บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

การสร้างแม่พิมพ์โดยใช้เทคนิคพิมพ์สกรีน เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งกาวอัดที่นำมาผลิตนั้นเกิดจากการนำพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ (Poly(vinyl alcohol), PVA) หรือพอลิไวนิลอะซิ-เทต (Poly(vinyl acetate), PVAc) มาเติมสารเคมีชนิดอื่นๆ เพื่อให้กาวอัดมีสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ความคงทนต่อการขัดถู ความคมชัดของลวดลาย ระยะเวลาที่ใช้ในการถ่ายแบบ และความหนืด เป็นต้น โดยกาวอัดที่ผสมได้ต้องใช้ควบคู่กับน้ำยาไวแสง ซึ่งมีหลายประเภท เช่น น้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมต (Dichromate) น้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซ (Diazo) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงขึ้น สมบัติของกาวอัดแต่ละประเภทนั้นสามารถแบ่งตามความทนทานต่อหมึกพิมพ์ในแต่ละประเภท การเก็บรายละเอียดและความคมชัดของลวดลาย โดยส่วนใหญ่กาวอัดที่มีคุณภาพสูงจะมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ สำหรับกาวอัดที่มีคุณภาพต่ำจะไม่สามารถเก็บรายละเอียดและความคมชัดของลวดลายได้ บางชนิดมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว มีอายุการใช้งานที่ไม่นานมาก และปัญหาในการถ่ายแบบเนื่องจากสีของกาวอัดค่อนข้างทึบ เมื่อนำไปทำการพิมพ์สีจึงไม่สามารถมองทะลุผ่านแบบพิมพ์สกรีนลงบนพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการพิมพ์ได้อย่างชัดเจน

งานวิจัยนี้จึงศึกษาการเตรียมกาวอัดที่มีองค์ประกอบของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ (Poly(vinyl alcohol), PVA) และพอลิไวนิลอะซิเทต (Poly(vinyl acetate), PVAc) โดยใช้น้ำมันลินสีด (Linseed oil) และกรดโอลิอิก (Oleic acid) ในการปรับปรุงสมบัติของกาวอัดให้ดีขึ้นในด้านการยึดติด อายุการใช้งาน ความคงทน ความคมชัด รวมถึงมีการปรับปรุงโครงสร้างของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ด้วยกรดโอเลอิกเพื่อเป็นการเพิ่มสมบัติด้านการต้านทานน้ำสำหรับงานพิมพ์ที่ใช้หมึกพิมพ์เชื้อน้ำ ให้มีสมบัติเทียบเท่ากับกาวเกรดการค้าคุณภาพดี และสามารถใช้ทดแทนกาวอัดเกรดการค้าคุณภาพสูงได้ โดยเนื้อกาวอัดที่เตรียมได้มีสมบัติเหมาะสมในการสร้างแม่พิมพ์สกรีน มีราคาถูก และสามารถผลิตกาวอัดโดยใช้วัตถุดิบที่สามารถหาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อผลิตและพัฒนากาวอัดชนิดผสมน้ำยาไวแสงสำหรับงานภาพพิมพ์เทคนิคซิลค์สกรีน ที่มีคุณสมบัติเก็บรายละเอียดและความคมชัด ทนต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำ ทนต่อแรงเสียดสีและการชะล้างได้ดี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เตรียมสูตรผสมของกาวอัดโดยใช้พอลิไวนิลอัลกอฮอล์และพอลิไวนิลอะซิเทตเป็นเนื้อกาวอัด รวมทั้งพัฒนาสมบัติของกาวอัดด้วยน้ำมันลินสีดและกรดโอเลอิกในอัตราส่วนต่างๆ
2. ปรับปรุงโครงสร้างของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ด้วยกรดโอเลอิก เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตกาวอัด
3. ศึกษาสมบัติต่างๆ ของกาวอัด
    - ความหนืดของกาวอัด
    - ความคมชัดของลวดลายหลังการถ่ายแบบ
    - ความคงทนของกาวอัดหลังการทดสอบ
    - ความสามารถในการชะล้าง
    - อายุการใช้งานของกาวอัด
    - ประเมินการใช้งานจริง

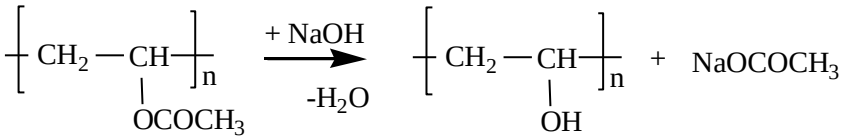
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเตรียมกาวอัดที่มีสมบัติเทียบเท่ากับกาวอัดเกรดการค้าคุณภาพดี
2. สามารถลดต้นทุนในงานพิมพ์สกรีนและลดการนำเข้ากาวอัดจากต่างประเทศได้

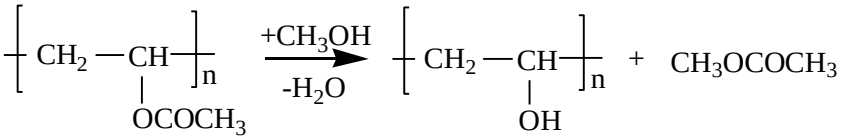
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พอลิไวนิลอัลกอฮอล์ (Poly(vinyl alcohol)) [1-2]

พอลิไวนิลอัลกอฮอล์เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์โดยเตรียมจากพอลิไวนิลอะซิเทต เนื่องจากมอนอเมอร์ไวนิลอัลกอฮอล์ (CH_2=CHOH) ไม่เสถียร สามารถเกิด tautomerize ไปเป็นอะซิทัลดีไฮด์ (CH_3CHO) ได้ง่ายจึงไม่นิยมเตรียมพอลิไวนิลอัลกอฮอล์จากพอลิเมอไรเซชันของไวนิลอัลกอฮอล์โดยตรง พอลิไวนิลอัลกอฮอล์เตรียมได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสหรือปฏิกิริยาเมทาโนไลซิสของพอลิไวนิลอะซีเทต ดังสมการที่ 1 และ 2



(1)



(2)

รูปที่ 2.1 การสังเคราะห์พอลิไวนิลอัลกอฮอล์จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (1) และปฏิกิริยาเมทาโนไลซิส (2) จากพอลิไวนิลอะซีเทต

2.1.1 สมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์

พอลิไวนิลอัลกอฮอล์เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทพอลิโอเลฟิน มีลักษณะเป็นผงสีขาวจนถึงครีม มีสมบัติพิเศษ คือ สามารถย่อยสลายได้โดยวิธีชีวภาพ นอกจากนี้ยังสามารถละลายในน้ำได้ มีหลายเกรดตามความหนืดซึ่งขึ้นอยู่กับองศาพอลิเมอไรซ์และเปอร์เซ็นต์ของอัลกอฮอไลซิส สามารถละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลลดลง แต่ความแข็งแรง การดึงยืด ความทนต่อการฉีกขาด และโค้งงอดีขึ้นเมื่อน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น สลายตัวในน้ำและเกิดเป็นสารที่มีพันธะคู่ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้

2.1.2 การใช้งานของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์

แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1) อาศัยสมบัติการละลายในน้ำ เช่น ใช้เป็นสารข้น (Thickening agent) ให้ระบบอิมัลชันและระบบแขวนลอยต่างๆ และใช้ทำแผ่นฟิล์มเคลือบกระดาษซึ่งมีความใสเหนียว และทนต่อการขีดข่วน

2) นำพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ไปทำปฏิกิริยาเคมีแบบเชื่อมโยงซึ่งจะไม่สามารถละลายได้ในน้ำ แล้วจึงนำมาใช้งาน ซึ่งพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่ไม่ละลายในน้ำนี้สามารถดูดน้ำและความชื้นได้เป็นอย่างดี (ประมาณ 30% โดยน้ำหนัก) จึงใช้เป็นเส้นใยแทนฝ้ายได้ ผ้าที่ทำด้วยเส้นใยพอลิไว-นิลอัลกอฮอล์นี้สวมใส่สบาย ซักง่าย ทนทานต่อการสึกหรอ และสามารถคงรูปได้เป็นอย่างดีที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.1 สมบัติของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์

ชื่ออื่นๆ	Polyviol, Vinol, Alvyl, Alkotex, Covol, Gelvatol, Lemol, Mowiol
ลักษณะภายนอก	เม็ดสีขาวจนถึงครีม
ความหนาแน่น	1.19 – 1.31 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
อุณหภูมิหลอมเหลว	230 องศาเซลเซียส
จุดเดือด	228 องศาเซลเซียส
จุดวาบไฟ	79.44 องศาเซลเซียส

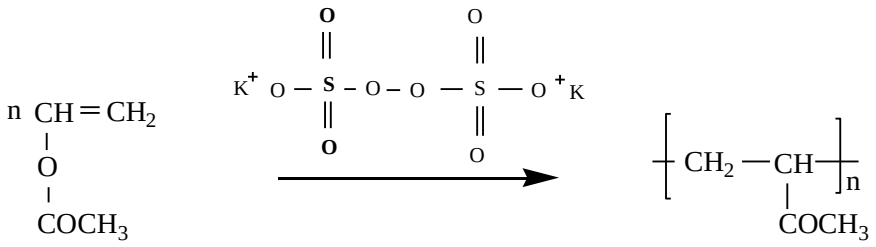
2.2 พอลิไวนิลอะซีเทต (Poly(vinyl acetate)) [3]

พอลิไวนิลอะซีเทต (Poly(vinyl acetate)) หรือ พอลิเอทิลเอทาโนเอต (Poly(ethyl ethanoate)) เป็นพอลิเมอร์ที่มีแขนงหนาแน่น มีลักษณะโมเลกุลแบบอะแทกติก ไม่มีความเป็นผลึก จึงมีลักษณะอ่อนนิ่มมากจนเป็นของเหลวข้นหนืด สีขาวขุ่น เมื่อแห้งจะใส เนื่องจากความอ่อนนิ่มจนมีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด ง่ายต่อการทำเป็นอิมัลชัน อุณหภูมิของการหล่อแม่พิมพ์ต่ำ จึงไม่เหมาะที่จะหล่อขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ไม่มีสี ไม่มีรส และมีกลิ่น มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นซึ่งสมบัติของพอลิไวนิลอะซีเทต ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2.2

การใช้งาน เรซินชนิดนี้ใช้ทำกาวในรูปของอิมัลชัน สำหรับติดไม้ กระดาษ ผ้า และหนังเทียม มักเรียกกาวชนิดนี้ว่า กาวลาเท็กซ์ ใช้เป็นสารเหนียวในหมากฝรั่ง ทำสีและเคลือบหลอดไฟสำหรับถ่ายรูปในสมัยก่อน

ตารางที่ 2.2 สมบัติของพอลิไวนิลอะซีเทต

ชื่ออื่นๆ	1-acetoxyethylene, acetic acid ethenyl ester, acetic acid vinyl ester
ลักษณะภายนอก	ของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นหอมฉุน
ความหนาแน่น	0.934 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
อุณหภูมิหลอมเหลว	-93 องศาเซลเซียส
จุดเดือด	73 องศาเซลเซียส
จุดวาบไฟ	-8 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.2 ปฏิกิริยาการเตรียมพอลิไวนิลอะซีเทต

2.3 น้ำมันลินสีด (Linseed oil) [4-10]

น้ำมันลินสีดได้จากการนำเมล็ดมาสกัดน้ำมันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม โดยน้ำมันที่สกัดได้มีลักษณะพิเศษ คือแห้งเร็ว เรียกทั่วๆไปว่า น้ำมันชักแห้ง (Drying oil) จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำสี น้ำมันชักเงา น้ำมันเคลือบไม้ หมึกพิมพ์ ผ้าพลาสติก น้ำยาฟอกหนัง จารบี และสารหล่อลื่น

สมบัติและการใช้งาน

น้ำมันลินสีดได้จากเมล็ดแฟลกซ์ (Flax)ในที่ที่มีอากาศเย็น ปริมาณน้ำมันในเมล็ดแฟลกซ์ขึ้นกับภูมิอากาศและดิน การสกัดน้ำมันลินสีดทำได้โดยนำเมล็ดแฟลกซ์ไปตากแห้งแล้วเก็บไว้ระยะหนึ่ง ทั้งนี้เพราะการบีบจะได้ผลดีเมื่อเมล็ดสุกเต็มที่และมีน้ำอยู่ไม่เกิน 9% จากนั้นล้างเอาฝุ่นและสิ่งสกปรกออกให้หมด ผ่านเข้าไปในเครื่องบดแบบลูกกลิ้ง (Roller mill) เพื่อกะเทาะเปลือกออก นำเมล็ดที่กะเทาะเปลือกออกไปผ่านไอน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ผนังเซลล์แตกออก จากนั้นนำไปบีบในเครื่องบีบ (Screw press) ซึ่งเรียกว่า เอกซ์เพลเลอร์ (Expellers) ในขั้นนี้จะบีบน้ำมันออกมาได้ประมาณ 30% ส่วนกากที่เหลือสามารถเอาไปทำให้ร้อนแล้วบีบน้ำมันออกที่ความดันสูงๆ ได้แต่ส่วนมากมักนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายต่อ สำหรับกากที่เหลือจะมีน้ำมัน

เหลืออยู่ประมาณ 1–6% แล้วแต่วิธีการสกัดที่ใช้ นอกจากนี้ยังมีโปรตีนรวมทั้งสารอื่นๆ เช่น สารประกอบไนโตรเจนปนอยู่ด้วย ซึ่งใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ น้ำมันดิบที่ได้จากการสกัดนี้จะขุ่นไม่ใส เพราะมีพวกเมล็ดปนอยู่ด้วย ดังนั้นก่อนนำไปใช้งานจึงต้องนำไปกรองก่อน

น้ำมันลินสีดที่ได้จากแหล่งต่างๆ กันจะมีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วงระหว่าง 170–200 สำหรับน้ำมันลินสีดที่ได้จากการปลูกในประเทศไทย ทั้งน้ำมันดิบและน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์แล้ว มีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.3 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันลินสีด

	น้ำมันลินสีดดิบ	**น้ำมันลินสีดที่ผ่านกรรมวิธีที่ทำให้บริสุทธิ์**
ค่าไอโอดีน	170	170
ค่าของกรด	3.5	0.5
ค่าสะพอนิฟิเคชัน	188	190
สารที่สะพอนิฟายไม่ได้ร้อยละ	1.25	1.25
ค่าถ่วงจำเพาะ , 25 องศาเซลเซียส	0.9201	0.9184
ดัชนีหักเห , 25 องศาเซลเซียส	1.4780	1.4784

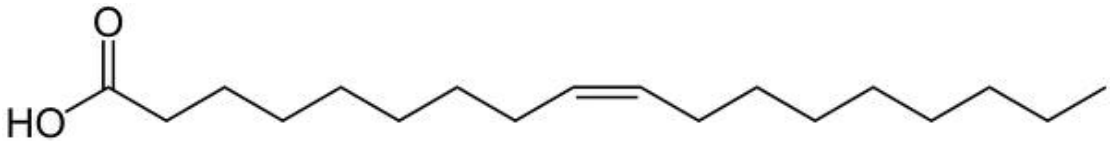
น้ำมันลินสีด มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมัน ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.4 กรดไขมันที่สำคัญของน้ำมันลินสีด (Linseed oil) **[14]**

กรดไขมัน	**ปริมาณ (%)**
กรดปาล์มมิติก	6.72
กรดไมริสติก	2.73
กรดโอเลอิก	21.63
กรดลิโนเลอิก	13.29
กรดลิโนลินิก	56.61

2.4 กรดโอเลอิก (Oleic acid)

กรดโอเลอิก มีชื่อทางเคมีว่า Octadecenoic acid เป็น กรดไขมัน ประเภทกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ที่มีจำนวนคาร์บอน 18 อะตอม มีพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 จัดเป็น Monounsaturated fatty acid เนื่องจากมีตำแหน่งพันธะคู่ 1 ตำแหน่งดังนั้นรูปร่างที่ถูกต้องของโมเลกุล oleic acid จึงไม่ได้เป็นเส้นตรง แต่จะมีลักษณะหักมุมที่ตำแหน่งพันธะคู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ลักษณะของกรดโอเลอิก คือไม่มีกลิ่น และไม่มีสี แต่ในทางการค้าถูกแต่งเติมให้เป็นสีเหลืองอ่อน คำว่า “Oleic” มาจากคำว่า “Olive” หรือน้ำมันมะกอก หมายถึงน้ำมันที่มีส่วนประกอบหลักคือกรดโอเลอิก



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของกรดโอเลอิก

2.5 การพิมพ์สกรีน [11-12]

การพิมพ์สกรีนเป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้หลักการปาดสีหรือหมึกพิมพ์ผ่านผ้าสกรีนที่ขึงตึงบนกรอบที่ทำขึ้น โดยปิดและเปิดบริเวณรูผ้าสกรีนให้มีลายภาพตามความต้องการ การพิมพ์นี้สามารถพิมพ์ได้กับวัสดุหลายชนิด เช่น ผ้า กระดาษ พลาสติก กระจก กระเบื้อง เซรามิค และโลหะ ปัจจุบันระบบการพิมพ์สกรีนเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการพิมพ์ และวงการการศึกษามากขึ้น เช่น ใช้พิมพ์สินค้าให้สวยงามน่าใช้ ใช้พิมพ์ป้าย งานสื่อโฆษณา-ประชาสัมพันธ์ ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เป็นต้น นับว่าเป็นระบบการพิมพ์งานที่ลงทุนน้อยโดยใช้วัสดุอุปกรณ์-เครื่องมือเครื่องใช้เพียงไม่กี่ชนิดก็สามารถพิมพ์ได้ กระบวนการพิมพ์สกรีนเป็นระบบการพิมพ์ที่มีขั้นตอนการทำงานที่ง่ายโดยการพิมพ์สกรีนจะต้องสร้างแม่พิมพ์ด้วยการอัดกาว ซึ่งกาวอัดมีองค์ประกอบในการพิมพ์สกรีนที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.5.1 กาวอัด

งานพิมพ์สกรีน มีวิธีในการสร้างแม่พิมพ์ 2 วิธี คือ วิธีโดยไม่ใช้แสง (Non-Exposure) และ วิธีการถ่ายด้วยแสง (Exposure) ในการสร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีการถ่ายด้วยแสงแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1. สร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีการอัดกาวชนิดต่างๆ เช่น แม่พิมพ์กาวอัดชนิดไดโครเมต แม่พิมพ์กาวอัดชนิดไดอาโซ และแม่พิมพ์กาวอัดชนิดพอลิเมอร์แบบผสมสำเร็จ

2. สร้างแม่พิมพ์ด้วยฟิล์มถ่ายแบบต่างๆ ได้แก่ แม่พิมพ์วิธีฟิล์มถ่ายม่วง และแม่พิมพ์วิธีฟิล์มถ่ายไฟสตาร์ เป็นต้น

การสร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีกาวอัดเป็นวิธีที่นิยมที่สุด เนื่องจากให้ภาพหรืองานพิมพ์ที่มีรายละเอียดเหมือนต้นฉบับ เหมาะสำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการความคมชัดหรือลายภาพที่มีความละเอียดสูง และงานพิมพ์ที่ต้องการชิ้นงานจำนวนมากๆ เพราะแม่พิมพ์มีความคงทนต่อแรงเสียดสีได้ดี การสร้างแม่พิมพ์ด้วยวิธีกาวอัดด้วยแสงจะต้องใช้ความละเอียดอ่อนเป็นพิเศษ และทำการฝึกฝนบ่อยๆ จึงจะทำให้ผลิตผลงานพิมพ์ออกมาได้คุณภาพและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้กาวอัดแต่ละชนิด จึงควรศึกษาสมบัติเฉพาะของเนื้อกาวอัด และความเหมาะสมกับการใช้หมึกพิมพ์ เพื่อความสมบูรณ์ของชิ้นงาน

2.5.1.1 ประเภทของกาวอัด

กาวอัดที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิมทำมาจากเจลาตินที่ได้จากหนังสัตว์ต่างๆ นำมาละลายน้ำ เติมน้ำยาไวแสงแล้วจึงนำมาเคลือบบนบล็อกสกรีนและถ่ายไฟ แม่พิมพ์สกรีนที่ได้จากกรรมวิธีนี้จะไม่คมชัดและเกิดเป็นรอยฟันปลา กาวอัดที่ใช้ในงานซิลค์สกรีนและน้ำยาไวแสง ที่ใช้สำหรับมาทำให้เกิดลวดลายบนแม่พิมพ์สกรีน มี 3 ประเภท

1.กาวอัดแบบดั้งเดิม (Traditional emulsion)

กาวอัดที่จัดอยู่ในแบบดั้งเดิมหรือแบบทั่วไป เป็นกาวอัดที่ผสมน้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมตและน้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซ ซึ่งจะมีสีชมพู สีฟ้า สีม่วง สีเขียวแล้วแต่ผู้ผลิต การใช้งานจะแตกต่างกันตามลักษณะของน้ำยาไวแสงที่ใช้ เช่นผู้ที่ทำแม่พิมพ์สกรีนจำนวนน้อย ไฟถ่ายเป็นแบบฟลูออเรสเซนต์ ควรเลือกใช้กาวอัดที่ผสมน้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมต เนื่องจากสามารถผสมน้ำยาไวแสงครั้งต่อครั้งให้พอใช้งานใน 1 วัน หากเก็บกาวอัดที่ผสมน้ำยาไวแสงชนิดนี้ไว้ข้ามวัน ความหนืดและความเข้มข้นของกาวจะลดลง ไม่สามารถนำมาปาดบนบล็อกสกรีนได้ (หากต้องการ

ยืดอายุของกาวที่ผสมน้ำยาไวแสงแล้วควรเก็บกาวไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส) อัตราส่วนในการผสมน้ำยาไวแสงขึ้นอยู่กับผู้ผลิตกาวอัดจากประเทศต่างๆ เช่น จากประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เป็นผู้กำหนด โดยมีอัตราส่วนกาวอัด 5 ส่วนต่อน้ำยาไวแสง 1 ส่วน หรืออัตราส่วนของกาวอัด 10 ส่วนต่อน้ำยาไวแสง 1 ส่วน เป็นต้น

ในกรณีที่มีงานทำแม่พิมพ์อยู่เป็นประจำและมีจำนวนมากพอสมควร อีกทั้งไฟถ่ายมีกำลังไฟที่ดีควรเลือกใช้กาวอัดที่ผสมน้ำยาไวแสงไดอาโซ โดยผสมน้ำยาไวแสงกับกาวอัดเพียงครั้งเดียวก็สามารถใช้งานได้ตลอดอายุของกาวอัด การผสมน้ำยาไวแสงไดอาโซชนิดต้องผสมน้ำ ทำได้โดยเทน้ำอุ่นลงในขวดน้ำยาไวแสงตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วปิดฝาเขย่าให้น้ำยาไวแสงละลาย จากนั้นนำไปผสมในกระป๋องกาวอัดให้น้ำยาไวแสงและกาวอัดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าน้ำยาไว-แสงไดอาโซชนิดที่ไม่ต้องละลายน้ำก่อนให้ผสมในกาวอัดได้ทันที ตัวอย่างกาวอัดที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น

- **กาวอัดสีชมพู**

กาวอัดสีชมพูมีความละเอียด ใช้เวลาในการถ่ายด้วยแสงน้อย เหมาะสำหรับงานพิมพ์กราฟ-ฟิคที่เน้นความคมชัด และเก็บรายละเอียดได้ดี มีความคงทนต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำมัน ประเภทแห้งช้า ดรูไลท์ (Drulite Ink) และประเภทแห้งเร็ว (ส่วนสีที่มีส่วนประกอบของ PVC) หากเคลือบด้วยน้ำยาแพทลี่ (Patly) จะคงทนต่อหมึกเชื้อน้ำ กาวอัดชนิดนี้ใช้ผสมกับน้ำยาไวแสงชนิดไดโครเมต

- **กาวอัดสีฟ้าอ่อน**

กาวอัดสีฟ้าอ่อน เนื้อกาวเป็นสีฟ้าอ่อน สามารถจัดวางตำแหน่งภาพได้ง่าย เนื้อกาวมีความละเอียดเหมาะสำหรับการพิมพ์กราฟฟิคที่เน้นความคมชัด และมีความคงทนต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำและเชื้อน้ำมัน หมึกพิมพ์เชื้อพลาสติซอล หรือหมึกพิมพ์ยูวี เนื้อกาวมีความคงทนต่อแรงเสียดสีได้ดี กาวอัดชนิดนี้ใช้ผสมกับน้ำยาไวแสงชนิดไดอาโซ

- **กาวอัดสีม่วงอ่อน**

กาวอัดสีม่วงอ่อน เนื้อกาวอัดเป็นสีม่วงอ่อน สีของกาวอัดในกรอบสกรีนที่แห้งแล้วมีความสามารถในการมองผ่านได้ง่าย ทำให้จัดตำแหน่งแบบถ่ายได้ง่ายเนื้อกาวอัดมีความละเอียดเหมาะสำหรับงานพิมพ์ผ้าทุกชนิด ทั้งผ้ายืด ผ้าผืน และผ้าหลา หรือชิ้นงานที่ต้องการความชัดเป็นพิเศษ สามารถเก็บรายละเอียดของแบบภาพได้ดี มีความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำเป็นพิเศษ กาวอัดชนิดนี้ใช้ผสมกับน้ำยาไวแสงชนิดไดอาโซ

- **กาวอัดประเภทโฟโต้พอลิเมอร์ชนิดผสมเสร็จ**

กาวอัดประเภทโฟโต้พอลิเมอร์ชนิดผสมเสร็จเป็นเนื้อกาวอัดแบบชนิดผสมน้ำยาไวแสงสำเร็จรูป เนื้อกาวเมื่อแห้งมีสีอ่อน เนื้อกาวอัดมีความเข้มสูงเหมาะสำหรับใช้กับงานพิมพ์คุณภาพสูงในอุตสาหกรรม หรืองานพิมพ์ที่ต้องการให้หมึกลงหนาเป็นพิเศษ ให้ความคมชัดได้ดี เนื้อกาวทนทานต่อหมึกพิมพ์ มีราคาแพง

การเก็บรักษา ควรเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นหรือที่มีอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50-60 % และไว้ในห้องมืดจะเก็บได้นาน 4-6 สัปดาห์ สำหรับบล็อกสกรีนที่เคลือบกาวอัดแล้วยังไม่ได้ถ่ายด้วยไฟ สามารถเก็บไว้ได้ที่มืดที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำ

2. กาวอัดแบบดูอัลเคียว (Dual cure emulsions)

กาวอัดแบบดูอัลเคียวเป็นกาวอัดที่มีการทำปฏิกิริยา 2 ครั้ง ซึ่งแตกต่างจากกาวอัดแบบอื่นๆ ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเพียงครั้งเดียว ภายในเนื้อกาวอัดจะมีส่วนผสมของน้ำยาไวแสงอยู่จำนวนหนึ่ง โดยทั่วไปจะเรียกกาวอัดชนิดนี้ว่า โฟโต้พอลิเมอร์ (Photopolymer) กาวอัดแบบนี้มีคุณสมบัติต่างจากกาวอัดแบบดั้งเดิมที่ใช้น้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซที่กล่าวมาแล้ว คือในเนื้อกาวอัดเองจะทำปฏิกิริยาแข็งตัวแต่ยังไม่สมบูรณ์พอที่จะเปลี่ยนสถานะของกาวอัดให้เป็นของแข็งได้ จนกว่าจะเติมน้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซอีกจำนวนหนึ่งตามที่ผู้ผลิตจัดเตรียมไว้เข้าไป น้ำยาไวแสงไดอาโซนี้จะไปเร่งปฏิกิริยาให้มากขึ้นเมื่อได้รับแสงจากแสงไฟถ่ายในช่วงคลื่น 410 นาโนเมตร กาวอัดแบบดูอัลเคียวนี้มีคุณสมบัติที่สามารถทนทานต่อหมึกพิมพ์ฐานน้ำมันและหมึกพิมพ์ฐานน้ำ ทั้งยังมีคุณสมบัติเก็บรายละเอียดได้ดี (Resolution) และความคมชัด (Definition) ของลวดลายได้ดีกว่ากาวอัดแบบดั้งเดิม รวมทั้งใช้เวลาในการถ่ายไฟน้อยกว่า การเก็บรักษากาวอัดที่ยังไม่ได้ผสมน้ำยาไวแสงจากผู้ผลิตจะมีอายุเก็บรักษาได้ 1 ปีขึ้นไป แต่ถ้าผสมน้ำยาไวแสงแล้วและเก็บรักษาในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส จะเก็บได้ประมาณ 3-4 สัปดาห์ สำหรับบล็อกสกรีนที่ปาดกาวอัดแล้วเก็บอยู่ในที่มืดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซียลเซียส จะเก็บได้ประมาณ 2 เดือน

3. กาวอัดแบบสำเร็จรูป (One component emulsions)

กาวอัดแบบสำเร็จรูปเป็นเนื้อกาวอัดที่มีน้ำยาไวแสงผสมอยู่เรียบร้อยแล้วจากผู้ผลิต เนื้อกาวอัดกับน้ำยาไวแสงจะทำปฏิกิริยากันเอง แต่ยังไม่เปลี่ยนสถานะจนกว่าจะได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่ช่วงคลื่น 365 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงคลื่นแสงที่กาวอัดได้รับแล้วจะทำปฏิกิริยากับสารไวแสงโดยสมบูรณ์และเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งยึดกับผ้าสกรีน ในการใช้งานสามารถเปิด

ใช้ได้ทันทีในห้องที่มีแสงสีแดงหรือแสงสีเหลือง (Safe light) ส่วนบล็อกสกรีนที่ยังไม่ได้ผ่านการถ่ายไฟ สามารถเก็บในสถานที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ความชื้นต่ำ และในที่มืดได้ประมาณ 6 เดือน สำหรับอายุการใช้งานของกาวอัดนั้นสามารถเก็บรักษาได้นาน 1-2 ปี

2.5.1.3.2 ส่วนประกอบของกาวอัด มีดังนี้

1. พอลิไวนิลอัลกอฮอลล์ (Poly(vinyl alcohol))

2. พอลิไวนิลอะซิเทต (Poly(vinyl acetate))

3. สารเคมีที่ใช้เติมแต่งเพื่อเพิ่มสมบัติ

กาวอัดผลิตมาจากการนำส่วนประกอบของพอลิไวนิลอัลกอฮอลล์หรือพอลิไวนิลอะซิเทตตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวมาผสมโดยผ่านกรรมวิธีปั่นบด และเติมสารเคมีชนิดอื่นๆ

2.5.1.2 สมบัติของกาวอัด

คุณสมบัติของกาวอัดเมื่อนำส่วนประกอบต่างๆ ของกาวอัดมาผสมกันแล้วเติมสารเคมีลงไป เพื่อให้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น สีของกาวอัด ความหนืด(Viscosity) เปอร์เซ็นต์ของเนื้อกาวอัด (Solid content) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. สี (Colour) สีไม่ได้เป็นสิ่งที่แสดงสมบัติพิเศษใดๆ เพียงแต่เป็นสารเติมแต่งเพื่อให้สามารถแยกชนิดให้รู้ว่าเป็นกาวอัดประเภทใดของผู้ผลิต และสีของกาวอัดจะให้ความทึบแสงหรือโปร่งแสงเพื่อสะดวกต่อการพิมพ์

2. ความหนืด (Viscosity) มีความสำคัญในขั้นตอนการปาดกาวอัด กาวอัดที่มีความหนืดสูงผู้ปาดต้องใช้แรงในการปาดมากกว่ากาวอัดที่มีความหนืดต่ำกว่า

3. เนื้อกาวอัด (Solid content) หมายถึงปริมาณของสารเรซินและสารอื่นๆ ที่เป็นของแข็งโดยสามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ต่อกาวทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ที่ไม่ได้ระบุไว้จะเป็นของเหลว เช่น กาวอัดมีเนื้อกาวอัด 48% หมายถึงมีปริมาณของแข็งอยู่ร้อยละ 48 ส่วนที่เหลือร้อยละ 52 เป็นของเหลว

4. ความสามารถในการเก็บรายละเอียด (Resolution) หมายถึงเม็ดสกรีนและลายเส้นที่ปรากฏบนฟิล์มแม่แบบ(Diapositive film) ที่เล็กที่สุดที่กาวอัดแต่ละชนิดสามารถเคลือบบนแม่พิมพ์สกรีนได้และสามารถนำไปพิมพ์ให้เกิดภาพได้ กาวอัดแต่ละประเภทจะมีสมบัติในด้านนี้แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการเก็บรายละเอียดและขนาดให้เท่ากับแม่แบบต่างกัน

5. ความคมชัด (Definition) หมายถึงความสามารถในการทำแม่พิมพ์สกรีนที่มีเม็ดสกรีนหรือลายเส้นให้มีขนาดเท่ากับแม่แบบ และเมื่อนำแม่พิมพ์สกรีนนั้นไปพิมพ์ ลวดลายที่พิมพ์ได้ก็จะมีขนาดเท่ากับแม่แบบเช่นกัน ส่วนที่ขาดหรือเกินจะวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่น้อยจะหมายถึงความคมชัดที่ดีซึ่งจะปรากฏให้เห็นจากขอบของลวดลายที่พิมพ์

6. ความทนทานที่มีต่อหมึกฐานน้ำมัน (Solvent resistance) หมายถึงความทนทานต่อหมึกพิมพ์ที่มีส่วนประกอบของน้ำมันเพื่อไม่ให้กาวอัดละลายหรือหลุดลอกเมื่อสัมผัสกับน้ำมัน

7. ความทนทานต่อหมึกฐานน้ำ (Water resistance) หมายถึงความทนทานต่อหมึกพิมพ์ที่มีส่วนประกอบของน้ำเป็นส่วนผสม

8. ความทนทานต่อแรงกระแทกและแรงเสียดสี (Mechanical resistance) หมายถึงความทนทานต่อแรงกระแทกของเครื่องพิมพ์ และทนการเสียดสีจากยางปาดในการพิมพ์

9. การถ่ายไฟเพิ่มเติม (Post-exposure) หมายถึงการถ่ายไฟซ้ำหลังจากถ่ายไฟและล้างลายได้ตามแบบแล้วอบให้แห้งและนำมาถ่ายไฟซ้ำ หรือนำไปตากแดด เพื่อให้กาวอัดแข็งตัวมากขึ้นทนทานต่อการพิมพ์งานจำนวนมาก และสามารถล้างกาวอัดออกง่าย

10. การล้าง (Removal หรือ Ease of decoating) หมายถึงการล้างลายที่เกิดจากกาวอัดออกจากผ้าสกรีน ให้เป็นผ้าสกรีนสีขาวหรือสีเหลืองเช่นเดิมด้วยน้ำยาล้างกาวอัดหรือคลอรีน

11. การใช้ฮาร์ดเดนเนอร์ (Chemical hardening) แม่พิมพ์สกรีนที่ต้องการความทนทานต่อหมึกพิมพ์มากกว่าปกติ เช่น แม่พิมพ์สกรีนที่ใช้กับหมึกพิมพ์ฐานน้ำ สามารถทาฮาร์ดเดนเนอร์ลงบนกาวอัดที่ถ่ายไฟแล้ว โดยปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เมื่อทาฮาร์เดนเนอร์แล้วกาวอัดจะแข็งตัวมีความทนต่อการพิมพ์ได้มากขึ้น

2.5.1.3 น้ำยาไวแสง

ปัจจุบันน้ำยาไวแสงที่มีจำหน่ายอยู่คู่กับกาวอัดมีหลายประเภทดังนี้

- น้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมต (Dichromate)

น้ำยาไวแสงประเภทนี้มีส่วนประกอบของธาตุโลหะหนัก (Heavy metal) ผสมอยู่ เช่น โครเมียม (Chromium) ซึ่งเป็นสารพิษต่อร่างกาย ในต่างประเทศโดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศแถบยุโรป ประเทศญี่ปุ่น ได้มีคำสั่งห้ามใช้น้ำยาไวแสงประเภทนี้อย่างเด็ดขาด เพราะนอกจากจะเป็นพิษต่อร่างกายแล้ว ยังสร้างมลภาวะทำให้น้ำเป็นพิษอีกด้วย ส่วนในประเทศไทยยังคงใช้น้ำยาไวแสงประเภทนี้กันอยู่มากพอสมควร เนื่องจากมีราคาถูก และสามารถรับคลื่นแสงที่ใช้ถ่ายไฟได้

เกือบทุกช่วงคลื่น โดยเฉพาะในช่วงคลื่น 365 นาโนเมตร ทั้งยังใช้เวลาในการถ่ายไฟไม่นานมากนัก ส่วนแม่พิมพ์สกรีนที่ได้จะมีคุณภาพดีพอสมควร

- น้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซ (Diazo)

น้ำยาไวแสงประเภทนี้มีลักษณะเป็นผงสีเขียวแก่ มีคุณภาพดีกว่าน้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมต นอกจากนี้ยังเป็นสารที่มีความปลอดภัย ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (Biodegradable) จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ น้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซนี้มี 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานคือ ชนิดที่ต้องละลายน้ำก่อนที่จะผสมกาวอัดและชนิดที่ไม่ต้องละลายน้ำ หรือเรียกว่า ไดแอด (Dir-ad) โดยที่สามารถผสมลงไปในกาวอัดได้เลยจึงสะดวกในการนำมาใช้งาน กาวอัดที่ใช้น้ำยาไวแสงประเภทนี้จะมีเนื้อกาวอัด (Solid content) สูงหลังจากผสมน้ำยาไวแสงแล้ว เนื่องจากกาวอัดไม่มีส่วนผสมของน้ำที่ใช้ละลายน้ำยาไวแสง การเก็บรักษาน้ำยาไวแสงทั้งสองชนิดนี้ ควรเก็บไว้ในสถานที่ที่ปราศจากความร้อน ควรเป็นที่ที่มีอุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่านี้ ความชื้นสัมพัทธ์ 50-60% และเก็บไว้ในที่มืดจะสามารถเก็บได้ประมาณ 1 ปี เมื่อน้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซหมดอายุสารจะเปลี่ยนสีเป็นสีดำ

- น้ำยาไวแสงประเภทเอสบีคิว (SBQ)

น้ำยาไวแสงประเภทนี้เป็นจำพวก Styrylhyridunium หรือ SBQ ผู้ผลิตกาวอัดจะผสมน้ำยาไวแสงชนิดนี้ลงในกาวอัดเลย น้ำยาไวแสงเอสบีคิวเป็นน้ำยาไวแสงที่ค้นพบโดยชาวญี่ปุ่นเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว มีราคาแพง แต่ปัจจุบันมีผู้นิยมใช้กันมากขึ้นจึงทำให้สามารถปรับราคาลดลง น้ำยาไวแสงชนิดนี้สามารถปรับสารไวแสงได้ดีที่สุดที่ช่วงคลื่น 365 นาโนเมตร ซึ่งรับแสงได้เร็วกว่าน้ำยาไวแสงประเภทไดอาโซถึง 5 เท่า การเก็บรักษาเหมือนน้ำยาไวแสงไดอาโซโดยมีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Z.O. Oymane และคณะ [13] ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันแห้งเร็วที่ไม่เป็นระบบคอนจูเกต (น้ำมันลินสีด) และระบบคอนจูเกต (น้ำมันทัง) โดยใช้ Co(II)-2-ethylhexanoate (Co-EH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยน้ำมัน 2 ชนิดนี้จะมีกลไกของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่แตกต่างกัน สำหรับน้ำมันลินสีดซึ่งไม่เป็นระบบคอนจูเกต การแตกออกของไฮโดรเจนจะเกิดขึ้นผ่านอัลไลลิกไฮโดรเจนอะตอม ออกซิเจนปริมาณมากที่ใส่ลงไปนำไปสู่การเกิด Hydroperoxide ซึ่งสามารถสลายกลายเป็นอนุมูลอิสระของ Alkoxy และ Peroxy โดยทำให้เกิดการเชื่อมโยง และ

ผลิตภัณฑ์ร่วม น้ำมันทังที่มีระบบคอนจูเกตเป็นหลัก เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเริ่มจากการแตกออกของไฮโดรเจนจาก Monoallylic โดยเมื่อเทียบกับน้ำมันลินสีดจะใช้ปริมาณออกซิเจนที่น้อยกว่า และเกิด Hydroperoxide รวมทั้งได้ผลิตภัณฑ์ร่วมมากกว่าเล็กน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอนุมูลอิสระ ชอบเข้าทำปฏิกิริยาตรงตำแหน่งพันธะคู่ที่เป็นระบบคอนจูเกตมากกว่า โดยจะแทนที่ไฮโดรเจนอะตอมของ Monoallyli

N. Pankul [14] ศึกษาการนำน้ำมันลินสีดมาปรับปรุงสมบัติเชิงกลและการต้านทานน้ำของกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทน ในขั้นแรกเป็นการสังเคราะห์พอลิเมอร์ร่วมอะคริเลตกับน้ำมันลินสีดด้วยการใช้เทคนิคพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลาย โดยปรับเปลี่ยนปริมาณของน้ำมันลินสีด เพื่อศึกษาถึงผลของปริมาณน้ำมันลินสีดต่อสมบัติต่างๆ ของกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทน พบว่ากาวอะคริเลตพอ-ลิยูรีเทนที่มีน้ำมันลินสีดเป็นองค์ประกอบค่าความแข็งแรงดึงแบบเฉือนและสมบัติความต้านทานน้ำสูงกว่ากาวที่ไม่ใช้น้ำมันลินสีด โดยกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทนที่มีปริมาณของน้ำมันลินสีด 15% โดยน้ำหนักให้ ค่าความแข็งแรงดึงแบบเฉือนและการต้านทานน้ำสูงที่สุด

P. Lakkanapornwisit และคณะ [15] ศึกษาการใช้น้ำมันลินสีดเพื่อปรับปรุงสมบัติของกาวติดไม้ที่ปราศจากฟอร์มัลดีไฮด์ที่เตรียมจากพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ โดยใช้น้ำมันลินสีดที่อัตราส่วนต่างๆกันคือ 10%, 15% และ 20%โดยน้ำหนัก ใช้ *p*-Toluene sulfonic acid เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา Potassium persulfate เป็นสารริเริ่มปฏิกิริยา และ Sodium lauryl sulfate เป็นสารลดแรงตึงผิว จากนั้นนำกาวที่ได้ไปขึ้นรูปเป็นแผ่นพาร์ทิเคิล โดยใช้ไม้ยูคาลิปตัส 4 ชนิด ซึ่งมีลักษณะของชิ้นไม้ที่แตกต่างกันดังนี้ ชนิดที่ 1 หยาบและสั้น มีความชื้น 9% ชนิดที่ 2 หยาบและยาว ความชื้น 9% ชนิดที่ 3 หยาบและยาว ความชื้น 4% และชนิดที่ 4 ละเอียดและสั้น มีความชื้น 9% จากนั้นนำแผ่นพาร์ทิเคิลที่เตรียมได้มาทดสอบตามมาตรฐาน JIS A5908 จากการทดสอบพบว่าน้ำมันลินสีดช่วยเพิ่มความแข็งแรงดัดโค้ง (Bending strength) แต่ลดความแข็งแรงยึดเหนี่ยวภายในแผ่น (Internal bonding) โดยแผ่นพาร์ทิเคิลที่ผลิตจากไม้ชนิดที่ 4 จะให้ความแข็งแรงยึดเหนี่ยวภายในแผ่นสูงสุด ความแข็งแรงโค้งงอสูงสุด ความหนาแน่นต่ำสุด การดูดซับความชื้นต่ำสุด และการบวมตัวต่ำสุดเช่นกัน ซึ่งไม้ชนิดที่ 4 สามารถทดสอบผ่านมาตรฐาน JIS A5908 ทั้งหมด ยกเว้นการบวมตัวเมื่อแช่น้ำ (Swelling test)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมี

1) พอลิไวนิลอัลกอฮอล์ (Poly(vinyl alcohol)), PVA : เกรด JP-27

2) พอลิไวนิลอะซิเทต (Poly(vinyl acetate)), PVAc : เกรด LA-22S

3) น้ำมันลินสีด (Linseed oil) : บริษัท รวมเคมี 1986 จำกัด

4) กรดโอเลอิก (Oleic acid) : ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์

5) p-Toluenesulfonic acid

6) กาวอัดสีฟ้าอ่อน : เกรดการค้า บริษัท Chaiyaboon Brothers จำกัด

7) น้ำยาเคลือบแพทลี่ : เกรดการค้า Patly clear red บริษัท Chaiyaboon Brothers จำกัด

8) น้ำยาไวแสงประเภทไดโครเมต : บริษัท Chaiyaboon Brothers จำกัด

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

<u>อุปกรณ์สำหรับผลิตกาวอัด</u>

- เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด
- เครื่องปั่นกวน : รุ่น RW20 digital บริษัท IKA จำกัด
- ใบพัดปั่นกวน
- แผ่นให้ความร้อนแบบเรียบ (Hot plate) : รุ่น C-MAG HS 7 บริษัท IKA จำกัด

<u>อุปกรณ์สำหรับงานสกรีน</u>

- กระดาษสำหรับพิมพ์สกรีน
- บล็อกสกรีน
- รูปภาพ
- แผ่นใสสำหรับถ่ายเอกสาร
- เครื่องฉายแสง (ประดิษฐ์เอง)
- น้ำยาไวแสง
- รางปาด
- ไดร์เป่าผม

<u>อุปกรณ์สำหรับการทดสอบ</u>

- เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) : รุ่น RVT, บริษัท Brookfield Engineering Laboratory.Ing

- กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Dino-Lite Digital Microscope Pro 2) : รุ่น MiniScan XE plus, บริษัท ANMO Electromic Corparation จำกัด

3.3 การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลาย PVA 10% ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

1) ชั่ง PVA 100 กรัม

2) ตวงน้ำกลั่นใส่บีกเกอร์ 900 มิลลิลิตร

3) ปั่นกวนน้ำกลั่นด้วยความเร็วรอบ 500 rpm จากนั้นค่อยๆ ใส่ PVA ลงไป

4) ปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟิล์มห่ออาหาร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปั่นต่อเป็นเวลา 30 นาที

5) เมื่อครบเวลา ทิ้งไว้ให้สารละลาย PVA ใส เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

การเตรียมสารละลาย PVA ปรับปรุงด้วยกรดโอเลอิก (P*)

1) ชั่งสารละลาย PVA 10% ปริมาณ 250 กรัม กรดโอเลอิก 2.5 กรัม และ p-TSA 2.5 กรัม

2) เติมกรดโอเลอิก ลงในสารละลาย PVA 10% คนให้เข้ากัน

3) เติม p-TSA ลงไป คนให้เข้ากัน

4) นำสารละลายไปปั่นกวนที่ความเร็วรอบ 200 rpm ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

5) เมื่อครบเวลาปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟิล์มห่ออาหาร เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนของการเตรียมกาวอัด PVA ที่ปรับปรุงโครงสร้างนี้มีปริมาณกรดโอเลอิก 1 pph ใช้สัญลักษณ์เป็น P*(1)

6) การเตรียมสารละลาย PVA 10% ที่ปรับปรุงด้วยกรดโอเลอิก 3 pph ใช้สัญลักษณ์เป็น P*(3) และ5 pph ใช้สัญลักษณ์เป็น P*(5) โดยเปลี่ยนปริมาณ กรดโอเลอิกเป็น 7.5 และ 12.5 กรัม ตามลำดับ อัตราส่วนของปริมาณสารละลาย PVA กับกรดโอเลอิก สรุปดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสมของการเตรียมพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่ปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดโอเลอิกในปริมาณต่างๆ

PVAปรับปรุงด้วยกรดโอเลอิก	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก		
	PVA (%)	Oleic acid (pph)	p-TSA (pph)
P*(1)	100	1	1
P*(3)	100	3	1
P*(5)	100	5	1

3.4 การเตรียมกาวอัดสูตรต่างๆ

ชั่ง PVAc และ PVA หรือ P* ตามอัตราส่วน ดังตารางที่ 3.2 นำสารมาผสมกัน จากนั้นนำไปปั่นกวนที่ความเร็วรอบ 1000 rpm เติมน้ำมันลินสีด และกรดโอเลอิก ตามตารางที่ 3.2 ปั่นกวนเป็นเวลา 15 นาที หยดสีลงไป 20 หยด แล้วปั่นต่ออีกเป็นเวลา 45 นาที เมื่อครบเวลาปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟิล์มห่ออาหาร ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้ฟองอากาศลดลงแล้วนำไปวัดความหนืด

ตารางที่ 3.2 แสดงอัตราส่วนผสมของกาวอัดสูตรต่างๆ

สูตร	**อัตราส่วนโดยน้ำหนัก**				
	P*	**สารละลาย PVA**	**สารละลาย PVAc**	**น้ำมันลินสีด (pph)**	**กรดโอเลอิก (pph)**
P5T5L5O1.5	-	50	50	5	1.5
P5T5L5O2.5	-	50	50	5	2.5
P4T6L5O1.2	-	40	60	5	1.2
P4T6L5O1.4	-	40	60	5	1.4
P4T6L5O2	-	40	60	5	2
P*(1)5T5L4O1	50	-	50	4	1
P*(1)5T5L5O1	50	-	50	5	1
P*(3)5T5L4	50	-	50	4	-
P*(3)5T5L5	50	-	50	5	-
P*(5)5T5L4	50	-	50	4	-

3.5 การทดสอบขั้นต้น

- การทดสอบความหนืด

1) เทตัวอย่างกาวอัดปริมาตร 120 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร

2) จุ่มโรเตอร์เบอร์ 7 ลงในกาวอัด แล้วหมุนสกรูต่อเชื่อมเข้ากับเครื่อง Brookfield viscometer จากนั้นเลื่อนโรเตอร์ลงมาจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้

3) ตั้งรอบ 100 rpm ที่ต้องการใช้ หลังจากมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 3 นาที อ่านค่าและจดบันทึกเป็นทศนิยมตำแหน่งเดียว

4) คำนวณค่าความหนืดในหน่วยเซนติพ้อยต์ (cP)

- การหาปริมาณของแข็งในกาวอัด (% Soild content)

1) ชั่งตัวอย่างกาวอัดปริมาณ 10 มิลลิกรัม ใส่จานเพาะเชื้อ

2) นำกาวอัดไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3) นำกาวอัดออกมาชั่ง ทำการบันทึกน้ำหนัก

4) นำกาวอัดไปอบต่อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำกาวอัดออกมาชั่ง ทำการบันทึกน้ำหนัก

5) ถ้าน้ำหนักกาวอัดไม่คงที่ให้ทำการทดลองซ้ำในข้อ 4

6) นำของแข็งที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของแข็งในกาว โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณของแข็งในกาวอัด} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

การสกรีนกาวอัดลงบล็อกสกรีน

วิธีการและขั้นตอนการสกรีน

1) เทกาวอัดปริมาณ 30 กรัม ใส่บีกเกอร์ จากนั้นหยดน้ำยาไวแสง คนให้เข้ากัน (ทำในห้องแสงสีแดงหรือสีเหลืองเท่านั้น)

2) เทกาวอัดลงในรางปาด และ ปาดกาวอัดลงบล็อกสกรีนทั้งสองด้านให้เรียบเสมอกัน เป่าให้แห้งด้วยไดร์เป่าผม

3) นำแผ่นฟิล์มติดบนผ้าสกรีนด้านสัมผัสชิ้นงาน (ภาพจะกลับด้าน) พลิกบล็อกสกรีนให้ด้านสัมผัสชิ้นงานอยู่บนกระจกเครื่องฉายแสง

4) เปิดเครื่องฉายแสง จับเวลาถ่ายภาพแต่ละบล็อกสกรีนเป็นเวลา 2.30 , 3.00 หรือ 3.30 นาที

5) นำบล็อกสกรีนไปฉีดล้างด้วยแรงดันน้ำทั้ง 2 ด้าน เพื่อเก็บรายละเอียดของภาพจนแน่ใจว่าสมบูรณ์ เป่าให้แห้งด้วยไดร์เป่าผม ตรวจความคมชัดของลวดลายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง

- การทดสอบสมบัติของกาวอัดหลังสกรีน

การทดสอบขั้นต้น

1) นำบล็อกที่มีการฉายแสงแล้วมายึดไว้ด้วยที่จับบล็อก

2) จากนั้นนำผ้าชุบน้ำมาขัดบริเวณลายเป็นวงกลมด้วยแรงมือ

3) ตรวจความคงทนและความคมชัดของกาวอัดจากลวดลายเมื่อทำการขัดทุกๆ 1 นาที ด้วยกล้องจุลทรรศ์แบบแสง

การทดสอบการปาดสี

1) นำบล็อกที่มีการฉายแสงวางลงบนกระดาษ

2) นำสีปาดบริเวณลวดลายโดยทำการสกรีนต่อเนื่อง

3) ตรวจความคมชัดของลวดลายเมื่อทำการปาดสีทุกๆ 200 แผ่นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง

การทดสอบอายุการใช้งานของกาวอัด

1) นำกาวอัดมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8± 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 และ 2 เดือน

2) นำกาวอัดที่เก็บไว้ที่เวลาดังกล่าว มาวัดความหนืด และทำการสร้างลายบนบล็อกสกรีน

3) ทดสอบสมบัติของกาวอัดหลังการสกรีน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ความหนืดและปริมาณของแข็งของกาวอัด

งานวิจัยนี้ทำการเปรียบเทียบความหนืดและปริมาณของแข็งของกาวอัดที่เตรียมได้กับกาวอัดเกรดการค้า 2 ชนิด ได้แก่ ยี่ห้อ A (คุณภาพสูง) และยี่ห้อ B (คุณภาพต่ำ) ซึ่งทั้ง 2 ยี่ห้อนี้เป็นที่นิยมในท้องตลาด โดยกาวอัดทั้ง 2 ยี่ห้อนี้มีความหนืดอยู่ในช่วง 14900 cP และ มากกว่า 40000 cP และมีปริมาณของแข็งในเนื้อกาวอัดเท่ากับ 27.15% และ 34.29% ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.1

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบความหนืดเบื้องต้นโดยการผสมเนื้อกาวอัดจากสารละลายพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ความเข้มข้น 10% และพอลิไวนิลอะซิเทต ในอัตราส่วนต่างๆ จากนั้นนำกาวอัดที่เตรียมได้มาวัดความหนืด ผลการทดสอบความหนืดแสดงดังตารางที่ 4.1 และตัวอย่างเนื้อกาวอัดที่ได้มีลักษณะดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความหนืดและปริมาณของแข็งกาวอัดที่ไม่ได้ปรับปรุงสมบัติด้วยน้ำมันลินสีดและกรดโอเลอิก

สูตร	ค่าความหนืด (cP)	ปริมาณของแข็ง (%)
P1T9	25000-30000	21.16
P2T8	20000-23000	19.92
P3T7	14000-15500	18.68
P4T6	11000-13000	17.44
P5T5	7000-8500	16.20
กาวอัด A	14900	27.15
กาวอัด B	> 40000	34.29
กาว TOA	> 40000	22.40

จากตารางที่ 4.1 การเตรียมกาวอัดโดยใช้สารละลายพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ความเข้มข้น 10% และพอลิไวนิลอะซิเทตซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้กาวลาเท็กซ์เป็นเนื้อกาวอัด พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณพอลิไวนิลอะซิเทตจะทำให้ความหนืดของกาวอัดมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณของแข็งในพอลิไวนิลอะซิเทตมีค่ามากกว่าในสารละลายพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ เมื่อเพิ่มปริมาณพอลิไวนิลอะซิเทตมากขึ้นจึงทำให้ค่าความหนืดของกาวอัดมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย จากการทดสอบ เมื่อนำกาวอัดที่เตรียมได้

เปรียบเทียบกับกาวอัดเกรดการค้า พบว่าสูตรกาวอัดที่มีอัตราส่วนของเนื้อกาวระหว่าง PVA และ PVAc ที่อัตราส่วน 1:9 และ 2:8 มีค่าความหนืดที่มากเกินไป สำหรับอัตราส่วน 3:7 มีความหนืดอยู่ในช่วงเกรดการค้ายี่ห้อ A แต่เมื่อนำกาวอัดไปผสมกับสารเติมแต่งอื่นๆจะทำให้ความหนืดสูงกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A ดังนั้นจึงนำกาวอัดสูตรอัตราส่วน 4:6 และ 5:5 ซึ่งมีความหนืดเบื้องต้นต่ำกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A มาปรับปรุงสมบัติของเนื้อกาวอัดด้วยน้ำมันลินสีดและกรดโอเลอิก รวมถึงได้มีการปรับปรุงโครงสร้างของ PVA ด้วยกรดโอเลอิก เพื่อเพิ่มสมบัติในการต้านทานน้ำ กาวอัดทุกสูตรที่ได้นำมาวัดค่าความหนืดและหาปริมาณของแข็งในเนื้อกาว (Solid content) ได้ค่าตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าความหนืดและปริมาณของแข็งของกาวอัดที่มีปรับปรุงสมบัติด้วยน้ำมันลินสีดและกรดโอเลอิก

สูตรกาวอัด	ค่าความหนืด (cP)	ปริมาณของแข็ง (%)	สูตรกาวอัด	ค่าความหนืด (cP)	ปริมาณของแข็ง (%)
P5T5L5O1.5	20540	23.16	P*(5)5T5L5	23700	23.80
P5T5L5O2.5	21520	23.37	P*(1)4T6L4O1	15280	22.56
P4T6L5O1.2	18600	23.15	P*(1)4T6L5O1	23680	24.47
P4T6L5O1.4	23540	24.12	P*(3)4T6L4	16180	22.63
P4T6L5O2	27760	24.47	P*(3)4T6L5	17408	23.72
P*(1)5T5L4O1	14220	20.97	P*(5)4T6L4	17000-24000	24.56
P*(1)5T5L5O1	20420	23.15	P*(5)4T6L5	21000-27000	24.81
P*(3)5T5L4	13580	20.95	กาวอัดยี่ห้อ A	14900	27.15
P*(3)5T5L5	11400	21.01	กาวอัดยี่ห้อ B	> 40000	34.29
P*(5)5T5L4	18720	21.57			

จากตารางที่ 4.2 เมื่อทำการปรับปรุงสมบัติของกาวอัดด้วยน้ำมันลินสีดและกรดโอเลอิกจะทำให้ความหนืดของกาวอัดมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของน้ำมันลินสีดมีขนาดใหญ่ มีกิ่งเป็นจำนวนมากและโครงสร้างของกรดโอเลอิกเป็นสายโซ่ยาว ซึ่งจะทำให้เกิดการเกี่ยวพันกันของสายโซ่ ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์เคลื่อนที่ได้ยาก เมื่อทำการเพิ่มปริมาณของสารเติมแต่งจะส่งผลให้ความหนืดสูงขึ้น จากการทดสอบ พบว่ากาวอัดที่เตรียมได้ทุกสูตรมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 11000 - 27000 cP ซึ่งค่าความหนืดที่ได้สูงกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A (14900 cP) ซึ่งเป็นกาวอัดเกรด

การค้าคุณภาพสูง และมีความหนืดต่ำกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ B (> 40000 cP) แต่กาวอัดทุกสูตรที่เตรียมได้สามารถทำการปาดลงผ้าสกรีนได้เช่นเดียวกับกาวอัดในเกรดการค้าที่ใช้เปรียบเทียบในงานวิจัยครั้งนี้ สำหรับค่าปริมาณของแข็งในเนื้อกาวอัดพบว่ากาวอัดทุกสูตรมีค่าอยู่ในช่วง 20.00–25.00% โดยมีค่าต่ำกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A (27.15%) และยี่ห้อ B (34.29%)

4.2 การทดสอบความสามารถในการสร้างลวดลายและการล้างลายภาพของกาวอัด

นำกาวอัดแต่ละสูตรที่เตรียมได้ปาดลงบนแม่พิมพ์สกรีน จากนั้นนำไปถ่ายแบบด้วยแสงเป็นระยะเวลา 3 นาที หลังการชะล้างลวดลายด้วยการฉีดน้ำ นำลายภาพที่ปรากฏขึ้นมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงและสังเกตความคมชัดของลวดลายที่ปรากฏขึ้น โดยตรวจสอบว่ากาวอัดสูตรต่างๆ สามารถเก็บรายละเอียดของลวดลายทั้งในส่วนที่หยาบและส่วนที่ละเอียดได้หรือไม่ และตรวจสอบความสามารถในการล้างลวดลายภาพหลังการใช้งานด้วยสารคลอรีน เพื่อให้กาวอัดนั้นหลุดออกจากผ้าสกรีนโดยผลการทดสอบสรุปดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความคมชัด และการชะล้างของลวดลายหลังการถ่ายแบบ การล้างลวดลายจากกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยคลอรีน

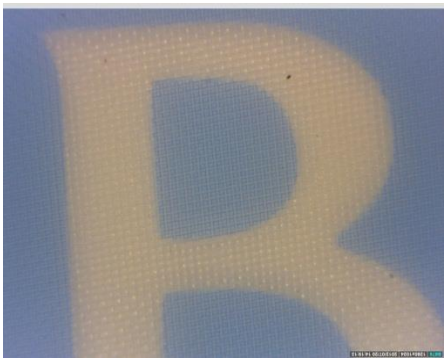
สูตร	ความคมชัด	การชะล้างลวดลาย	การล้าง
P5T5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P4T6	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P5T5L5O1.5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P5T5L5O2.5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P4T6L5O1.2	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P4T6L5O1.4	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P4T6L5O2	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(1)5T5L4O1	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(1)5T5L5O1	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(3)5T5L4	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(3)5T5L5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(5)5T5L4	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(5)5T5L5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(1)4T6L4O1	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(1)4T6L5O1	คมชัด	ง่าย	ง่าย

สูตร	ความคมชัด	การชะล้างลวดลาย	การล้าง
P*(3)4T6L4	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(3)4T6L5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(5)4T6L4	คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(5)4T6L5	คมชัด	ง่าย	ง่าย
กาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A	คมชัด	ง่าย	ง่าย
กาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ B	ไม่คมชัด	ยาก	ยาก

หมายเหตุ

ความสามารถในการเก็บรายละเอียด หมายถึงเม็ดสกรีนและลายเส้นที่ปรากฏบนฟิล์มแม่แบบ (Diapositive Film) ที่เล็กที่สุดที่กาวอัดสามารถเคลือบบนแม่พิมพ์สกรีนได้และสามารถนำไปพิมพ์ให้เกิดภาพได้

ความคมชัด หมายถึงความสามารถในการทำแม่พิมพ์สกรีนที่มีเม็ดสกรีนหรือลายเส้นให้มีขนาดเท่ากับแม่แบบ และเมื่อนำแม่พิมพ์สกรีนนั้นไปพิมพ์ ลวดลายที่พิมพ์ได้ก็จะมีขนาดเท่ากับแม่แบบ ส่วนที่ขาดหรือเกินจะวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่น้อยจะหมายถึงความคมชัดที่ดีซึ่งจะปรากฏให้เห็นจากขอบของลวดลายที่พิมพ์



ลักษณะของลายที่คมชัด

ลักษณะของลายที่ไม่คมชัด

การชะล้างลาย หมายถึงการล้างลายหลังการถ่ายด้วยแสงให้กาวอัดหลุดออกเป็นลวดลายตามแผ่นฟิล์มต้นแบบด้วยน้ำ

ง่าย หมายถึง สามารถใช้น้ำฉีดกาวให้หลุดเป็นลวดลายตามต้องการได้ ภายใน 1 นาที

ยาก หมายถึง สามารถใช้น้ำฉีดกาวให้หลุดเป็นลวดลายตามต้องการได้ แต่ใช้เวลามากกว่า 1 นาที

การล้าง หมายถึงการล้างลายจากกาวอัดออกจากผ้าสกรีน ให้เป็นผ้าสีขาวหรือสีเหลืองเช่นเดิมด้วยน้ำยาล้างกาวอัดหรือคลอรีน

ง่าย หมายถึง ล้างกาวอัดออกหมด ภายใน 1 นาที

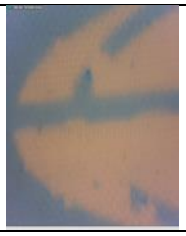
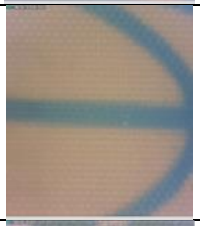
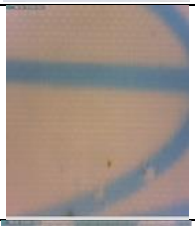
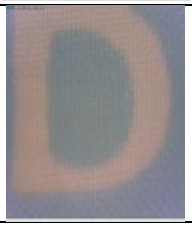
ยาก หมายถึง ล้างกาวอัดออกหมด แต่ใช้เวลามากกว่า 1 นาที หรือ ไม่สามารถล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนได้

จากตารางที่ 4.3 พบว่าความหนืดของกาวอัดที่สูงเกินไปจะส่งผลต่อความสามารถในการเก็บรายละเอียดต่างๆ เช่น ความสามารถในการเก็บรายละเอียดลวดลายภาพที่มีขนาดเล็กและลวดลายที่มีความละเอียดค่อนข้างมาก ซึ่งพบว่ากาวอัดสูตรที่มีความหนืดสูง (เกรดการค้ายี่ห้อ B) จะไม่สามารถเก็บรายละเอียดของลวดลายดังกล่าวได้ โดยกาวอัดทุกสูตรที่เตรียมได้สามารถเก็บรายละเอียดของภาพ และสามารถชะล้างลวดลาย และล้างลวดลายจากกาวอัดหลังการใช้งานด้วยคลอรีนได้ง่าย จึงนำกาวอัดที่เตรียมได้ทุกสูตรมาทำการทดสอบความคงทนเบื้องต้นของลวดลายดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

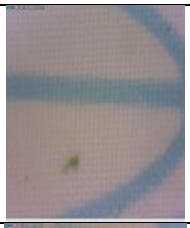
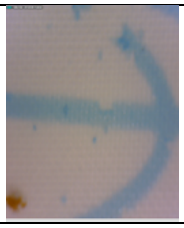
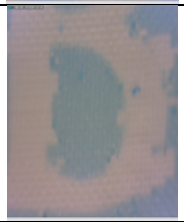
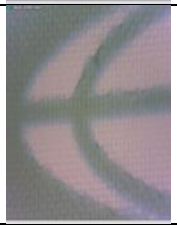
4.3 การทดสอบความคงทนเบื้องต้นของลวดลาย

นำแม่พิมพ์สกรีนที่ได้จากการถ่ายแบบด้วยแสงสีขาวด้วยกาวอัดสูตรต่างๆ มาทดสอบเบื้องต้นโดยการขัดบริเวณลวดลายเป็นวงกลมด้วยแรงมือทั้งสองด้าน และตรวจสอบความคงทนของลวดลายหลังการขัดทุกๆ 1 นาที ทั้งหมด 3 รอบ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.4

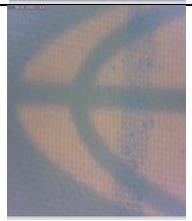
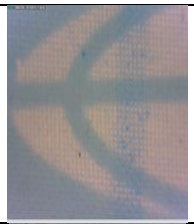
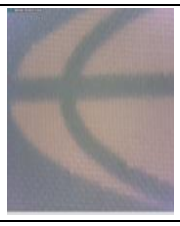
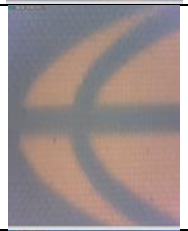
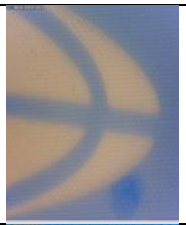
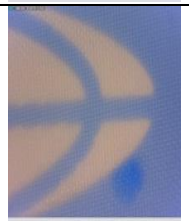
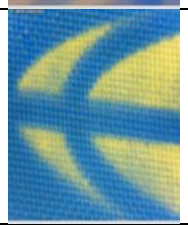
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความคงทนเบื้องต้นของกาวอัดแต่ละสูตร

สูตร	ก่อนขัด	หลังขัด			สรุป
		1 นาที	2 นาที	3 นาที	
P5T5					ไม่ผ่าน
P4T6					ไม่ผ่าน
P5T5L5O1.5					ไม่ผ่าน
P5T5L5O2.5					ไม่ผ่าน
P4T6L5O1.2					ไม่ผ่าน
P4T6L5O1.4					ไม่ผ่าน
P*(1)5T5L4O1					ไม่ผ่าน

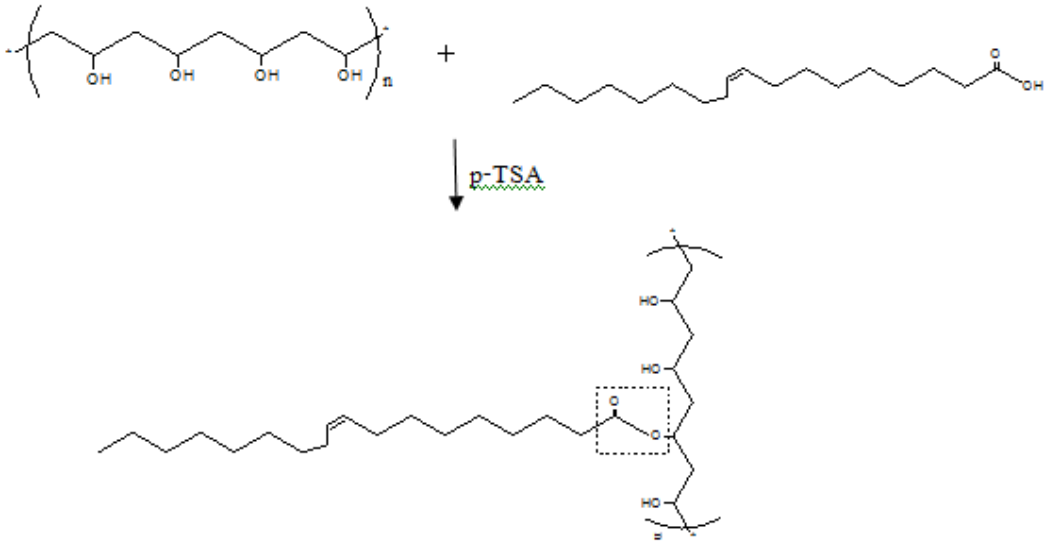
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความคงทนเบื้องต้นของกาวอัดแต่ละสูตร (ต่อ)

สูตร	ก่อนขัด	หลังขัด			สรุป
		1 นาที	2 นาที	3 นาที	
P*(1)5T5L5O1					ไม่ผ่าน
P*(3)5T5L4					ไม่ผ่าน
P*(3)5T5L5					ไม่ผ่าน
P*(5)5T5L4					ไม่ผ่าน
P*(5)5T5L5					ไม่ผ่าน
P*(1)4T6L4O1					ไม่ผ่าน
P*(1)4T6L5O1					ไม่ผ่าน

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความคงทนเบื้องต้นของกาวอัดแต่ละสูตร (ต่อ)

สูตร	ก่อนขัด	หลังขัด			สรุป
		1 นาที	2 นาที	3 นาที	
P*(3)4T6L4					ไม่ผ่าน
P*(3)4T6L5					ผ่าน
P*(5)4T6L4					ผ่าน
P*(5)4T6L5					ผ่าน
กาวอัดยี่ห้อ A					ผ่าน
กาวอัดยี่ห้อ B					ผ่าน

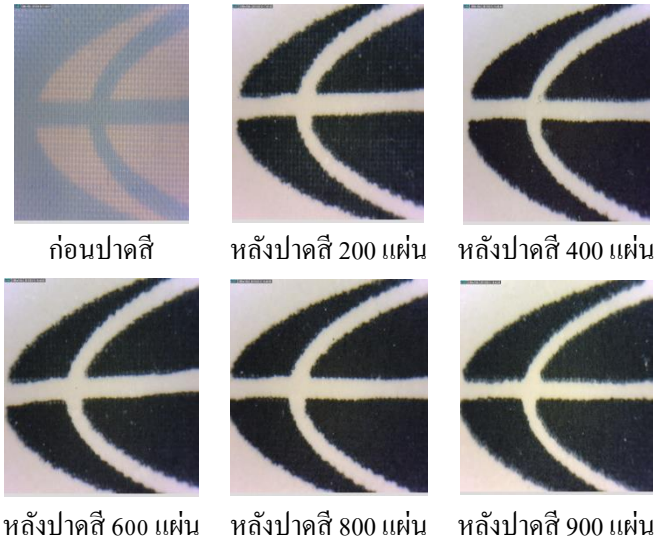
จากตารางที่ 4.4 นำกาวอัดที่ปรับปรุงสมบัติด้วยน้ำมันลินสีดและกรดโอเลอิกทั้งสูตรที่ใช้พอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่ปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดโอเลอิกและพอลิไวนิลอัลกอออล์ที่ไม่ได้ปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดโอเลอิกเป็นเนื้อกาวอัดมาทำการทดสอบความคงทนเบื้องต้นด้วยการขัดด้วยแรงมือ พบว่าสูตรกาวอัดที่สามารถผ่านการทดสอบและนำไปทำการทดสอบความคงทนของลวดลายในสภาวะการใช้งานนั้น ได้แก่ กาวอัดสูตร P*(3)4T6L5, P*(5)4T6L4, P*(5)4T6L5 ซึ่งกาวอัดทั้ง 3 สูตรใช้พอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่ทำการปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดโอเลอิกเป็นเนื้อกาวอัด การปรับปรุงโครงสร้างของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ด้วยกรดโอเลอิกจะช่วยเพิ่มสมบัติการต้านทานน้ำ เนื่องจากเมื่อนำพอลิไวนิลอัลกอฮอล์มาทำปฏิกิริยากับกรดโอเลอิกโดยใช้ p-TSA เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะเกิดปฏิกิริยา Esterification ระหว่างหมู่คาร์บอกซิลิกของกรดโอเลอิกและหมู่ไฮดรอกซิลของพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ (รูปที่ 4.2) โดยบริเวณส่วนสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนของกรดโอเลอิกซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีขั้วจะช่วยเพิ่มความต้านทานน้ำ เมื่อเพิ่มปริมาณกรดโอเลอิกจะทำให้มีส่วนที่ไม่มีขั้วมากขึ้น จึงเพิ่มสมบัติการต้านทานน้ำมากขึ้น จากนั้นนำกาวอัดทั้ง 3 สูตรดังกล่าว มาทดสอบความคงทนของลวดลายในสภาวะการใช้งานจริง ดังหัวข้อถัดไป



รูปที่ 4.1 ปฏิกิริยา Esterification ระหว่างพอลิไวนิลอัลกอฮอล์และกรดโอเลอิก

4.4 การทดสอบความคงทนของลวดลายในสภาวะการใช้งาน

นำกาวอัดสูตรที่ผ่านการทดสอบความคงทนของลวดลายเบื้องต้น มาสร้างลวดลายภาพโดยใช้เวลาในการถ่ายด้วยแสงที่ 2.30 นาที, 3.00 นาที และ3.30 นาที นำสีมาสกรีนผ่านแม่พิมพ์สกรีนที่ได้จากกาวอัดดังกล่าวลงบนกระดาษ โดยการปาดสีลงบริเวณลวดลายโดยใช้ยางปาด และตรวจสอบความคงทนของลวดลายเมื่อทำการปาดสีทุกๆ 200 แผ่น ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง ซึ่งเมื่อนำแม่พิมพ์มาทำการสกรีนโดยใช้ยางปาด พบว่ากาวอัดสูตร P*(3)4T6L5 ไม่สามารถทนแรงเสียดสีจากยางปาดได้ โดยปาดสีได้เพียง 46 แผ่น เนื่องจากปริมาณของกรดโอเลอิกที่ใช้ปรับปรุงโครงสร้างพอลิไวนิลอัลกอฮอล์มีปริมาณน้อยกว่ากาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 และ P*(5)4T6L5 ส่งผลให้กาวอัดสูตร P*(3)4T6L5 มีส่วนที่ไม่มีขั้วเพื่อช่วยในการต้านทานน้ำน้อยกว่า ทำให้ประสิทธิภาพความคงทนเมื่อนำมาปาดสีด้วยหมึกพิมพ์เชื้อน้ำจึงต่ำกว่ากาวอัดที่ใช้กรดโอเลอิกปรับปรุงโครงสร้างพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่มีปริมาณมากกว่า จึงไม่ได้นำกาวอัดสูตรดังกล่าวมาทำการทดสอบความคงทนของกาวอัดในสภาวะการใช้งานที่เวลาในการฉายแสงที่ต่างกัน ผลการทดสอบกาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 และ P*(5)4T6L5 สรุปในรูปที่ 4.2 – 4.7



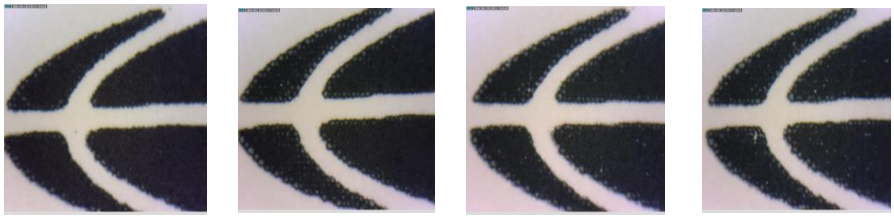
รูปที่ 4.2 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 เวลาในการถ่ายด้วยแสง 2.30 นาที

ก่อนปาดสี หลังปาดสี 200 แผ่น หลังปาดสี 400 แผ่น หลังปาดสี 600 แผ่น

หลังปาดสี 800 แผ่น หลังปาดสี 1000 แผ่น หลังปาดสี 1200 แผ่น หลังปาดสี 1300 แผ่น

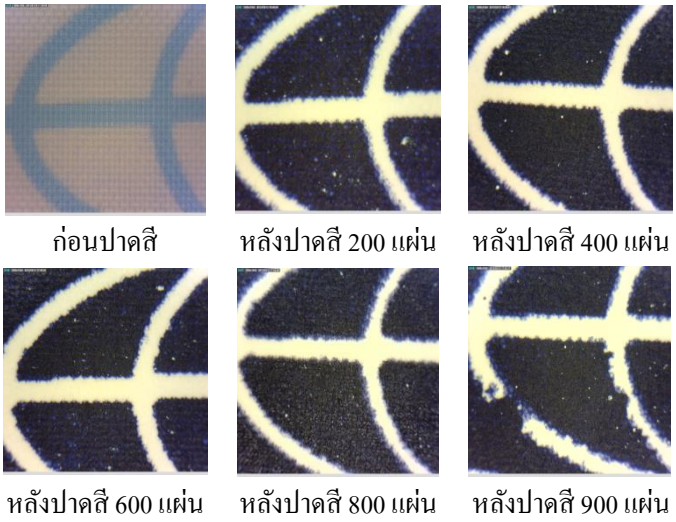
รูปที่ 4.3 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.00 นาที

ก่อนปาดสี หลังปาดสี 200 แผ่น หลังปาดสี 400 แผ่น หลังปาดสี 600 แผ่น

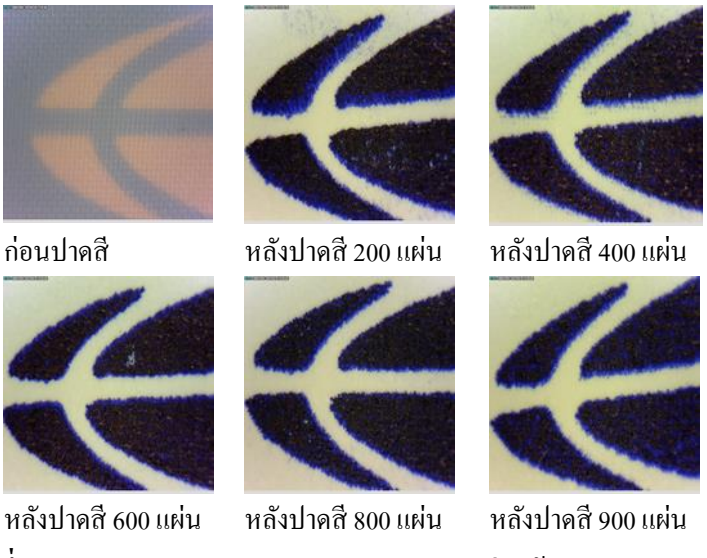


หลังปาดสี 800 แผ่น หลังปาดสี 1 000 แผ่น หลังปาดสี 1200 แผ่น หลังปาดสี 1300 แผ่น

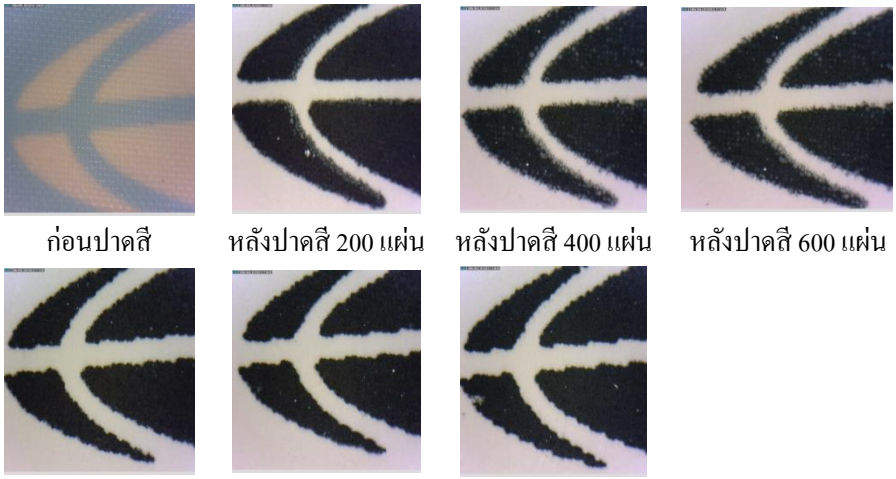
รูปที่ 4.4 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.30 นาที



รูปที่ 4.5 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 เวลาในการถ่ายด้วยแสง 2.30 นาที



รูปที่ 4.6 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.00 นาที



รูปที่ 4.7 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.30 นาที

จากผลการทดสอบพบว่า กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 ที่เวลาในการถ่ายด้วยแสง 2.30, 3.00 และ 3.30 นาที สามารถปาดสีลงบนกระดาษได้จำนวนมากกว่า 900, 1300 และ 1300 แผ่น ตามลำดับ และกาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 ที่เวลาในการถ่ายด้วยแสง 2.30 นาที สามารถปาดสีได้จำนวน 900 แผ่น จึงเกิดการหลุดลอกของลวดลาย เมื่อเพิ่มเวลาในการถ่ายด้วยแสงเป็น 3.00 และ 3.30 นาที สามารถปาดสีได้จำนวนมากกว่า 900 และ 1300 แผ่น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบที่กาวอัดสูตรเดียวกัน ที่เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.30 นาที กาวอัดจะมีความคงทนมากที่สุด รองลงมาคือ 3.00 และ 2.30 นาที ตามลำดับ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการถ่ายแบบด้วยแสงมากจะทำให้กาวบริเวณที่ถูกแสงเกิดการเชื่อมโยงสมบูรณ์ขึ้น ส่งผลให้เนื้อกาวมีความแข็งแรงขึ้นสามารถทนต่อแรงปาดของยางปาดได้เป็นอย่างดี และเมื่อทำการเปรียบเทียบกาวอัดทั้ง 2 สูตร ที่ใช้เวลาในการถ่ายแบบด้วยแสงเท่ากัน พบว่ากาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 สามารถทนต่อแรงปาดของยางปาดได้ใกล้เคียงกับกาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 แต่กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 สามารถเก็บรายละเอียดของลวดลายได้คมชัดกว่ากาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 เนื่องจากกาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 มีองค์ประกอบของน้ำมันลินสีดมากกว่ากาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 ซึ่งโครงสร้างของน้ำมันลินสีดมีพันธะคู่สามารถเกิดการเชื่อมโยงได้ เมื่อถ่ายแบบด้วยแสง กาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 จะเกิดการเชื่อมโยงมากกว่า เนื่องจากมีพันธะคู่ที่สามารถเกิดการเชื่อมโยงมากกว่า อาจเกิดการเชื่อมโยงเข้าไปในส่วนที่ไม่ต้องการให้เกิดการเชื่อมโยงได้ง่ายกว่า ทำให้การเก็บรายละเอียดของลวดลายมีความคมชัดน้อยกว่า

4.5 อายุการใช้งาน

นำกาวอัดที่ได้จากการเตรียมในงานวิจัยนี้มาเก็บที่อุณหภูมิห้อง 8 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 เดือน และ2 เดือน และนำกาวอัดมาตรวจสอบความหนืดและสร้างลวดลายภาพตรวจสอบความคมชัดและทดสอบความคงทนตามหัวข้อ 4.4

- ทดสอบวัดค่าความหนืด

ตารางที่ 4.5 ค่าความหนืดของกาวอัด

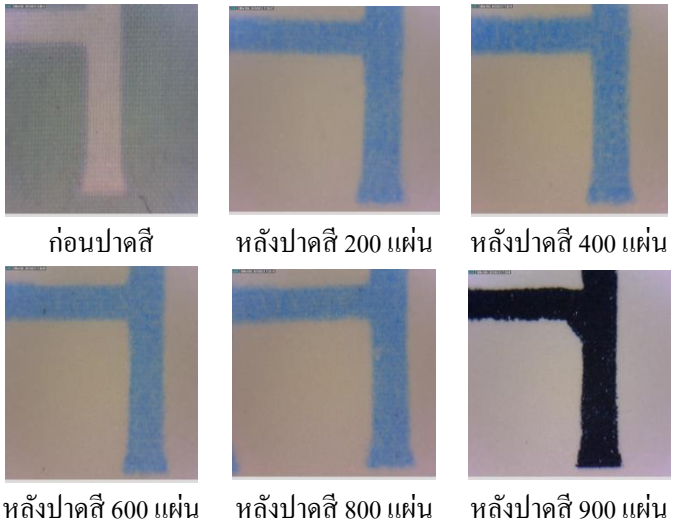
สูตร	ความหนืด (cP)		
	อายุกาว 1 วัน	อายุกาว 1 เดือน	อายุกาว 2 เดือน
P*(5)4T6L4	21260	23400	31310
P*(5)4T6L5	21240	24720	37440

- ตรวจสอบความคมชัด การชะล้างลวดลาย และการล้าง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความคมชัด และการชะล้างของลวดลายหลังการถ่ายแบบ การล้างลวดลายจากกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยคลอรีน

สูตร	ความคมชัด	การชะล้างลวดลาย	การล้าง
P*(5)4T6L5	ไม่คมชัด	ง่าย	ง่าย
P*(5)4T6L4	คมชัด	ง่าย	ง่าย

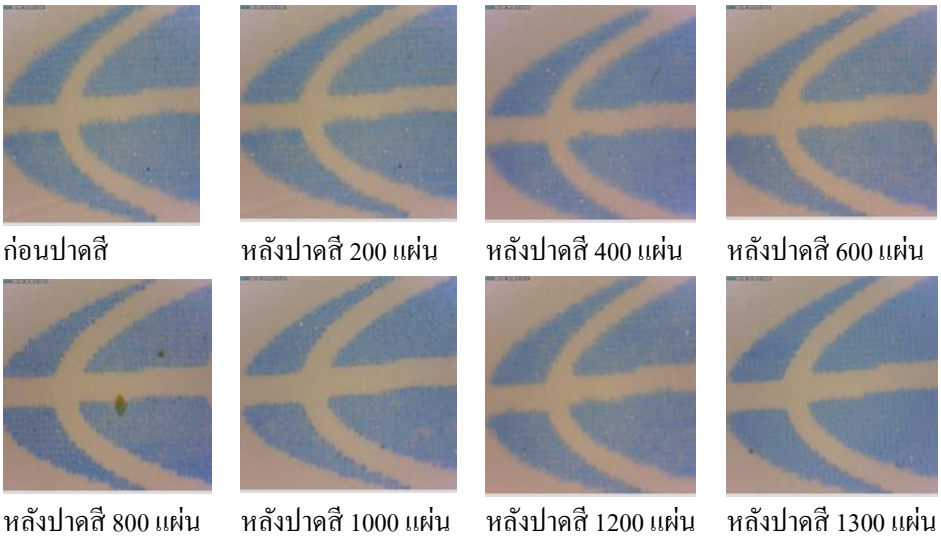
- ทดสอบความคงทน



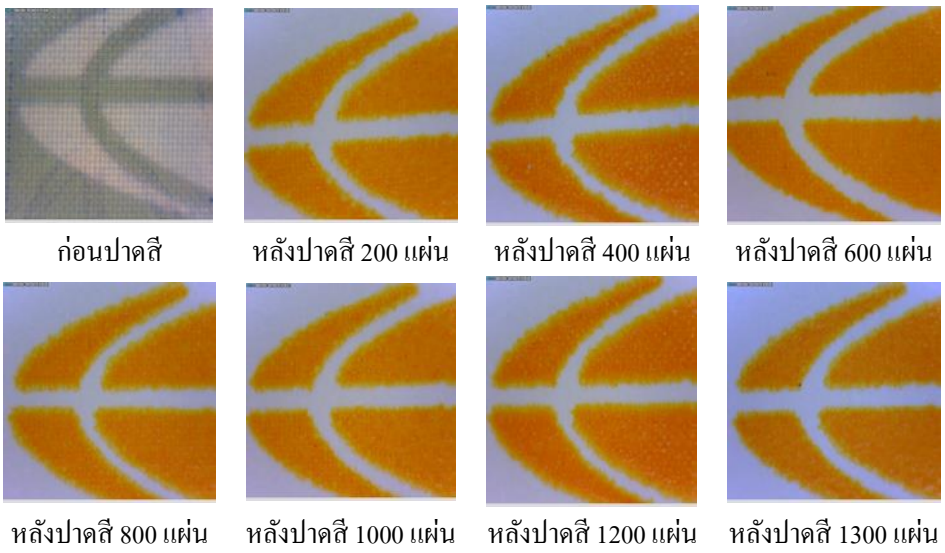
ก่อนปาดสี หลังปาดสี 200 แผ่น หลังปาดสี 400 แผ่น

หลังปาดสี 600 แผ่น หลังปาดสี 800 แผ่น หลังปาดสี 900 แผ่น

รูปที่ 4.8 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 เก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน เวลาในการถ่ายด้วยแสง 2.30 นาที



รูปที่ 4.9 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 เก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.00 นาที



รูปที่ 4.10 กาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 เก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน เวลาในการถ่ายด้วยแสง 3.30 นาที

จากการทดสอบความหนืด พบว่ากาวอัดทั้งสองสูตรมีค่าความหนืดที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากกาวอัดที่เตรียมใหม่ สายโซ่พอลิเมอร์จะเกิดการเกี่ยวพันกันและจะเชื่อมโยงเมื่อได้รับพลังงานจากเครื่องฉายแสงแต่เมื่อเก็บกาวอัดไว้เป็นเวลานานขึ้นกาวอัดจะเกิดการเชื่อมโยงของสายโซ่บางส่วนส่งผลให้ความหนืดของกาวอัดเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อนำกาวอัดทั้งสองสูตรมาทำการสร้างลวดลายลงแม่พิมพ์พบว่า กาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 สามารถเก็บรายละเอียดและมีความคมชัดที่ต่ำกว่ากาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 การทดสอบความคงทนของลวดลายในสภาวะการใช้งานจึงนำกาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 มาทำการทดสอบเพียงสูตรเดียว โดยกาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 ที่เวลาใน

การถ่ายด้วยแสง 2.30 นาที สามารถปาดสีได้จำนวน 900 แผ่น จึงเกิดการหลุดลอกของลวดลาย เมื่อเพิ่มเวลาในการถ่ายด้วยแสงเป็น 3.00 และ 3.30 นาที สามารถปาดสีได้จำนวนมากกว่า 1,300 แผ่น ซึ่งผลการทดสอบมีจำนวนใกล้เคียงกับใช้ภายใน 1 เดือน สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 ในการเก็บรายละเอียดและความคงทนของกาวอัด ไม่ลดลงเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน

4.6 ประเมินความพึงพอใจคุณภาพเนื้อกาวอัด

ผลการประเมินความพึงพอใจคุณภาพเนื้อกาวอัดชนิดผสมน้ำยาไวแสงที่ผ่านการทดสอบลักษณะทางกายภาพ และสมบัติของเนื้อกาวเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก (เบอร์ 53T) พร้อมการพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์เชื้อน้ำ โดยให้ครู/อาจารย์และนักเรียน/นักศึกษาจำนวนทั้งหมด 72 คนทำการทดสอบ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.7-4.13โดยใช้ระดับคะแนน 0 ถึง 5 โดย 0 เป็นระดับความพึงพอใจต่ำสุด และ 5 คือระดับความพึงพอใจสูงสุด

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนระดับ ปวช.วิทยาลัยช่างศิลปจำนวน 19 คนที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\bar{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	4.58	0.51
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.74	0.56
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	3.63	0.83
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	4.58	0.69
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.47	0.61
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที	4.26	0.65
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	4.68	0.58
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี่	4.63	0.60
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	4.74	0.56

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปวส.วิทยาลัยช่างศิลปจำนวน 13 คนที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\overline{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	5	0
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.92	0.28
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	3.77	0.44
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	4.69	0.48
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.77	0.44
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 – 3.30 นาที	4.46	0.52
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	4.85	0.38
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี	5.00	0
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	5.00	0

ตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของกาวอัดที่นำมาใช้ในการทดสอบโดยนักเรียนระดับ ปวช.วิทยาลัยช่างศิลปจำนวน 19 คน และโดยนักเรียนระดับ ปวส.วิทยาลัยช่างศิลปจำนวน 13 คน ตามลำดับโดยแบ่งระดับคุณภาพความพึงพอใจได้ดังนี้

ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด พบว่าด้านความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสงเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน, ด้านสีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใสทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ และด้านความง่ายต่อการล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านกลิ่นของเนื้อกาวอัดอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมากเบอร์53T พบว่าความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T, การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 – 3.30 นาที, ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ, ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี

รวมทั้งความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาคณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 12 คน ที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\bar{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	5	0
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.92	0.29
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	3.67	0.78
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	5	0
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.67	0.49
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที	4.33	0.49
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	4.75	0.62
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี	5	0
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	5	0

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของกาวอัดที่ใช้ทดสอบโดยนักศึกษาคณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยบูรพาจำนวน 12 คนโดยแบ่งระดับคุณภาพความพึงพอใจได้ดังนี้

ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด พบว่าความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสงเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีนและด้านความง่ายต่อการล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านสีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านกลิ่นของเนื้อกาวอัดอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมากเบอร์53T พบว่าความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T,

การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที และระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิจิตรศิลป์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจำนวน 7 คนที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\overline{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	4.86	0.38
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.86	0.38
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	2.43	0.53
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	4.71	0.49
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.43	0.53
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที	3.43	0.53
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	4.86	0.38
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี	5	0
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	5	0

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของกาวอัดที่ใช้ทดสอบโดยนักศึกษาคณะวิจิตรศิลป์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจำนวน 7 คน โดยแบ่งระดับคุณภาพความพึงพอใจได้ดังนี้

ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด พบว่าด้านความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสงเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน, ด้านสีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใสทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพและด้านความง่ายต่อการล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านกลิ่นของเนื้อกาวอัดอยู่ในระดับความพึงพอใจน้อย ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมากเบอร์53T พบว่าความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลีและความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T

และระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก นอกจากนี้สมบัติด้านการล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาทีอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีคณะศิลปะวิจิตร สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์จำนวน 10 คนที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\bar{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	4.60	0.52
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.60	0.52
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	3.50	0.85
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	4.80	0.42
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.30	0.67
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที	3.70	0.67
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	4.40	0.84
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี่	4.60	0.52
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	4.80	0.42

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยสมบัติของกาวอัดทดสอบโดยนักศึกษาระดับปริญญาตรีคณะศิลปะวิจิตร สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์จำนวน 10 คนโดยแบ่งระดับคุณภาพความพึงพอใจได้ดังนี้

ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด พบว่าด้านความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสงเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน, ด้านสีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใสทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพและด้านความง่ายต่อการล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านกลิ่นของเนื้อกาวอัดอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนเบอร์53T พบว่าความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T, ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ, ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำ

หลังจากเคลือบแพทลี และความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนการล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาทีอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของครู/อาจารย์จำนวน 11 คนที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\bar{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	4.91	0.30
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.82	0.41
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	3.64	0.50
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	5.00	0
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.91	0.30
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที	4.36	0.50
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	5.00	0
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี	5.00	0
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	5.00	0

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของกาวอัดที่นำมาใช้ในการทดสอบโดยครู/อาจารย์จำนวน 11 คนโดยแบ่งระดับคุณภาพความพึงพอใจได้ดังนี้

ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด พบว่าด้านความง่ายต่อการล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสงเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีนและด้านสีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านกลิ่นของเนื้อกาวอัดอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง และรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมากเบอร์53T พบว่าระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ, ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี และความทนทานต่อแรงเสียด

สีของยางปาดหมึกพิมพ์อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T และการล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาทีอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ตารางที่ 4.13 สรุปค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของครู/อาจารย์และนักเรียน/นักศึกษาจำนวน 72 คนที่มีต่อเนื้อกาวอัดทดสอบ

หัวข้อที่ประเมิน		ระดับความพึงพอใจ	
		$\overline{X}$	SD
1	**ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด** 1.1 ความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสง มีความเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน	4.81	0.40
	1.2 สีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใส ทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพ	4.81	0.43
	1.3 กลิ่นของเนื้อกาวอัด	3.53	0.77
	1.4 การล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนทำได้ง่าย	4.78	0.48
2	**สมบัติของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก เบอร์53T** 2.1 ความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T	4.60	0.55
	2.2 การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที	4.17	0.65
	2.3 ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ	4.75	0.55
	2.4 ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี	4.85	0.40
	2.5 ความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์	4.90	0.34

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยสมบัติของกาวอัดที่ใช้ทดสอบโดยครู/อาจารย์และนักเรียน/นักศึกษาจำนวน 72 คนสามารถสรุปภาพรวมทั้งหมดโดยแบ่งระดับคุณภาพความพึงพอใจได้ดังนี้

ลักษณะทางกายภาพของกาวอัด พบว่าด้านความหนืดของเนื้อกาวอัดเมื่อผสมสารไวแสงเหมาะสมต่อการปาดกาวอัดเคลือบบนผ้าสกรีน, ด้านสีของเนื้อกาวอัดเมื่อแห้งแล้วมีความโปร่งใสทำให้ง่ายต่อการจัดตำแหน่งพิมพ์ภาพและด้านความง่ายต่อการล้างกาวอัดออกจากผ้าสกรีนด้วยผงคลอรีนอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ส่วนด้านกลิ่นของเนื้อกาวอัดอยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

คุณสมบัติเฉพาะของเนื้อกาวอัดเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมากเบอร์53T พบว่าด้านความสามารถของกาวอัดในการยึดเกาะบนผ้าสกรีนเบอร์ 53T, การล้างลายภาพได้ง่าย เมื่อถ่ายด้วยแสงเป็นเวลา 2.15 - 3.30 นาที, ระดับความคมชัดเมื่อล้างลายภาพ, ความทนทานต่อหมึกพิมพ์เชื้อน้ำหลังจากเคลือบแพทลี และความทนทานต่อแรงเสียดสีของยางปาดหมึกพิมพ์อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยศึกษาการเตรียมกาวอัดสำหรับงานพิมพ์สกรีน โดยใช้พอลิไวนิลอะซิเทต (PVAc) และพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ (PVA) หรือพอลิไวนิลอัลกอฮอล์ที่ปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดโอเลอิก (P*) เป็นสารตั้งต้น และปรับเปลี่ยนปริมาณของสารเคมีที่ใช้เติมแต่งเพื่อเพิ่มสมบัติ คือ น้ำมันลินสีด (Linseed oil) และกรดโอเลอิก (Oleic acid) พบว่า ค่าความหนืดของกาวอัดแต่ละสูตรมีค่าอยู่ในช่วง 11000 - 27000 cP ซึ่งค่าความหนืดที่ได้สูงกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A (14900 cP) ซึ่งเป็นกาวอัดเกรดการค้าคุณภาพสูง แต่มีความหนืดต่ำกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ B (> 40000 cP) ซึ่งกาวอัดที่มีอัตราส่วนของเนื้อกาวระหว่าง PVA และ PVAc ที่อัตราส่วน 4:6 และ 5:5 มีความหนืดที่เหมาะสม สำหรับค่าปริมาณของแข็งในเนื้อกาวอัดพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 20–25 % โดยมีค่าต่ำกว่ากาวอัดเกรดการค้ายี่ห้อ A (27.15%) และยี่ห้อ B (34.29%)

เมื่อนำกาวอัดสูตรต่างๆมาสร้างลวดลายบนแม่พิมพ์ผ้า โดยใช้เวลาในการถ่ายแบบด้วยแสง 3 นาที พบว่ากาวอัดที่เตรียมได้ทุกสูตรมีความคมชัด สามารถเก็บรายละเอียดของลวดลายได้ทั้งส่วนที่หยาบและส่วนที่ละเอียด การชะล้างด้วยการฉีดน้ำให้เกิดเป็นลวดลายตามที่ต้องการสามารถทำได้ภายใน 1 นาที ซึ่งถือว่ากาวอัดสามารถชะล้างลวดลายได้ง่าย และการล้างลวดลายจากกาวอัดหลังการใช้งานด้วยคลอรีน สามารถทำได้ภายใน 1 นาที แสดงถึงความสามารถในการล้างกาวออกจากผ้าสกรีนอัดหลังการใช้งานทำได้ง่าย

นำกาวอัดที่ทำการถ่ายแบบลงบนแม่พิมพ์สกรีนแล้วมาทำการทดสอบความคงทนเบื้องต้น โดยการขัดด้วยแรงมือ ตรวจสอบลวดลายทุกๆ 1 นาที ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง จากการทดสอบ พบว่า กาวอัดสูตรที่ผ่านการทดสอบโดยลวดลายไม่หลุดหรือเป็นขุย มีทั้งหมด 3 สูตร ได้แก่ P*(3)4T6L5, P*(5)4T6L4 และ P*(5)4T6L5 เมื่อนำแม่พิมพ์สกรีนของกาวอัดทั้ง 3 สูตรนี้มาทำการปาดสีด้วยยางปาด กาวอัดสูตร P*(3)4T6L5 ไม่สามารถคงทนต่อแรงเสียดทานของยางปาดได้ จึงนำกาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 และ P*(5)4T6L5 มาทำการทดสอบ โดยปรับเปลี่ยนเวลาที่ใช้ในการถ่ายแบบด้วยแสงเป็นเวลา 2.30 , 3.00 และ 3.30 นาที จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อเปรียบเทียบที่

กาวอัดสูตรเดียวกัน ที่เวลาในการถ่ายแบบด้วยแสง 3.30 นาที กาวอัดจะมีความคงทนมากที่สุด รองลงมาคือ 3.00 และ 2.30 นาที ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบกาวอัดทั้ง 2 สูตร ที่ใช้เวลาในการถ่ายแบบด้วยแสงเท่ากัน พบว่ากาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 สามารถทนต่อแรงปาดของยางปาดได้ใกล้เคียงกับกาวอัดสูตร P*(5)4T6L5

นำกาวอัดทั้งสูตร P*(5)4T6L4 และ P*(5)4T6L5 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน พบว่ากาวอัดทั้ง 2 สูตรมีความหนืดเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย และเมื่อนำกาวอัดมาทำการถ่ายแบบลวดลายลงบนแม่พิมพ์สกรีนเพื่อดูสมบัติต่างๆ พบว่า กาวอัดสูตร P*(5)4T6L5 มีประสิทธิภาพในการเก็บรายละเอียดที่ต่ำลง ส่วนกาวอัดสูตร P*(5)4T6L4 ยังมีประสิทธิภาพในการเก็บรายละเอียดของลวดลายในส่วนที่หยาบและส่วนที่ละเอียดได้ดีเช่นเดิม และเมื่อนำไปทดสอบการปาดสีในสภาวะการใช้งานจริง พบว่า กาวอัดยังมีความคงทนต่อแรงปาดได้ดีเช่นเดียวกับการทดสอบในครั้งแรก

การประเมินความพึงพอใจในคุณภาพเนื้อกาวอัดชนิดผสมน้ำยาไวแสงที่ผ่านการทดสอบลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติเฉพาะของเนื้อกาวเมื่อใช้กับผ้าสกรีนรูเปิดมาก (เบอร์ 53T) พร้อมการพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์เชื้อน้ำ โดยให้ครู / อาจารย์และนักเรียน/นักศึกษาจำนวนทั้งหมด 72 คนทำการทดสอบ ได้ผลการทดสอบพบว่า ภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการใช้ลวดลายที่มีความละเอียดมากในการถ่ายแบบด้วยแสง เพื่อศึกษาว่ากาวอัดในงานวิจัยนี้สามารถเก็บรายละเอียดลวดลายที่มีความละเอียดมากได้หรือไม่
2. ทดสอบอายุการเก็บของกาวอัดต่อประสิทธิภาพของกาวอัด

เอกสารอ้างอิง

[1] MTEC. **“พอลิไวนิลอัลกอฮอล์”** 2550. [Online]. Available : http://www.mtec.or.th/labs/mech/tips16.html

[2] Pttchemical. **“พอลิไวนิลอัลกอฮอล์”** 2549. [Online]. Available : http://www.pttchemical.com/library/dictionary/polyvinylalcohol/index.shtml

[3] Wikipedia. **“พอลิไวนิลอะซีเทต”** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/polyvinyl_acetate

[4] Cyberlab. **“น้ำมันชักแห้งธรรมชาติ”** 2548. [Online]. Available : http://cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/faculty/veterin/vet69/Biochemistry%20Web%20Job/lipid/fatty%20acid.htm

[5] Matichon. **“น้ำมันชักแห้งธรรมชาติ”** 2548. [Online]. Available : http://www.mathichon.co.th/mathichon/view_news.php?newsid=01cho04190952&sectionid=0144&day=2009-09-19

[6] เกษตรพอเพียง. **“น้ำมันชักแห้งธรรมชาติ”** 2548. [Online]. Available : www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=5782.0

[7] Wikipedia. **“Linseed oil”** 2548. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Drying_oil

[8] Wikipedia. **“Linseed oil”** 2548. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Linseed_oil

[9] Wikipedia. **“Linseed oil”** 2550. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Linseed_oil

[10] Wikipedia. **“Oleic acid”** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Oleic_acid http://en.wikipedia.org/wiki/P-Toluenesulfonic_acid

[11] วรา ชัยนิตย์. การพิมพ์สกรีนScreen printing. กรุงเทพมหานคร: วิทยาลัยช่างศิลป์. 2539.

[12] วิเชียร จิระกรานนท์, นงเยาว์ จิระกรานนท์. การพิมพ์สกรีน Screen Print techniques, พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: อุษาการพิมพ์. 2546.

[13] Z.O. Oyman, W. Ming and R. van der Linde. **"Oxidation of drying oils containing non-conjugated and conjugated double bonds catalyzed by a cobalt catalyst"**. 2008. Organic Coatings 54 (2005) 198-204.

[14] ณัฐชา ปานกุล. **"การปรับปรุงสมบัติเชิงกลและการต้านทานน้ำของกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทนด้วยน้ำมันลินสีด."** คณะวิทยาสาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2551.

[15] N. Rattanaapiromyakit and P. Lakkanapornwisit. **"Preparation and modification of wood-adhesive using PVOH and natural-drying oil"** Special Project Book International programs, Faculty of science King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. 2008.

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ดร.ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ.	เคมีอุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2534-2538
M.Sc.	Polymer Science and Technology	The University of Manchester	2539-2540
Ph.D.	Polymer Chemistry	The University of Manchester	2540-2543

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

1. วัสดุประกอบร่วมระหว่างเซรามิกซ์และพอลิเมอร์
2. วัสดุประกอบระดับนาโนระหว่างเซรามิกซ์และพอลิเมอร์
3. กาวสำหรับติดไม้
4. การสังเคราะห์สาร cyclic oligomers ด้วยเทคนิคดีพอลิเมอไรเซชันแบบปิดวง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ พอลิเมอร์ร่วม ด้วยเทคนิคพอลิเมอไรเซชันแบบเปิดวง
5. การสังเคราะห์และศึกษาสมบัติของ polypseudorotaxanes
6. การสังเคราะห์ soluble combinatorial libraries of crown ether-ester analogues
7. การเตรียมพอลิเอสเทอร์เรซิน

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

1.การนำพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตกลับมาใช้ใหม่ด้วยกระบวนการดีพอลิเมอไรซ์แบบปิดวงแหวนและการพอลิเมอไรซ์แบบเปิดวงแหวน ทุนศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ MT-S-43-POL-22-179-G ปี 2543

2.การรีไซเคิลโพลิเอสเทอร์โดยการดีพอลิเมอไรซ์แบบปิดวงแหวนและการพอลิเมอไรซ์แบบเปิดวงแหวน ทุนงบประมาณประจำปี 2544

3.การสังเคราะห์วัสดุประกอบไฮดรอกซีแอปาไทต์กับพอลิเอสเทอร์สำหรับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้สถาบันประจำปี 2545

4.การเตรียมซีเมนต์แคลเซียมซิลิเกตกับพอลิเมทิลเมทาคริเลต ทุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ จากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2549

5.การพัฒนากาวติดไม้ปราศจากฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ปรับปรุงด้วยน้ำมันทัง ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว-อุตสาหกรรม (MAG Window I) วรวิทย์ ชุ่มชื่น สัญญาเลขที่ MRG-WI515S129 ปี 2551

6.ทุนโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คปก 11) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) พิชญา ตรีเนตร ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเคมีประยุกต์ 1 มิถุนายน ปี 2552 ถึง 31 พฤษภาคม 2557 สัญญาเลขที่ PHD/0264/2551

7.การพัฒนากาวติดไม้ชนิดปราศจากฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลอัลกอฮอล์และน้ำมันทัง ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553 ประเภทงานวิจัยเชิงบูรณาการและพาณิชย์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล

8.กาวติดไม้ไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลอัลกอฮอล์กับน้ำมันชักแห้งธรรมชาติสำหรับงานแผ่นพาร์ทิเคิล ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การเชื่อมโยงภาค

การผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว-อุตสาหกรรม (MAG Window I) ภคพล ลัคนาพรวิสิฐ สัญญาเลขที่ MRG-WI535S901 ปี 2553

9.ทุนโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คปก 12) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) อภิชญา เจียนประเสริฐ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขานาโนวิทยาและนาโนเทคโนโลยี 1 ธันวาคม ปี 2553 ถึง 30 พศจิกายน 2556 สัญญาเลขที่ PHD/0075/2552

10.สมบัติเชิงกลและการต้านทานน้ำของกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทนด้วยน้ำมันลินสีด ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554 ประเภททุนส่งเสริมนักวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ สจล

11.การเตรียมและสมบัติการดูดซับน้ำของไฮโดรเจลจากโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส/กัวร์กัม/โซเดียมอัลจิเนต ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555 ประเภททุนส่งเสริมนักวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ สจล

12. การปรับปรุงสมบัติการต้านทานน้ำของแผ่นพาร์ทิเคิลที่ใช้กาวไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์ด้วยน้ำยางพารา โครงการวิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (Medium-size Project on Rubber; MPR) สกว-อุตสาหกรรม สัญญาเลขที่ RDG5550060 ปี 1 สิงหาคม 2555 ถึง 31 กรกฎาคม 2556

13.ทุนโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (คปก 13) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) สานิตย์ สิรปาณิชาติ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเคมีประยุกต์ 1 มิถุนายน ปี 2555 ถึง 31 พฤษภาคม 2558 สัญญาเลขที่ PHD/53K0235/2553

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. Monvisade P., Hodge P., Ruddick C.L. Synthesis of soluble combinatorial libraries of crown ether-ester analogues via the cyclodepolymerisation of linear polyester. Chem.Commun. 1999; 1987-1988. (Impact factor 2005 = 3.902)

2. Hodge P., Monvisade P., Owen G.J., Heatley F., Pang Y. 1H-NMR spectroscopic studies of the structures of a series of pseudopolyrotaxanes formed by “threading”. New J.Chem. 2000; 24: 703-709. (Impact factor 2005 = 2.44)

3. Hodge P., Monvisade P., Morris G.A., Preece I. A novel nuclear magnetic resonance spectroscopy method for screening small soluble compound libraries. Chem.Commun. 2001; 239-240. (Impact factor 2005 = 3.902)

4. Siriphannon P., Monvisade P., Jinawath S, Hemachandra K. Preparation and characterization of hydroxyapatite/poly(ethylene glutarate) biomaterials. J.Biomed.Mater.Res.Part A; 2007; 81A(2): 381-391.(Impact factor 2005 = 2.743, 2006 = 2.467)

5. Monvisade P., Loungvanidprapa P., Synthesis of Poly(ethylene adipate) and Poly(ethylene adipate-co-terephthalate) via Ring-opening Polymerization. Eur.Polym.J.; 2007; 43: 3408-3414. (Impact factor 2005 = 1.765, 2006 = 2.113)

6. Monvisade P., Siriphannon P., Jermsungnern R., Rattanabodee S., Preparation of hydroxyapatite/poly(methyl methacrylate) and calcium silicate/poly(methyl methacrylate) interpenetrating hybrid composites. J.Mater.Sci.Mater.Med.; 2007; 18: 1955-1959. (Impact factor 2005 = 1.248, 2006 = 1.562)

7. Monvisade P., Loungvanidprapa P., Synthesis of Poly(ethylene terephthalate-co-isophthalate) via Ring-opening Polymerization of Their Cyclic Oligomers. J.Polym.Res.; 2008; 15, 381-387. (impact factor 2006 = 0.616)

8. Siriphannon P., Monvisade P., Preparation and Characterization of Hydroxyapatite/Poly(ethylene adipate) Hybrid Composites. J.Biomat.Sci-Polym.E.; 2008;19(7), 925-936. (Impact factor 2006 = 1.607)

9. Monvisade P., and Siriphannon P., Chitosan Intercalated Montmorillonite: Preparation, Characterization and Basic Dye Adsorption. Appl.Clay.Sci.; 2009; 42, 427-431. (impact factor 2006 = 1.652)

10. Siriphannon P., Monvisade P., Poly(ethylene terephthalate)/hydroxyapatite biomaterials: Preparation, characterization and in vitro bioactivity. J.Biomed.Mater.Res.Part A; 2009; 88A (2) 464-469.(Impact factor 2005 = 2.743, 2006 = 2.467)

11. Monvisade P., Siriphannon P. and Tapcharoen W., Effect of Ring-opening Polymerization Condition on Characteristic and Mechanical Properties of Hydroxyapatite/Poly(ethylene glutarate) Biomaterials. J.Biomed.Mater.Res.Part A; 2009; 90A (3) 656-663. (impact factor 2006 = 2.497)

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. (impact factor 2009 = 0.447)

13. Sanit Sirapanichart, Pathavuth Monvisade, Punnama Siriphannon, and Jiti Nukeaw, Poly(methyl methacrylate-co-butyl acrylate)/Organophosphate-modified Montmorillonite Composites. Iranian Polymer Journal 2011; 20(10) 803-811. (impact factor 2010 = 1.189)

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. (impact factor 2010 = 1.186)

15. Suebpong Suebwongnat, Apichaya Jianprasert, Punnama Siriphannon and Pathavuth Monvisade, Calcium silicate/Poly(ethylene terephthalate) Biomaterials via Ring-opening Polymerization. J.Polym.Res.; 2012 ; 19(10) 9985 DOI 10.1007/s10965-012-9985-3. (impact factor 2011 = 1.733)

16. 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)

17. Chutima Kaemkit, Pathavuth Monvisade, Punnama Siriphannon and Jiti Nukeaw, 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. (impact factor 2011 = 1.3)

18. 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)

19. ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ, กมลวรรณ รัตนภักดิ์, พนอ วรรณวงศ์ และ ศิริยา เจียมสกุล การสังเคราะห์พอลิเมอร์ร่วมพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลตกับพอลิเอทิลีนกลูตาเรตด้วยปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเปิดวง วารสารวิทยาศาสตร์มข. ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 2546(2003) หน้า 46-53.

20. ปุณณมา ศิริพันธ์โนน, ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ และ สุภาณี ชนะวงศ์ การสังเคราะห์วัสดุเชิงประกอบระหว่างไฮดรอกซีแอปาไทต์กับพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 2547(2004) หน้า 36-45.

21. ภคพล ลัคนาพรวิสิฐ, ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย กาวติดไม้ไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับน้ำมันชักแห้งธรรมชาติสำหรับงานแผ่นพาร์ทิเคิล วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 3 (ฉบับพิเศษที่ 2) มีนาคม 2554 หน้า 23-31.

การเสนอผลงานวิชาการ

1. 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.

2. Monvisade P., Choeykomhaeng M. The formation of the inclusion complex of β-cyclodextrin with PMMA. PPC8, Bangkok, Thailand. 24-27 November 2003. 91.

3. 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.

4. 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.

5. Siriphannon P., Monvisade P., Hybrid ceramic-polymer biomaterials. The French-Thai Workshop on "Advanced Materials and Technology", (Krabi, Thailand), March 23-27, 2008.

6. 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.

7. Monvisade P., Siriphannon P., Adsorption of dye onto chitosan intercalated montmorillonite. The IUMRS International Conference in Asia 2008, (Nagoya, Japan), December 9-13, 2008.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. อมรรัตน์ สวัสดิมงคล ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ ปุณณมา ศิริพันธ์โนน และ ชลลดา ฤตวิรุฬห์ การเตรียมวัสดุประกอบนาโนระหว่างพอลิเมอร์ร่วมพอลิเมทิลเมทาคริเลตพอลิอะคริลิกแอซิดกับไคโตซาน-มอนต์มอริลโลไนต์ด้วยวิธีพอลิเมอไรซ์ขณะขึ้นรูป การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 17 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส เชียงใหม่ 29-30 ตุลาคม 2550(2007) NP05_1

13. ณัชชา ปานกุล, ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ, และปุณณมา ศิริพันธ์โนน, การปรับปรุงสมบัติเชิงกลและการต้านทานน้ำของกาวอะคริเลตพอลิยูรีเทนด้วยน้ำมันลินสีด, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่34 (ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิตติ์ กรุงเทพฯ), 31ตุลาคม – 2 พฤศจิกายน 2551(2008) E_E0037 page 213.

14. สานิตย์ สิระปาณิชาติ, สุรลักษณ์ มรรคศศิธร, สุวิชชา บัวเขียว, ปุณณมา ศิริพันธ์โนน, และภัทธาวุธ มนต์วิเศษ, การเตรียมวัสดุประกอบนาโนพอลิเมทิลเมทาคริเลต/มอนต์มอริลโลไนต์, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่34 (ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิตติ์ กรุงเทพฯ), 31ตุลาคม – 2 พฤศจิกายน 2551(2008) E_E0104 page 230.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

ภัทธาวุธ มนต์วิเศษ และ ภคพล ลัคนาพรวิสิฐ (ผู้ประดิษฐ์) กาวติดไม้ชนิดไม่มีสารฟอร์มัลดีไฮด์จากพอลิไวนิลอัลกอฮอล์กับน้ำมันชักแห้งเสริมแรงด้วยซิลิกาสำหรับงานพาร์ทิเคิลบอร์ด คำขอเลขที่ 1101002357 ยื่นคำขอเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2554