong Kong, Nov. 20-22, 2013, ID046, p 44-45.
32. Pathavuth MONVISADE, Jitranuch JIRAPATHOMKUL, Thitima CHAYASIT, Phatthanit CHAWALITAUEAPANGKUN, Jirapaporn LARPBORISUT, Chawanrut WATTANAWIBOON, and Thitatorn BOONWATTANASOPHON, Releasing Behavior of Orthophosphate from Anionic Biopolymer/Guar Gum Fertilized-gel Tablets. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability 2013, Hong Kong Institute of Vocational Education (Tsing Yi), Hong Kong, Nov. 20-22, 2013, ID048, p 46-47.
33. Apichaya JIANPRASERT and Pathavuth MONVISADE, Improvement of Water Resistance of Formaldehyde-free Adhesive Film Based on PVA/Tung oil/Natural Rubber Latex. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2013, Hong Kong Institute of Vocational Education (Tsing Yi), Hong Kong, Nov. 20-22, 2013, ID051, p 50-51.

34. Pitchaya TREENATE, **Pathavuth MONVISADE** and Masayuki YAMAGUCHI, Characterization and Swelling Behavior of Water-soluble Chitosan/Sodium Alginate Hydrogel Film as a Potential Wound Dressing. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability 2013, Hong Kong Institute of Vocational Education (Tsing Yi), Hong Kong, Nov. 20-22, 2013, ID052, p 52-53.
35. Natthadanai OONKASEM , **Pathavuth MONVISADE** and Apichaya JIANPRASERT, Development of Formaldehyde-free Adhesive from Poly(vinyl alcohol) Modified by Natural Drying Oil and Natural Rubber Latex. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability 2013, Hong Kong Institute of Vocational Education (Tsing Yi), Hong Kong, Nov. 20-22, 2013, ID062, p 65-66.
36. Siriwan PINSAKUL, Suparat RUKCHONLATEE, **Pathavuth MONVISADE** and Vara CHAIYANIT, Modified Plastisol Inks Based on Ethylene Vinyl Acetate and Ethylene Methyl Acrylate Copolymers. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability 2013, Hong Kong Institute of Vocational Education (Tsing Yi), Hong Kong, Nov. 20-22, 2013, ID071, p 73-74.
37. Monvisade P., Mongkolaussavarat T., Chalermsuksri T. and Chanthad C., Recycle of poly(ethylene terephthalate) by cyclo-depolymerisation and ring-opening polymerization. KU Science Journal, 2545 (2002), 20 (1-3), 21-29. (in Thai)
38. **ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ**, กมลวรรณ รัตนภักดิ์, พนอ วรรณวงศ์ และ ศิริยา เจียมสกุล การสังเคราะห์พอลิเมอร์ร่วมพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตกับพอลิเอทิลีนกลูตาเรตด้วยปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเปิดวง วารสารวิทยาศาสตร์มข. ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 2546(2003) หน้า 46-53.
39. ปุณณมา ศิริพันธ์โนน, **ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ** และ สุภาณี ชนะวงศ์ การสังเคราะห์วัสดุเชิงประกอบระหว่างไฮดรอกซีแอปาไทต์กับพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 2547(2004) หน้า 36-45.
40. ภคพล ลัคนาพรวิสิฐ, **ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ** และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย กาวติดไม้ไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับน้ำมันชักแห้งธรรมชาติสำหรับงานแผ่นพาร์ทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคิล วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 3 (ฉบับพิเศษที่ 2) มีนาคม 2554 หน้า 23-31.

41. อมรรัตน์ สวัสดิมงคล **ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ** ปุณณมา ศิริพันธ์โนน และ ชลลดา ฤตวิรุฬห์ การเตรียมวัสดุประกอบนาโนระหว่างพอลิเมอร์ร่วมพอลิเมทิลเมทาคริเลตพอลิอะคริลิกแอซิดกับไคโตซาน-มอนต์มอริลโลไนต์ด้วยวิธีพอลิเมอไรซ์ขณะขึ้นรูป การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 17 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรสเชียงใหม่ 29-30 ตุลาคม 2550(2007) NP05_1
42. ณัชชา ปานกุล, **ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ**, และปุณณมา ศิริพันธ์โนน, การปรับปรุงสมบัติเชิงกลและการต้านทานน้ำของกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทนด้วยน้ำมันลินสีด, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่34 (ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพฯ), 31ตุลาคม – 2 พฤศจิกายน 2551(2008) E_E0037 page 213.
43. สานิตย์ สิระปาณิชาติ, สุรลักษณ์ มรรคศศิธร, สุวิชชา บัวเขียว, ปุณณมา ศิริพันธ์โนน, และ **ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ**, การเตรียมวัสดุประกอบนาโนพอลิเมทิลเมทาคริเลต/มอนต์มอริลโลไนต์, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่34 (ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพฯ), 31ตุลาคม – 2 พฤศจิกายน 2551(2008) E_E0104 page 230.
44. Worawit Chumchuen, Pathavuth Monvisade, Punnama Siriphannon and Woratham Oonjittichai, Development of waterproof formaldehyde-free wood adhesive from natural dryng oil, TRF-MAG Congress IV, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, March 30 – April 1 2010 page 297. และ RGJ-Ph.D. Congress XI, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, April 1-3 2010 S1-O21 page 141.
45. Shamas Minsakorn and Pathavuth Monvisade, Preparation and swelling behavior of sodium carboxymethylcellulose/guar gum hydrogels, 2nd Polymer Conference of Thailand, Convention Center, Chulabhorn Research Institute, Bangkok, October 20-21 2011 page 120-123.
46. Suebpong Suebwongnat, Punnama Siriphannon, Pathavuth Monvisade, Preparation of Calcium Silicate/Poly(ethylene terephthalate-co-caprolactone) Composites for Medical Applications, Proceeding of Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON2012), Chiang Mai, Thailand, 11th-13th January 2012 page 65.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47. Phakapol Lakkanapornwisit, **Pathavuth Monvisade,** and Woratham Oonjittichai, Effect of silica on mechanical properties of particle board using formaldehyde free adhesive, TRF-MAG Congress VI, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, April 4-6 2012 page 91. และ RGJ-Ph.D. Congress XIII, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, April 6-8 2012 S1-O24 page 138.

48. Suebpong Suebwongnat, Punnama Siriphannon and **Pathavuth Monvisade,** Preparation of calcium silicate/poly(ethylene terephthalate-co-caprolactone) composites for medical applications, RGJ-Ph.D. Congress XIII, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, April 6-8 2012 S2-P18 page 312.

49. Sirinan Lawchoochaisakul, **Pathavuth Monvisade,** Punnama Siriphannon and Jiti Nukeaw, Adsorption of Basic Yellow 1 (BY1) by Cationic Starch Intercalated Montmorillonite Nanocomposite, The 9th KU-KPS Conference, December 6-7 2012 page 114.

50. Sirinan Lawchoochaisakul, **Pathavuth Monvisade,** Punnama Siriphannon and Jiti Nukeaw, The Adsorption of Acid Red 91 of Nanocomposite Material between Montmorillonite and Cationic Starch, การประชุมวิชาการระดับชาติเพื่อการพัฒนาด้านวิจัยอย่างยั่งยืน, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 25-26 ธันวาคม 2555, SRD-94 หน้า 70.

51. Apichaya Jianprasert and **Pathavuth Monvisade,** Improvement of Water Resistance of Formaldehyde-free Adhesive Film Based on PVA/Tung Oil/Natural Rubber Latex, RGJ-Ph.D. Congress XIV, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, April 5-7 2013 S1-P1 page 267.

52. Pitchaya Treenate, **Pathavuth Monvisade,** and Masayuki Yamaguchi, Characterization and Swelling Behavior of WCS/SA Hydrogel Film Using CaCl2 as a Crosslinker, RGJ-Ph.D. Congress XIV, Jomtien Plam Beach Resort, Pattaya, Chonburi, April 5-7 2013 S2-P15 page 317.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ - นามสกุล นางสุภารัตน์ รักชลธี

Mrs. Suparat Rukchonlatee

ที่อยู่ 147/44 ซอยสุวินทวงศ์ 5/1 แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 0-2329-8000 ต่อ 6251 โทรสาร 0-2329-8428

Email address: kjsupara@kmitl.ac.th

1. ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา	วุฒิ	สาขาวิชา	สถาบัน	ประเทศ
2531-2534	วท.บ. (เกียรตินิยม)	เคมีอุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2536	M.Sc.	Polymer Science and Technology	Loughborough University	สหราชอาณาจักร
2537-2541	Ph.D.	Polymer Rheology	Loughborough University	สหราชอาณาจักร

ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวหน้าโครงการวิจัย

1 ชื่อโครงงานวิจัย : การปรับปรุงสูตรพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่มีการผสมสารตัวเติมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการเป่าขึ้นรูป

สนับสนุนทุนวิจัยโดย : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

2 ชื่อโครงงานวิจัย : การเตรียมและปรับปรุงสมบัติการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์มพอลิเมอร์ผสม (พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำกับเอทิลีนไวนิลอะซิเตตโคพอลิเมอร์) ด้วยซีโอไลต์เพื่องานบรรจุภัณฑ์ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด

สนับสนุนทุนวิจัยโดย : เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๒

ผู้ร่วมวิจัย

1 ชื่อโครงงานวิจัย : Solubility study on adhesives: phase I

สนับสนุนทุนวิจัยโดย : บริษัทเวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ปี 2553

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Haworth, B. and Jumpa, S., Elongational Rheometry of Filled Polyethylene Melts, Loughborough Fillers Symposium II, 17th –18th September 1996, Loughborough, UK.

2. Haworth, B. and Jumpa, S., Processing Behavior of Filled HDPE for Blow Molding, Advances in Blow Molding: New Materials and Processes, 30th June – 1st July 1998, Loughborough, UK.

3. Haworth, B. and Jumpa, S., Understanding Elongational Flow Properties of Filled Polymer Melts for Plastics Blow Molding, *Food, Cosmetics and Drug Packaging*, 21(11), 213, 1998.

4. Haworth, B., Jumpa, S., and Miller, N.A., Proceeding International Conference "PPS-15", S'Hertogenbosch, The Netherlands, 1999, Polymer Processing Society, Paper 132.

5. Haworth, B. and Jumpa, S., Extensional Flow Characterization and Extrusion Blow Molding of High Density Polyethylene Modified by Calcium Carbonate, *Plastics Rubber and Composites*, 28(8), 363, 1999.

6. Jumpa, S and Haworth, B., Extrusion Blow Moulding of $CaCO_3$-Filled HDPE Compounds, PPS Symposium, Thailand, P-50, 1999.

7. Haworth, B. and Jumpa, S., Melt-State Elongational Rheometry of Mineral-Filled Polyethylene, *PolymerTesting*, 19(4), 459, 2000.

8. สุภารัตน์ รักชลธี ธนเรศ ประเสริฐวงศ์ และธราศรัย แสงภักดี, "ผลของชนิดของสารช่วยผสมต่อสมบัติของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต", *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, 9(4), 253, 2545.

9. สุภารัตน์ รักชลธี กังสดาล บัวบุตรา ณัฐณิชาร์ ศิริเจียรนัย และกัญญาวีร์ สุวรรณชัย, "สมบัติของฟิล์มพอลิเอทิลีนที่ผสมสารเติมแต่งซีโอไลต์", *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 30(4), 262, 2545.

10. สุภารัตน์ รักชลธี ปรมินทร์ ช้างเพชร และประกฤษฎิ์ แสงทองอโณทัย, "สมบัติเชิงกลของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงผสมแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงต่อกิ่งด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์เป็นสารช่วยผสม", *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*. 12(1), 27, 2546.

11. Jangchud, I. and Rukchonlatee, S., Porous Water Pipe made from Ground Rubber Tire (GRT) and High Density Polyethylene (HDPE): Rheology and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Water Irrigation, *The 8th Pacific Polymer Conference Proceedings*, November 24-27, Bangkok, Thailand, 120, 2003.

12. Rukchonlatee, S., Water Vapor Permeability, Rheological and Mechanical Properties of Zeolite NaA – filled Linear Low Density Polyethylene, *The 8th Pacific Polymer Conference Proceedings*, November 24-27, Bangkok, Thailand, 134, 2003.

13. สุภารัตน์ รักชลธี พงษ์ธร แซ่อุย ธีระชาติ ก่อตระกูล และปานหทัย ชื่นพุฒิ, ผลของเถ้าแกลบในสารตัวเติมผสมต่อสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ, *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*. 12(2), 13, 2546.

14. Ochaikul, D., Rukchonlatee, S., Soisant, P., Aramruang, S., and Fapratanchai, T., Paper Production and Properties from Bacterial Cellulose *Acetobacter xylinum* TISTR 967, *The 1st KMITL International Conference Proceedings*, August 25-26, Bangkok, Thailand, Vol.1, 153, 2004.

15. สุภารัตน์ รักชลธี ธีระชาติ ก่อตระกูล ปานหทัย ชื่นพุฒิ และพงษ์ธร แซ่อุย, อิทธิพลของเถ้าแกลบในสารตัวเติมผสมต่อความสามารถในการขึ้นรูปและสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ, *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. 12(3), 50, 2547.

16. Rukchonlatee, S., Amornsakchai, T. and Limpong, P., Properties of Calcium Carbonate- Filled Polyethylene Bottles Produced from Extrusion Blow Molding Process, *KMITL Science Journal*, 6(2b), 582, 2006.

17. ระพี เจิมสูงเนิน ปุณณมา ศิริพันธ์โนน ชลลดา ฤตวิรุฬห์ และสุภารัตน์ รักชลธี, การเตรียมวัสดุประกอบนาโนระหว่างพอลิ(สไตรีน-บิวทาไดอีน-สไตรีน) กับมอนต์มอริลโลไนต์ด้วยเทคนิคการหล่อแบบสารละลาย, การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17 (TIChE 17), 29-30 ตุลาคม, เชียงใหม่, 2550.

18. อภิชญา เจียนประเสริฐ ปุณณมา ศิริพันธ์โนน สุภารัตน์ รักชลธี และชลลดา ฤตวิรุฬห์, ผลของสารช่วยผสมต่อสมบัติของวัสดุประกอบนาโน LDPE/MMT, การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17 (TIChE 17), 29-30 ตุลาคม, เชียงใหม่, 2550.

19. Monprasit, P., Ritvirulh, C., Rukchonlatee, S., Sooknoi, T. and Fuongfuchart, A., Study on Ethylene Gas Permeability of Double-layer Composite Film, *Pure*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Applied Chemistry International Conference (PACCON), January 14-16, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 82, 2009.

20. ดวงใจ โอชัยกุล สุภารัตน์ รักชลธี นวลพรรณ ณ ระนอง และพิชพันธ์ พงษ์สกุล, ผลของไคโตซานต่อการผลิตกระดาษจากเซลลูโลสแบคทีเรียและสมบัติที่ได้, การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, เล่มที่ 6 สาขาวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ, 313-320, 2552.
21. Moungmee, N., Rukchonlatee, S. and Sooknoi, T, Improvement on Tensile Properties of Water-Permeable LDPE Film with EVA as Co-Matrix and Non-Reinforcing Zeolite Filler, *The 6th International Symposium on Advance Material in Asia-Pacific Rim (ISAMAP)*, November 21-23, Bangkok, Thailand, 121, 2009.
22. Monprasit, P., Ritvirulh, C., Rukchonlatee, S., Sooknoi, T. and Fuongfuchart, A., Tensile Properties of the Zeolite Composite Double-Layered Film, *The 6th International Symposium on Advance Material in Asia-Pacific Rim (ISAMAP)*, November 21-23, Bangkok, Thailand, 156, 2009.
23. Laowakul, S., Sooknoi, T., Ritvirulh, C., Rukchonlatee, S. and Fuongfuchart, A., Study on Tensile Properties of SEBS/LDPE and SEBS/OPP double-layer films for Packaging Application, *The 6th International Symposium on Advance Material in Asia-Pacific Rim (ISAMAP)*, November 21-23, Bangkok, Thailand, 163, 2009.
24. Laowakul, S., Ritvirulh, C., Sooknoi, T., Rukchonlatee, S., Fuongfuchart, A. and Sirikittikul, D., Ethylene Transmission Rate through Zeolite Modified Double-Layered Films for Packaging of Fresh Produces, *The 7th International Symposium on Advanced Materials in Asia-Pacific (ISAMAP)*, September 30-October 1, Ishikawa, Japan, 45, 2010.
25. Moungmee, N., Sooknoi, T. and Rukchonlatee, S., Improved Water Vapor Permeability of Fresh Produces Packaging Film: Zeolite A-Filled LDPE/EVA, *The 7th International Symposium on Advanced Materials in Asia-Pacific (ISAMAP)*, September 30-October 1, Ishikawa, Japan, 49, 2010.
26. Rukchonlatee, S., Amornsakchai, T. and Payaksiri, N., Investigation on Extrusion Blow Molding Process and Properties of Modified $CaCO_3$-Filled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HDPE Bottles, *The 7th International Symposium on Advanced Materials in Asia-Pacific (ISAMAP)*, September 30-October 1, Ishikawa, Japan, 147, 2010.

27. Monprasit, P., Ritvirulh, C., Sooknoi, T., Rukchonlatee, S., Fuongfuchart, A. and Sirikittikul, D., Selective Ethylene-Permeable Zeolite Composite Double-Layered Film for Novel Modified Atmosphere Packaging, *Polymer Engineering and Science*, 51(7), 1264, 2011.
28. สมยศ รัตนไพบูลย์กิจ, ตะวัน สุขน้อย, ชลลดา ฤตวิรุฬห์ และสุภารัตน์ รักชลธี, ฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ย่อยสลายได้ด้วยแสง, การประชุมวิชาการระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย" ครั้งที่ 4, ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 12-13 มีนาคม, พิษณุโลก, 2554.
29. Jaisomboon, N., Sooknoi, T., Rukchonlatee, S., Enhancement of Water Vapor Permeation of LLDPE Film with EVA as Dispersed Phase, The 38th Congress on Science and Technology of Thailand (STT38), October 17-19, Chiang Mai, Thailand, E_E0007, 2012.
30. Wiwattananukul, R., Sooknoi, T., Ruckchonlatee, S. and Ritvirulh, C., Improved the ethylene transmission rate of LLDPE/SEBS blend film, The proceedings Pure and Applied Chemistry International Conference 2013 (PACCON 2013), January 23-25, Bangsaen, Thailand, 1033, 2013.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ - นามสกุล นายวรา ชัยนิตย์

Mr Vara Chaiyanit

วิทยาลัยช่างศิลป สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทร 02-3264002-4

โทรสาร 02-3264013

e-mail: VCHAIYANIT @ HOTMAIL.COM

ประวัติการศึกษา

ศิลปมหาบัณฑิต (สาขาภาพพิมพ์) มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี 2534

การแสดงผลงานศิลปะ

- INTERNATIONAL PRINT EXHIBITION, SMALL GRAPHIC FORM, POLAND 1989.
- 6TH CONTEMPORARY YOUNG ARTISTS EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND 1989.
- 4TH,5TH,7TH INTERNATIONAL BIENNIALE PRINT EXHIBITION : ROC 1990-1993.
- "NEW ARTIST GROUP" EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND 1990.
- 7TH CONTEMPORARY YOUNG ARTISTS EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND 1990.
- 19TH INTERNATIONAL BIENNIALE OF GRAPHIC ART LJUBLJANA, YUGOSLAVIA 1991.
- 4TH BIENNIALE EXHIBITION OF SMALL GRAPHIC FORM AND EXLIBRIS, POLAND 1991.
- THE INTERNATIONAL EXHIBITION ii ROOPANKAR BHARAT BHAVAN INTERNATIONAL BIENNIALE OF PRINT, INDIA 1991.
- 8TH CONTEMPORARY YOUNG ARTISTS EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND 1991.
- 37TH NATIONAL ART EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND 1991
- BRINGS GOOD THINGS TO LIFE EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND 1991.
- UNIVARSITY PRINT EXHIBITION "MACHIDA CITY MUSEUM OF GRAPHIC ARTS", TOKYO 1992.
- THE 4TH KOCHI INTERNATIONAL TRIENNIAL EXHIBITION OF PRINTS, JAPAN 1992.
- THE 45TH INTERNATION EXHIBITION OF ART, THAILAND 1992
- CONTEMPORARY ART EXHIBITION. ORGANIZED BY THAI FARMERS BANK, BANGKOK, THAILAND 1992.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- "BRINGS GOOD THINGS TO LIFE" EXHIBITION, THAILAND 1992.
- SAPPORO INTERNATIONAL PRINT BIENNIAL, JAPAN 1992.
- 1- 6TH ART EXHIBITION BY THE MEMBERS OF COLLEGE OF FINE ARTS-BANGKOK, THAILAND 1999.
- ART THESIS EXHIBITION BY MASTER DEGREE BANGKOK, THAILAND 2000.
- INTERNATIONAL PRINT TRIENNIAL IN KANAGAWA, JAPAN 2001.
- THE 10TH INTERNATIONAL BIENNIAL PRINT&DRAWING EXHIBITION 2001, ROC.
- THE5TH KOCHI INTERNATIONAL TRIENNIAL EXHIBITION OF PRINTS. JAPAN 2001.
- THE 12 TH INTERNATIONAL PRINT BIENNIAL, SEOUL 2002.
- PREMIO AGOUI 6TH INTERNATIONAL BIENNIAL OF ENGRAVING,ITALIA 2003.
- THE 13TH SPACE INTERNATIONAL PRINT BIENNIAL, SEOUL 2004.
- PREMIO ACQUI 7TH INTERNATIONAL BIENNIALOF ENGRAVING, ITALIA 2005
- THAI ART EXHIBITION AT ART GALLERY OF THE CAPITAL LIBRARY, BEIJING 2005.
- INTERNATIONAL PRINT TRIENIAL KRAKOW OLDENBURG VICNNA. 2006-2007, POLAND
- IX INTERNATIONAL BIENNIAL EXHIBITION OF ENGRAVING CAIXANOVA SPAIN 2007
- INTERNATIONAL PRINT EXHIBITION TOKYO, JAPAN 2007
- SEGNALATO PRIZE, PREMIO ACQUI 7TH INTERNATIONAL BIENNIAL OF ENGRAVING, ITALIA 2011

รางวัลที่ได้รับ

1989 - "MISIEUM YIPINSOI" SCHOLARSHIP

- SILVER MEDAL. 6TH CONTEMPORARY YOUNG ARTISTS EXHIBITION, BANGKOK.

1990 - SPACIAL PRIZE, 7TH CONTEMPORARY YOUNG ARTISTS EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND.

- SPACIAL PRIZE, "BRINGS GOOD THINGS TO LIFE" EXHIBITION, BANGKOK.

1991 - SPACIAL PRIZE, 8TH CONTEMPORARY YOUNG ARTISTS EXHIBITION, BANGKOK, THAILAND.

- 3RD PRIZE, BRONZE MEDAL, 37TH NATIONAL ART EXHIBITION, THAILAND.
- AWARD WINNERS"BRINGS GOOD THINGS TO LIFE"EXHIBITION, BANGKOK.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1993 - AWARD WINNERS"BRINGS GOOD THINGS TO LIFE"EXHIBITION, BANGKOK.

1999 - AWARD WINNERS"BRINGS GOOD THINGS TO LIFE"EXHIBITION, BANGKOK.

- AWARD WINNER, CONTEMPORARY ART EXHIBITION, ORGANIZED BY THAI FARMERS BANK BANGKOK, THAILAND.

- SAPPORO'S PRIZE. SAPPORO INTERNATIONAL PRINT BIENNIAL, JAPAN.

2001 - GOLD MEDEL, PRINT THE 10TH INTERNATIONAL BIENNIAL PRINT & DRAWING EXHIBITION 2001, ROC.

- AWARD WINNERS FOURTH PRIZE THE 5TH KOCHI INTERNATIONAL TRIENNIAL EXHIBITION OF PRINTS. JAPAN.

2002 - SPACE GRAND PRIZE 'THE 12TH SPACE INTERNATIONAL PRINT BIENNIAL, SEOUL.

2003 - PURCHASC PRIZE, PREMIO ACQUI 6TH INTERNATIONAL BIENNIAL OF ENGRAVING. ITALIA

2004 - SPACE GRAND PRIZE THE 13TH SPACE INTERNATIONAL PRINT BIENNIAL, SEOUL.

2006 - SEGNALATO PRIZE, PREMIO ACQUI 7TH INTERNATIONAL BIENNIAL OF ENGRAVING, ITALIA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้