

รายงานการวิจัย

บรรจุภัณฑ์กระดาษจากปาล์มน้ำมัน

Paper Packaging from Oil Palm

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

คณะผู้วิจัย

อาจารย์สมพร ชัยอารีย์กิจ

หัวหน้าโครงการวิจัย

อาจารย์ ดร. กุณฑินี สุวรรณกิจ

อาจารย์ ดร. สิริวรรณ พัฒนากฤติ

อาจารย์กัลยา เชิดหิรัญกร

ผู้ร่วมวิจัย

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง "บรรจุภัณฑ์กระดาษจากปาล์มน้ำมัน" ได้รับความอนุเคราะห์ทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบุคลากรและหน่วยงานต่างๆ สำหรับความอนุเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. คุณวิทยา ชินบุรารัตน์และครอบครัว จากโรงเรียนภูดินทรวิทยาและร้านไอโซนคลังศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมันเพื่องานวิจัยชิ้นนี้ ทั้งยังเชื้อเพื่อสถานที่พักและอาหารตลอดการเดินทางไปเก็บตัวอย่างจากปาล์มน้ำมัน
2. คุณวิชาญ เจริญกิจสุพัฒน์ ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยี บริษัทเยื่อกระดาษสยาม จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องเตรียมชิ้นไม้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ในกลุ่มปฏิบัติงานวิจัย ที่ได้สละเวลาอันมีค่า ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือเตรียมชิ้นไม้
3. เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยและพัฒนา 3 (หน่วยปฏิบัติการเยื่อและกระดาษ) กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงให้คำแนะนำในการปฏิบัติการทดลองแก่นิสิตผู้ช่วยวิจัย
4. นิสิตผู้ช่วยวิจัยในระดับปริญญาตรีและปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ และนิสิตผู้ช่วยวิจัยระดับปริญญาโท หลักสูตรเทคโนโลยีเยื่อและกระดาษ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ทำการทดลองโครงการวิจัยนี้อย่างขยันขันแข็งและด้วยความมานะอดทน จนโครงการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
5. เจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านเอกสารต่างๆ ช่วยซ่อมแซมอุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการที่สึกหรอ รวมถึงช่วยอำนวยความสะดวกและดูแลนิสิตผู้ช่วยวิจัยของโครงการวิจัยนี้เป็นอย่างดี
6. เจ้าหน้าที่หน่วยซ่อมบำรุง คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยซ่อมแซมอุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการที่สึกหรอ จนสามารถกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง

บทคัดย่อ

รายงานโครงการวิจัยเรื่องบรรจุภัณฑ์กระดาษจากปาล์มน้ำมัน สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 นี้ มีเนื้อหาหลักๆ อยู่ 4 ส่วน คือ ส่วนแรกเกี่ยวกับการผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน ส่วนที่สองเกี่ยวกับการเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์ ส่วนที่สามเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ หลังจากที่ได้นำกระดาษที่ผลิตได้จากปาล์มน้ำมัน มาทดลองพิมพ์ด้วยหมึกหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์ที่ผลิตได้ และส่วนสุดท้ายคือการทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์ ในส่วนที่เกี่ยวกับการผลิตกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมันนั้น งานวิจัยได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในผลิตเยื่อกระดาษจากส่วนของต้นปาล์มน้ำมัน 3 ส่วน ได้แก่ โคนกาบใบ แกนใบและใบ ในขณะที่ส่วนของทะลายปาล์มน้ำมันนั้นไม่ได้ทำการศึกษาครอบคลุมถึง เนื่องจากทะลายปาล์มหลังจากผ่านกระบวนการแยกผลปาล์มออกเพื่อนำผลปาล์มไปสกัดน้ำมันนั้น มีคราบน้ำมันหลงเหลืออยู่กับทะลายปาล์มมาก จนทำให้การต้มเยื่อเป็นไปอย่างยากลำบาก นอกจากนี้ทะลายปาล์มยังมีความชื้นสูงมาก จนขึ้นราภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว การวิจัยเริ่มจากการนำชิ้นไม้จากส่วนโคนกาบใบ แกนใบ และส่วนใบมาทำการต้มเยื่อแบบโซดา สำหรับในส่วนของใบนั้น ทำการผลิตเยื่อโดยใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อเท่ากับ 10% และ 15% ของน้ำหนักแห้งของใบปาล์ม และสำหรับส่วนโคนกาบใบและแกนใบนั้น ทำการผลิตเยื่อโดยใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 15% และ 20% ของน้ำหนักแห้งของโคนกาบใบและแกนใบ แล้วจึงนำเยื่อส่วนหนึ่งไปทำการฟอกโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เท่ากับ 3% และ 10% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง จากผลการทดลองพบว่า เยื่อที่ผลิตจากส่วนของแกนใบให้ค่าความแข็งแรงของกระดาษสูงสุด รองลงมาคือเยื่อจากส่วนโคนกาบใบ ในขณะที่เยื่อที่ผลิตจากส่วนของใบให้ค่าความแข็งแรงของกระดาษต่ำสุด เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้นทำให้เยื่อที่ผลิตได้จากส่วนของโคนกาบใบและแกนใบมีค่าความขาวสว่าง (Brightness) สูงขึ้น ในขณะที่เยื่อที่ผลิตได้จากใบกลับมีค่าความขาวสว่างน้อยลง เนื่องจากการเกิด Alkaline darkening การใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่สูงเกินไปยังส่งผลให้ความแข็งแรงของกระดาษที่ได้ลดลง เนื่องจากเส้นใยถูกทำลายจากปฏิกิริยา Peeling reaction การใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกเยื่อสูงขึ้น ทำให้ค่าความขาวสว่างสูงขึ้น แต่ความแข็งแรงของกระดาษอาจลดลง ถ้าควบคุมสภาวะการฟอกเยื่อได้ไม่เหมาะสม ต่อมาในส่วนที่เกี่ยวกับการเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์นั้น โครงการวิจัยนี้ได้ทดลองเตรียมสารยึดพอลิแล็กไทด์อิมัลชัน โดยปรับเปลี่ยนปริมาณของสารพอลิเอทิลีนไกลคอล (PEG) ต่างๆ กัน กล่าวคือ 0, 5 และ 10% ของน้ำหนักรวม พบว่า สมบัติของสารยึดจากพอลิแล็กไทด์ที่ผสม PEG ที่ 10% มีขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุด และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงที่ต่ำสุด จึงส่งผลให้อิมัลชันชนิดนี้มีเสถียรภาพที่ดี และสามารถเกิดเป็นฟิล์มที่มีความยืดหยุ่นดีกว่าสารยึดจากพอลิแล็กไทด์ไม่ผสม PEG และผสม PEG ที่ 5% ดังนั้นในส่วนการเตรียมหมึกพิมพ์ จึงเลือกผสมสารสีกับสารยึดจากพอลิแล็กไทด์ผสม PEG ที่ 10% จากนั้นนำหมึก

พิมพ์ที่เตรียมได้ไปพิมพ์บนกระดาษที่ผลิตได้จากส่วนของแกนใบจากปาล์มน้ำมัน โดยมีการใส่สารกันซึม AKD ในเนื้อกระดาษ 2 ระดับ คือ 0.1 และ 0.3 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยในการพิมพ์นั้นจะพิมพ์โดยใช้เครื่องเคลือบอัตโนมัติ ที่ความหนาขณะเปียกเท่ากับ 12 และ 24 ไมโครเมตร พบว่า การพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร ส่งผลให้มีน้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษสูงกว่า สามารถปิดผิวกระดาษได้ดีกว่า ความเรียบของงานพิมพ์ที่ได้ดีกว่า และค่าความต้านทานการถอนผิวสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ การพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร และการพิมพ์หมึกพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ส่งผลให้ได้ การปิดผิวของหมึกพิมพ์ดีกว่า ความมันวาวของงานพิมพ์บนกระดาษสูงกว่า งานพิมพ์มีความเรียบสูงกว่า และความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ในส่วนของการวิเคราะห์คุณภาพการพิมพ์ขั้นต่อไป โดยในการพิมพ์นั้นจะพิมพ์โดยใช้เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ พบว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ให้ความดำพื้นตาย ความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย (เมื่อใช้ความละเอียด ลูกกลิ้งแอนนิลลอก 200 และ 250 lpi) ความดำฮาล์ฟโทน (เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียด 30 และ 50 lpi) ดีกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% รวมถึงกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ให้ค่าเม็ดสกรีนบวมต่ำกว่า (เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียด 65 และ 85 lpi) เมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% อย่างไรก็ตาม กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% กลับให้คุณภาพการพิมพ์ดีน้อยกว่าในด้านความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย (เมื่อใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลลอก 150 และ 350 lpi) และให้ค่าเม็ดสกรีนบวมสูงกว่า (เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียด 30 และ 50 lpi) เมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ส่วนด้านความดำฮาล์ฟโทนเมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 65 และ 85 lpi และด้านความเปรียบต่างนั้น พบว่า กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% สามารถพิมพ์ได้คุณภาพใกล้เคียงกัน ในส่วนของงานวิจัยเกี่ยวกับการย่อยสลายของหมึกพิมพ์บนงานพิมพ์นั้นพบว่า การย่อยสลายของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% สามารถย่อยสลายได้เร็วกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% และเมื่อระยะเวลาการฝังดินเพิ่มขึ้นเป็น 2 เดือน ส่งผลให้การย่อยสลายเกิดได้ในปริมาณสูงขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน การผลิตเยื่อแบบโซดา โซเดียมไฮดรอกไซด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อัลคิลคีตีนไดเมอร์ หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำ พอลิเล็กไทด์ พอลิเอทิลีนไกลคอล คุณภาพการพิมพ์

Abstract

The research project "Paper Packaging from Oil Palm" report for the budget year 2008 mainly consists of 4 parts. The first part includes pulping and paper making of various parts of oil palm. The second part describes water-based flexographic ink preparation from polylactide. The third part involves print quality analysis when paper produced from oil palm was printed with water-based flexographic ink prepared from polylactide. The last part is degradability test of printing ink. In the oil palm pulping and paper making part, the pulping potential of 3 parts of oil palm stem: sheathing base, leaf stalk, and foliar leaf was studied. The empty fruit bunches were not included in this study since a significant amount of oil was still present after oil extraction process which further complicated the chemical pulping process. Moreover, the empty fruit bunches still had very high moisture content which readily encouraged mould growth. Our research started with soda pulping of sheathing base, leaf stalk, and foliar leaf chips. The amount of sodium hydroxide used was 10% and 15% of oven-dried chip weight for foliar leaf, and 15% and 20% of oven-dried chip weight for sheathing base and leaf stalk. Then, pulp samples were bleached with 3% and 10% hydrogen peroxide (based on oven-dried pulp weight). It was found that the paper produced from leaf stalk pulp had highest strength, while the paper from sheathing base pulp came in second. The paper from foliar leaf pulp provided the worst strength properties. When the amount of sodium hydroxide increased, the pulp produced from sheathing base and leaf stalk had higher brightness. The pulp from foliar leaf, on the other hand, darkened which was probably due to alkaline darkening. The increase amount of sodium hydroxide also resulted in poorer sheet strength. This could be caused by the peeling reaction on the fibers. When the amount of hydrogen peroxide was increased in the bleaching step, the brightness of the pulp increased, while the strength of the sheets could decrease if the bleaching condition was not properly maintained. In the part where water-based flexographic ink was prepared, polylactide emulsion binder was formulated by varying the amount of polyethylene glycol (PEG) to 0, 5, and 10% of total weight. It was found that the binder prepared from polylactide and 10% PEG had smallest particle size and lowest glass transition temperature. This resulted in good stability of the emulsion and better film flexibility than the binder prepared from polylactide and 0% and 5% PEG. Therefore, in the printing ink preparation step, binder from polylactide and 10% PEG was chosen and mixed with pigments.

Paper produced from leaf stalk of oil palm with 2 levels of AKD sizing agent: 0.1% and 0.3% based on oven-dried pulp weight was printed with the aforementioned ink using automatic coater (K control coater) at the wet film thickness of 12 and 24 microns. It was found that printing at 24 microns resulted in higher printing ink weight on the sheet, better surface coverage, smoother finish, and higher pick resistance when compared with printing at 12 microns. Printing on sheets with 0.3% AKD also resulted in better ink coverage, higher print gloss, smoother finish, and higher pick resistance than on the sheets with 0.1% AKD. Then, print quality was assessed using IGT printability tester. The results showed that when printed, paper with 0.3% AKD provided better print density of solid tone, evenness of solid tone (when 200 and 250 lpi ink anilox resolutions were used) and print density of halftone (when printed at 30 and 50 lpi ink anilox resolution) than paper with 0.1% AKD. The sheets with 0.3% AKD also had lower dot gain (when printed at 65 and 85 lpi ink anilox resolution) than those with 0.1% AKD. However, the sheets with 0.3% AKD had poorer quality in evenness of solid tone (when 150 and 350 lpi ink anilox resolutions were used) and higher dot gain (when printed at 30 and 50 lpi ink anilox resolution) when compared to sheets with 0.1% AKD. The amount of AKD seems to cause no difference in halftone print density when printed at 65 and 85 lpi ink anilox resolutions, and also no difference in print contrast. For the degradability test of printing ink on printed sheets, it was found that the printing ink on sheets with 0.1% AKD degraded faster than on sheets with 0.3% AKD. Increasing the burial time to 2 months resulted in higher degree of degradation.

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Keywords: Oil palm, Soda pulping, Sodium hydroxide (NaOH), Hydrogen peroxide (H₂O₂), Alkyl Ketene dimer (AKD), Flexographic water-based ink, Polylactide, Polyethylene glycol (PEG), Print quality

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุป	3
สมมุติฐานและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
ทฤษฎี	6
โครงสร้างของเส้นใย	6
เคมีของเส้นใย	7
ชนิดของเส้นใย	8
การผลิตเยื่อกระดาษ	8
ปฏิกิริยาของลิกนินและคาร์บอนไฮเดรตในการผลิตเยื่อแบบโซดา	9
การฟอกเยื่อโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	10
ปาล์มน้ำมัน	10
การผลิตเยื่อกระดาษจากปาล์มน้ำมัน	12
การพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี	13
แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี	16
หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีฐานน้ำ	17
พอลิแล็กไทด์	18
คุณภาพงานพิมพ์	19
การประเมินคุณภาพการพิมพ์	23
การทดลอง	26
วัสดุและอุปกรณ์	26
วัตถุดิบและสารเคมี	28
วิธีการทดลอง	30
วิธีการทดลองตอนที่ 1: การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน	30
แผนผังการทดลองตอนที่ 1	32

	หน้า
วิธีการทดลองตอนที่ 2: การเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์	33
วิธีการทดลองตอนที่ 3: การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์	33
วิธีการทดลองตอนที่ 4: การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์	35
ผลการทดลอง	36
ผลการทดลองตอนที่ 1: การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน	36
ผลการทดลองตอนที่ 2: การเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์	46
ผลการทดลองตอนที่ 3: การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์	51
<i>การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้จากการใช้เครื่องเคลือบอัตโนมัติ</i>	51
<i>การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้จากการใช้เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้</i>	60
ผลการทดลองตอนที่ 4: การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์	72
สรุปผลการทดลอง	75
การดำเนินงานในช่วงต่อไป	79
อุปสรรคในการดำเนินงานที่พบและแนวทางแก้ไข	80
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก	84
ประวัติคณะนักวิจัย	85

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1: สมบัติของเส้นใยจากทะเลลายและใบปาล์มเปรียบเทียบกับเส้นใยจากต้นแอสเพน	11
ตารางที่ 2: องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากใบปาล์ม เส้นใยจากไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อน	12
ตารางที่ 3: องค์ประกอบทางพอลิแซ็กคาไรด์ของเส้นใยจากส่วนใบของปาล์ม	13
ตารางที่ 4: ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ของเยื่อปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อต่างกัน	36
ตารางที่ 5: ค่าปริมาณร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ไป (Alkaline consumption)	37
ตารางที่ 6: ค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ (Kappa number) ของเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	37
ตารางที่ 7: ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	39
ตารางที่ 8: ค่าความทึบแสง (Opacity) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	40
ตารางที่ 9: ค่าความหนาแน่น (Density) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	40
ตารางที่ 10: ค่าความเรียบ (Smoothness) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	42
ตารางที่ 11: ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	43
ตารางที่ 12: ค่าความต้านทานต่อแรงฉีก (Tear Resistance) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H ₂ O ₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน	44

	หน้า
ตารางที่ 13: ขนาดอนุภาคของสารยึดจากพอลิเล็กไทด์อิมัลชัน เมื่อผสม PEG 0, 5 และ 10%wt	47
ตารางที่ 14: อุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (T_g) ของสารยึดและร้อยละปริมาณของแข็ง (%Solids content) ของสารยึดจากพอลิเล็กไทด์อิมัลชัน เมื่อผสม PEG 0, 5 และ 10%wt	48
ตารางที่ 15: สมบัติของหมึกพิมพ์ที่เตรียมได้	50
ตารางที่ 16: น้ำหนักมาตรฐานและความชื้นของกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง	51
ตารางที่ 17: ความมันวาว ความเรียบ และความต้านทานการถอนผิวของกระดาษจากปาล์ม น้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง	53
ตารางที่ 18: น้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยมีความหนาของหมึกพิมพ์ขณะเปียกแตกต่างกัน	54
ตารางที่ 19: ความเรียบของงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยมีความหนาของหมึกพิมพ์ขณะเปียกแตกต่างกัน	58
ตารางที่ 20: ค่าเฉลี่ยความดำบริเวณพื้นตายเมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดลูกกิ้งแอนนิลอก (Ink anilox resolution) 4 ระดับ บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน	61

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1: โครงสร้างของเส้นใย	6
ภาพที่ 2: โครงสร้างส่วนที่เป็นระเบียบและไม่เป็นระเบียบของเส้นใย	7
ภาพที่ 3: องค์ประกอบของเครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีทั่วไป	14
ภาพที่ 4: ลูกกลิ้งแอนนิลอกและภาพขยายของพื้นผิวลูกกลิ้ง	15
ภาพที่ 5: แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี	16
ภาพที่ 6: ภาพโทนต่อเนื่อง (ภาพซ้าย) แปลงเป็นภาพฮาล์ฟโทน (ภาพขวา)	19
ภาพที่ 7: ตัวอย่างลักษณะของฮาล์ฟโทน (Halftone) ที่ระดับสีเทาต่างๆ	20
ภาพที่ 8: ตัวอย่างลักษณะของพื้นตาย (Solid tone) กราฟฟีกลายเส้น และตัวอักษร	20
ภาพที่ 9: ตัวอย่างเครื่องทดสอบการพิมพ์ได้สำหรับระบบการพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี IGT F1	24
ภาพที่ 10: ตัวอย่างเครื่องวัดความดำ IHARA R730 Color reflection densitometer	24
ภาพที่ 11: ตัวอย่างเครื่องกราดแบบแท่นราบ CanoScan LiDE60 flatbed scanner	25
ภาพที่ 12: โคนกาบใบของต้นปาล์มน้ำมัน (Sheathing base of oil palm)	29
ภาพที่ 13: แกนใบของต้นปาล์มน้ำมัน (Leaf stalk of oil palm)	29
ภาพที่ 14: ใบของต้นปาล์มน้ำมัน (Foliar leaf of oil palm)	29
ภาพที่ 15: ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ของเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง	36
ภาพที่ 16: ค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ (Kappa number) ของเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง	38
ภาพที่ 17: ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อ ปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง	39
ภาพที่ 18: ค่าความหนาแน่น (Density) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์ม น้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง	41
ภาพที่ 19: ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ของแผ่นทดสอบที่ผลิต จากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง	44
ภาพที่ 20: ค่าความต้านทานต่อแรงฉีก (Tear Resistance) ของแผ่นทดสอบที่ผลิต จากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง	45
ภาพที่ 21: การกระจายของขนาดอนุภาคสารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชัน เมื่อผสม PEG 0, 5 และ 10%wt	46

	หน้า
ภาพที่ 22: ภาพถ่าย SEM ของอนุภาคสารยึดจากพอลิแล็กโทไดอิมัลชัน (ก) ไม่ผสม PEG (ข) ผสม PEG ที่ 5% (ค) ผสม PEG ที่ 10%	47
ภาพที่ 23: การกระจายของขนาดอนุภาคของหมึกพิมพ์ที่ใช้สารยึดจากพอลิแล็กโทไดอิมัลชัน	49
ภาพที่ 24: ภาพถ่าย TEM ของอนุภาคของสารสีสีดำที่ใช้ในการเตรียมหมึกพิมพ์	49
ภาพที่ 25: ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของหมึกพิมพ์และอัตราเฉือน ที่อุณหภูมิ 25 °C	50
ภาพที่ 26: ภาพถ่าย SEM ของผิวหน้ากระดาษจากปาล์มน้ำมัน (ก) ชนิดที่ใส่ AKD 0.1 % ของน้ำหนักระดาษ (ข) ชนิดที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	51
ภาพที่ 27: ภาพมุลัมผัสของน้ำบนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่เวลา 10 วินาที (ก) ชนิดที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ชนิดที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	52
ภาพที่ 28: ความสัมพันธ์ระหว่างมุลัมผัสของน้ำกับเวลาของกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	53
ภาพที่ 29: ภาพถ่าย SEM ผิวหน้างานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความหนา หมึกพิมพ์ขณะเปียก 12 ไมโครเมตร (ก) ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	55
ภาพที่ 30: ภาพถ่าย SEM ผิวหน้างานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความหนา หมึกพิมพ์ขณะเปียก 24 ไมโครเมตร (ก) ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	55
ภาพที่ 31: ภาพถ่ายตัดขวาง SEM ผิวหน้างานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความ หนาหมึกพิมพ์ขณะเปียก 12 ไมโครเมตร (ก) ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	56
ภาพที่ 32: ภาพถ่ายตัดขวาง SEM ผิวหน้างานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความ หนาหมึกพิมพ์ขณะเปียก 24 ไมโครเมตร (ก) ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ	56
ภาพที่ 33: ความมันวาวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของ น้ำหนักระดาษ พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร	57
ภาพที่ 34: ความสัมพันธ์ระหว่างความมันวาวและความเรียบของงานพิมพ์บนกระดาษ จากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักระดาษ ที่ความหนา ขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร	59

- ภาพที่ 35: ค่าความต้านทานการถอนผิวบนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ก่อนและหลังพิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร 60
- ภาพที่ 36: ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เฉลี่ยของค่าระดับสีเทาของภาพสแกนบริเวณพื้นตาย ซึ่งพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอลละเอียด 150 lpi, 200 lpi, 250 lpi และ 350 lpi บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง 62
- ภาพที่ 37: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอล และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/30 lpi ข) 200 lpi/30 lpi ค) 250 lpi/30 lpi และ ง) 350 lpi/30 lpi 64
- ภาพที่ 38: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอล และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/50 lpi ข) 200 lpi/50 lpi ค) 250 lpi/50 lpi และ ง) 350 lpi/50 lpi 65
- ภาพที่ 39: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอล และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/65 lpi ข) 200 lpi/65 lpi ค) 250 lpi/65 lpi และ ง) 350 lpi/65 lpi 66
- ภาพที่ 40: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอล และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/85 lpi ข) 200 lpi/85 lpi ค) 250 lpi/85 lpi และ ง) 350 lpi/85 lpi 67
- ภาพที่ 41: เปรอ์เซนต์ความแปรปรวนต่างของงานพิมพ์ เมื่อพิมพ์โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอล (Ink anilox resolution) 150, 200, 250 และ 350 lpi บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันซึ่งใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ที่ความละเอียดการพิมพ์ (Printing resolution) เป็น ก) 30 lpi, ข) 50 lpi, ค) 65 lpi และ ง) 85 lpi 68

	หน้า
ภาพที่ 42: เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/30 lpi, ข) 200 lpi/30 lpi, ค) 250 lpi/30 lpi และ ง) 350 lpi/30 lpi	69
ภาพที่ 43: เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/50 lpi, ข) 200 lpi/50 lpi, ค) 250 lpi/50 lpi และ ง) 350 lpi/50 lpi	70
ภาพที่ 44: เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/65 lpi, ข) 200 lpi/65 lpi, ค) 250 lpi/65 lpi และ ง) 350 lpi/65 lpi	71
ภาพที่ 45: เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น ก) 150 lpi/85 lpi, ข) 200 lpi/85 lpi, ค) 250 lpi/85 lpi และ ง) 350 lpi/85 lpi	72
ภาพที่ 46: ภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีม่วงภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร โดย (ก) กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ (ข) กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ	73
ภาพที่ 47: ภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีม่วงภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร หลังจากผ่านการฝังดินเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดย (ก) กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ (ข) กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ	73

ภาพที่ 48: ภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีม่วงภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์ม น้ำมัน พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร หลังจากผ่านการฝังดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน โดย (ก) กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ (ข) กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมกระดาษเจริญเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากการทำนายของ FAO (Food and Agriculture Organization) ที่ว่าปริมาณการบริโภคกระดาษทั่วโลกจะเพิ่มจาก 210 ล้านตัน ในปี 1988 เป็น 350 ล้านตัน ในปี 2010 (1) ในส่วนของประเทศไทยด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ป่า ตลอดจนแรงผลักดันจากภาครัฐและเอกชนในการอนุรักษ์ผืนป่า รวมถึงการที่ต้องส่งนำเข้าเยื่อกระดาษจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเยื่อจากไม้เนื้ออ่อน (Softwood pulp) ซึ่งเป็นเยื่อใยยาว สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นปัจจัยสำคัญทำให้การหาแหล่งเยื่อใหม่กลายเป็นสิ่งจำเป็น ในขณะเดียวกันจากการที่ราคาน้ำมันโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ภาครัฐหันมาให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทนอย่างไบโอดีเซลมากขึ้น ดังเห็นได้จากการที่ภาครัฐกำหนดนโยบายให้นำไบโอดีเซลมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลให้ได้ร้อยละ 3 ภายในปี พ.ศ. 2554 และเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว จึงส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกน้ำมันปาล์มเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกประมาณ 5 เท่า คือจากเนื้อที่ประมาณ 2.2 ล้านไร่ในปีพ.ศ. 2547 เพิ่มเป็น 10 ล้านไร่ในปีพ.ศ. 2572 (2) อย่างไรก็ตาม น้ำมันที่ได้จากทะลายปาล์มคิดเป็นเพียงร้อยละ 22 ของน้ำหนักของทะลายปาล์ม (3) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 87 ของทะลายเปล่า รวมถึงส่วนอื่นๆ ของต้นปาล์มน้ำมัน เป็นของเหลือทิ้งชีวมวล ซึ่งของเหลือทิ้งดังกล่าวยังไม่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่มากนัก เพราะเพียงส่วนหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ผลิตเป็นเชื้อเพลิง รวมถึงใช้เพาะเห็ดและทำปุ๋ย เป็นต้น ดังนั้นหากในอนาคตมีการเพิ่มปริมาณการผลิตน้ำมันปาล์มเป็น 5 เท่า ควรจะมีการจัดการกับของเหลือทิ้งชีวมวลดังกล่าวให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้น โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมัน อาทิเช่น ใบ แกนใบ โคนกาบใบ รวมถึงทะลายปาล์ม เป็นต้น มาก่อให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น เนื่องจากส่วนต่างๆ เหล่านี้ยังมีเส้นใยอยู่ ซึ่งเส้นใยดังกล่าวน่าจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าได้ โดยทดลองนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบทดแทนในกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ ซึ่งรวมถึงการแปรรูปเป็นบรรจุภัณฑ์กระดาษ เพื่อใช้ในแวดวงการพิมพ์และการบรรจุภัณฑ์ต่อไป

เป็นที่ทราบกันดีว่าหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีนั้นเหมาะสำหรับการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ อย่างไรก็ตามหมึกพิมพ์ส่วนใหญ่ซึ่งมาจากสารสังเคราะห์ยังมีปัญหาเรื่องการย่อยสลาย ส่งผลให้เกิดปัญหาเรื่องขยะและสิ่งแวดล้อมตามมา ดังนั้นการเลือกใช้องค์ประกอบของหมึกพิมพ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ จึงเป็นเรื่องที่ไม่อาจมองข้ามได้ โครงการวิจัยนี้จึงมีขอบข่ายการศึกษาครอบคลุมถึงการผลิตหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยในการผลิตหมึกพิมพ์นี้จะเลือกใช้สารพอลิแลกโทดเรซินซึ่งผลิตได้จากธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในหมึกพิมพ์ โดยพอลิแลกโทด

นั้นเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากมอนอเมอร์ของกรดแลคติก (Lactic acid) ซึ่งได้จากกระบวนการหมักน้ำตาลจากเปลือกมะเขือเทศ และข้าวโพด เป็นต้น ทั้งนี้สารมอนอเมอร์เริ่มต้นเป็นสารที่มาจากธรรมชาติ จึงส่งผลให้พอลิแล็กโทด์เรซินสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการย่อยสลายที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าเรซินสังเคราะห์ในหมึกพิมพ์ประเภทอื่นๆ (4) เมื่อผลิตหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีได้แล้วงานวิจัยขั้นต่อไปคือ นำหมึกพิมพ์ที่ผลิตได้มาทดสอบพิมพ์ลงบนกระดาษที่ผลิตได้จากเยื่อปาล์มน้ำมัน ก่อนที่จะนำสิ่งพิมพ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์และทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์ต่อไป

ฉะนั้นโครงการวิจัยนี้นอกจากจะมุ่งไปที่การนำสิ่งเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ การเพิ่มรายได้ รวมถึงการสร้างงานให้กับเกษตรกรและประชาชนแล้ว ยังเป็นการช่วยพัฒนาท้องถิ่น ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เพราะช่วยลดปริมาณกากเหลือที่ต้องกำจัด รวมถึงช่วยประหยัดเงินตราของประเทศเพราะสามารถลดต้นทุนการนำเข้าเยื่อกระดาษ และเป็นการสร้างแหล่งวัตถุดิบใหม่สำหรับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้เพื่อเพิ่มฐานะทางวิชาการให้แก่องค์กรต่างๆ ในประเทศเพื่อการแข่งขันในระดับนานาชาติที่สูงขึ้นด้วย

โครงการวิจัยบรรจุกฎบัตรกระดาษจากปาล์มน้ำมันนี้ เป็นโครงการวิจัยที่วางแผนระยะเวลาทั้งหมดไว้ 2 ปี สำหรับการดำเนินงานโครงการวิจัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 นี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับการผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับการเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กโทด์ ส่วนที่ 3 เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์หลังจากที่ได้นำกระดาษที่ผลิตได้จากปาล์มน้ำมัน มาทดลองพิมพ์ด้วยหมึกหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กโทด์ที่ผลิตได้ และส่วนที่ 4 คือการทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการที่จะนำส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมันมาผลิตเป็นกระดาษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการบรรจุกฎบัตร
2. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิตหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากพอลิแล็กโทด์เรซิน
3. เพื่อทดสอบสมบัติของหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ผลิตได้ รวมถึงทดสอบคุณภาพงานพิมพ์ของหมึกพิมพ์นั้นบนกระดาษที่ผลิตได้จากปาล์มน้ำมัน
4. เพื่อทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ผลิตได้บนกระดาษที่ผลิตได้จากปาล์มน้ำมัน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. นำส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมันมาผลิตเป็นเยื่อและกระดาษ โดยใช้กระบวนการผลิตเยื่อโซดา (Soda pulping) และการฟอกเยื่อโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide, H_2O_2)
2. ศึกษาสมบัติพื้นฐานของเส้นใย เยื่อและแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ) ที่ผลิตได้จากส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมัน เพื่อดูว่าส่วนไหนของต้นปาล์มที่จะให้สมบัติของกระดาษที่ดีและเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นกระดาษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระดาษเพื่อการบรรจุภัณฑ์
3. ผลิตหมึกพิมพ์ชีวภาพจากพอลิแลคไทด์เรซิน (Polylactide resin) สำหรับพิมพ์บนกระดาษที่ผลิตได้จากปาล์มน้ำมัน
4. ทดสอบคุณภาพของงานพิมพ์ที่ได้ รวมถึงทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุป

ขั้นที่ 1: เตรียมวัตถุดิบจากปาล์มน้ำมัน

นำส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมัน อาทิเช่น โคนกาบใบ แกนใบ และใบ เป็นต้น มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนที่จะนำไปตากแห้ง

ขั้นที่ 2: ผลิตเยื่อกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

นำชิ้นไม้ปาล์มน้ำมันที่เตรียมไว้จากขั้นที่ 1 มาผลิตเป็นเยื่อ โดยต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) เมื่อต้มเยื่อเสร็จแล้วนำเยื่อมาทำความสะอาด คำนวณหาค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ทดสอบสภาพระบายได้ของเยื่อ (Freeness) และปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อ (Kappa number) เป็นต้น จากนั้นแบ่งเยื่อไว้ส่วนหนึ่งเพื่อทำแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ)

ขั้นที่ 3: ฟอกเยื่อกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

นำเยื่อที่เหลือจากขั้นตอนการผลิตเยื่อมาทำการฟอกเยื่อโดยใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide, H_2O_2) เมื่อฟอกเยื่อเสร็จแล้ว นำเยื่อมาทำการทดสอบสมบัติต่างๆ เช่น สภาพระบายได้และปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อ เป็นต้น

ขั้นที่ 4: ทำแผ่นกระดาษทดสอบจากเยื่อปาล์มน้ำมัน

นำเยื่อที่ผ่านการฟอกแล้วมาทำแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ) จากนั้นทดสอบสมบัติทางกายภาพและเชิงแสง (Physical and optical properties) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตได้ อาทิเช่น ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ความต้านทานแรงฉีก (Tear resistance) ความขาวสว่าง (Brightness) และความ

ทึบแสง (Opacity) เป็นต้น เพื่อดูว่าส่วนไหนของต้นปาล์มน้ำมันจะให้เยื่อกระดาษที่เหมาะสมในการที่จะนำไปผลิตเป็นกระดาษมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5: การเตรียมหมึกพิมพ์จากพอลิแล็กโทดเรซิน

เตรียมหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำ โดยในส่วนของสารยึดพอลิแล็กโทดิมัลชันได้ปรับเปลี่ยนปริมาณของสารพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol, PEG) ที่ใช้ต่างๆ กัน จากนั้นทดสอบสมบัติของหมึกพิมพ์ เพื่อหาสูตรหมึกพิมพ์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6: การพิมพ์และการวิเคราะห์คุณภาพของงานพิมพ์ที่ได้

นำหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ผลิตได้มาทดสอบพิมพ์ลงบนแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตได้โดยใช้เครื่องทดสอบพิมพ์ในระดับห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องเคลือบผิวอัตโนมัติ และเครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ จากนั้นนำกระดาษที่ผ่านการพิมพ์แล้วมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ทางกรพิมพ์ อาทิเช่น ความมันวาว ความต้านทานการถอนผิว ความเรียบของสิ่งพิมพ์ ความดำพื้นตาย ความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย ความดำฮาล์ฟโทน ค่าเม็ดสกรีนบวม และความเบี่ยงต่าง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7: ทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

นำกระดาษที่ผ่านการพิมพ์ส่วนหนึ่งไปฝังดิน และขุดตัวอย่างสิ่งพิมพ์นั้นขึ้นมาวิเคราะห์ทุกเดือนจนกระทั่งครบ 9 เดือนเป็นอย่างน้อย หรือจนกว่าหมึกพิมพ์จะย่อยสลายหมดไป (โดยไม่มีการใช้ตัวอย่างซ้ำ) เพื่อดูว่าหมึกพิมพ์นั้นมีการย่อยสลายไปมากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ตามในรายงานโครงการวิจัยฉบับนี้จะนำเสนอผลการทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์ในช่วง 2 เดือนแรกเท่านั้น ในส่วนของเดือนต่อไปจะอยู่ในรายงานโครงการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552

สมมุติฐานและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่มีประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเมล็ดของผลปาล์มมาสกัดนำน้ำมันออกมาใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามเศษวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตทั้งในรูปของทะลายเปล่า เส้นใย กะลา เป็นต้น รวมถึงส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมัน ยังคงมีเส้นใยอยู่ ซึ่งเส้นใยดังกล่าวนี้จะสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์และเพิ่มมูลค่า โดยนำมาใช้ผลิตเป็นเยื่อกระดาษได้ และเนื่องจากพอลิแล็กโทดเป็นเรซินชีวภาพ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดขยะที่ย่อยสลายได้ยาก นอกจากนั้นเรซินนี้สามารถทำให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มขึ้นมาได้ ดังนั้นพอลิแล็กโทดเรซินนี้จึงน่าจะถูกนำมาใช้พัฒนาเป็นหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

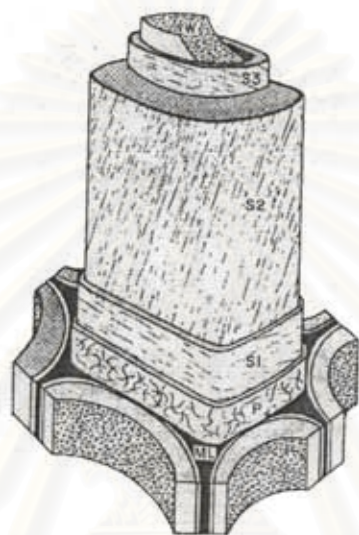
1. ได้วิธีที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อกระดาษจากปาล์มน้ำมันด้วยกระบวนการผลิตเยื่อแบบโซดา ซึ่งเป็นการต้มเยื่อโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารต้มเยื่อเพียงอย่างเดียว
2. ได้แหล่งของเส้นใยใหม่ที่อาจจะนำมาพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ รวมถึงบรรจุภัณฑ์จากกระดาษได้
3. ได้หมึกพิมพ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ผลิตจากพอลิแลกไทด์เรซิน เนื่องจากย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ
4. เป็นการเพิ่มประโยชน์และมูลค่าให้แก่สิ่งเหลือใช้ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะแล้วนั้น ยังเป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้กับประชาชน รวมถึงพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น
5. ได้องค์ความรู้ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งอาจนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทฤษฎี

โครงสร้างของเส้นใย (Fiber structure)



ภาพที่ 1: โครงสร้างของเส้นใย (5)

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของเส้นใย ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญต่างๆ ดังนี้คือ

1. มิดเดิล ลามেলাล่า (Middle Lamella, ML)
เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างเส้นใย ซึ่งบริเวณนี้มีลิกนินอยู่ปริมาณมาก โดยลิกนินทำหน้าที่เหมือนกาวเพื่อเชื่อมเส้นใยเข้าไว้ด้วยกัน
2. ผนังเซลล์ชั้นที่ 1 (Primary wall, P)
เป็นชั้นที่มีผนังบาง การเรียงตัวของเส้นใยขนาดย่อยภายในชั้นนี้มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน
3. ผนังเซลล์ชั้นที่ 2 (Secondary wall, S)
เป็นชั้นที่หนาที่สุดและประกอบไปด้วยการเรียงตัวของเส้นใยขนาดย่อยอีก 3 ชั้น คือ S_1 , S_2 และ S_3 โดยชั้น S_2 เป็นชั้นที่หนาที่สุด ชั้น S_1 , S_2 และ S_3 นอกจากแตกต่างกันในเรื่องของความหนาแล้ว ยังมีความแตกต่างกันในเรื่องของการเรียงตัวของเส้นใยขนาดย่อย โดย S_2 มีการเรียงตัวในแนวเดียว ส่วน S_1 และ S_3 จะมีการเรียงตัวเป็นรูปแบบซิกแซก คล้ายตัวอักษร S หรือ Z

4. ลูเมน (Lumen)

เป็นบริเวณช่องว่างตรงกลางของเส้นใย

เคมีของเส้นใย (Fiber chemistry)

เส้นใยประกอบไปด้วย

1. เซลลูโลส (Cellulose) ประมาณ 45%
2. เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ประมาณ 25-35%
3. ลิกนิน (Lignin) ประมาณ 21-25 %
4. สารแทรก (Extractive) ประมาณ 2-8 %

เซลลูโลส

เป็นคาร์โบไฮเดรตมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) มาต่อกันเป็นพอลิเมอร์ โดยมีทั้งส่วนที่เรียงตัวเป็นโครงสร้างผลึกอย่างเป็นระเบียบ (Crystalline) และเรียงตัวเป็นโครงสร้างอสัณฐานอย่างไม่เป็นระเบียบ (Amorphous) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: โครงสร้างส่วนที่เป็นระเบียบและไม่เป็นระเบียบของเส้นใย (6)

เฮมิเซลลูโลส

เป็นคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับเซลลูโลส แต่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าและสลายตัวได้ง่ายกว่าเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสยังแตกต่างจากเซลลูโลสตรงที่ว่า โครงสร้างของเฮมิเซลลูโลสเกิดจากการเกาะกลุ่มกันด้วยพันธะไฮโดรเจนของน้ำตาลถึง 5 ชนิด ได้แก่ ไซโลส (Xylose) อะราบิโนส (Arabinose) แมนโนส (Mannose) กาแลกโตส (Galactose) และ กลูโคส (Glucose) โดยน้ำตาลไซโลสและอะราบิโนสเป็นน้ำตาลคาร์บอน 5 อะตอม ส่วนน้ำตาลแมนโนส กาแลกโตส และกลูโคสนั้น เป็นน้ำตาลคาร์บอน 6 อะตอม เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสสามารถถูกเรียกรวมกันว่า โฮโลเซลลูโลส (Holocellulose)

ลิกนิน

มีโครงสร้างที่ซับซ้อนและประกอบด้วยฟีนิลโพรเพน (Phenyl propane) หลายหน่วยมาเชื่อมต่อกัน ลิกนินมีมากตรงบริเวณระหว่างเส้นใยหรือ Middle lamella (ML) โดยลิกนินทำหน้าที่เหมือนกาวเพื่อเชื่อมเส้นใยไว้ด้วยกัน ดังนั้นในกระบวนการผลิตเยื่อจึงต้องมีการกำจัดลิกนินออกหรือทำให้ลิกนินอ่อนตัวลง เพื่อให้สามารถแยกกลุ่มของเส้นใยแยกออกมาเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ ลิกนินมีองค์ประกอบทางเคมีที่เรียกว่าโครโมฟอร์ (Chromophore) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับแสงและความชื้นส่งผลให้กระดาษมีสีเหลือง

สารแทรก

สารเหล่านี้ส่วนใหญ่สามารถละลายได้ในน้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีสภาพเป็นกลาง ตัวอย่างของสารแทรก ได้แก่ กรดเรซิน (Resin acid) กรดไขมัน (Fatty acid) และแอลกอฮอล์ (Alcohol) เป็นต้น

ชนิดของเส้นใย (Fiber type)

ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของต้นไม้ แต่โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เส้นใยจากไม้เนื้อแข็ง (Hardwood fiber)

เส้นใยมีขนาดสั้น พบมากในประเทศไทย โดยมาจากพืชตระกูลไม้ผลัดใบซึ่งมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) เป็นต้น

2. เส้นใยจากไม้เนื้ออ่อน (Softwood fiber)

เส้นใยมีขนาดยาว ส่วนมากมาจากพืชตระกูลสน ซึ่งเจริญเติบโตได้ช้าและพบในประเทศไทยน้อย

นอกจากนี้ยังมีเส้นใยอีกประเภทหนึ่งที่ได้มาจากพืชที่ไม่ใช่ไม้ยืนต้น (Nonwood fiber) เช่น ฝ้าย หวาย ฟางข้าว ป่าน ปอ หนุ่ย กอ ต้นอ้อ ต้นข้าว ต้นไผ่ ชานอ้อย และหญ้าแฝก เป็นต้น ซึ่งเส้นใยประเภทนี้เป็นเส้นใยที่ค่อนข้างยาวเหมาะสำหรับนำมาผลิตเป็นกระดาษคราฟต์หรือกระดาษกล่อง

การผลิตเยื่อกระดาษ (Pulping)

การผลิตเยื่อกระดาษ หมายถึง การผลิตเส้นใยเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ เป็นกระบวนการที่พยายามแยกเส้นใยออกเป็นเส้นเดี่ยวๆ โดยอาจมีการกำจัดลิกนินออก หรืออาจไม่ได้กำจัดออกหากแต่ทำให้ลิกนินอ่อนตัวลงแทน ทั้งนี้เพื่อให้เส้นใยเป็นอิสระต่อกัน สามารถสร้างพันธะระหว่างกัน ในขณะที่ฟอร์มเป็นแผ่นกระดาษได้ การผลิตเยื่อกระดาษแบ่งออกได้เป็น 2 กระบวนการหลัก คือ

1. การผลิตเยื่อไม้บดหรือเยื่อเชิงกล (Mechanical pulping)
2. การผลิตเยื่อเคมี (Chemical pulping)

การผลิตเยื่อไม้บดหรือเยื่อเชิงกล (Mechanical pulping)

เป็นกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษที่อาศัยพลังงานเชิงกลในการทำให้เส้นใยแยกตัวออกมาเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ ในการผลิตเยื่อเชิงกลนั้นอาจมีการให้ความร้อนโดยการให้น้ำในสภาวะความดันสูงแก่ชิ้นไม้ก่อน เพื่อให้ลิกนินอ่อนตัวลงและเส้นใยสามารถแยกตัวออกจากกันได้ง่ายมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วเยื่อเชิงกลนิยมผลิตมาจากไม้เนื้ออ่อน โดยเยื่อที่ผลิตได้นั้นมีค่าความทึบแสง (Opacity) ค่าความเรียบ (Smoothness) และค่าผลผลิตที่ได้ (Yield) สูง (ประมาณ 90-95 %)

การผลิตเยื่อเคมี (Chemical pulping)

เป็นกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษที่ใช้ทั้งพลังงานความร้อนและสารเคมีในการกำจัดลิกนิน โดยละลายลิกนินออกมา ส่งผลให้เส้นใยแยกตัวออกจากกันเป็นอิสระได้ง่าย เยื่อที่ผลิตโดยวิธีนี้มีค่าความขาวสว่างและความแข็งแรงสูงกว่าเยื่อเชิงกล อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตที่ได้มีค่าต่ำกว่าเยื่อเชิงกล (ประมาณ 40-50%) ในการผลิตเยื่อเคมีนั้น โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การผลิตเยื่อแบบซัลไฟต์ (Sulfite pulping) และการผลิตเยื่อแบบซัลเฟตหรือคราฟต์ (Sulfate or kraft pulping)

การผลิตเยื่อแบบซัลไฟต์เป็นกระบวนการที่เป็นกรด โดยสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับลิกนินคือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งมาจากกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และสารประกอบไบซัลไฟต์ (MHSO_3) เมื่อ M คือ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) หรือ โซเดียม (Na) ส่วนการผลิตเยื่อแบบซัลเฟตนั้นเป็นกระบวนการที่เป็นเบส ซึ่งดัดแปลงมาจากการผลิตเยื่อแบบโซดา (Soda process) ซึ่งมีการใช้แคโรเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพียงอย่างเดียว โดยสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับลิกนินในการผลิตเยื่อแบบซัลเฟตคือ โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) และโซเดียมไฮดรอกไซด์

ปฏิกิริยาของลิกนินและคาร์โบไฮเดรตในการผลิตเยื่อแบบโซดา (Lignin and carbohydrate reaction in soda pulping)

การผลิตเยื่อแบบโซดาสามารถเอาลิกนินออกโดยการทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้สายโซ่ของโมเลกุลของลิกนินมีขนาดสั้นลงและเกิดหมู่ที่ละลายน้ำได้ คือ ฟีนอลเลตไอออน (Phenolate ion) และ คาร์บอกซิเลตไอออน (Carboxylate ion) ส่งผลให้เส้นใยสามารถแยกออกมาเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ เพื่อสามารถสร้างพันธะระหว่างกันได้ หลังจากเมื่อมีการฟอร์มเป็นแผ่นกระดาษ ในขณะที่คาร์โบไฮเดรต

อันได้แก่ เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส เมื่ออยู่ได้สภาวะที่เป็นเบสสูง จะถูกทำลายโดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า ปฏิกิริยาฟิลลิ่ง (Peeling reaction) ซึ่งปฏิกิริยานี้ไปทำให้ Glycosidic bond เกิดการแตกออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงบริเวณหมู่ปลาย (End group) ของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส (5, 6) ส่งผลให้ค่าปริมาณ ผลผลิตที่ได้และสภาพความแข็งแรงของเยื่อลดลง

การฟอกเยื่อโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide bleaching)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในภาวะที่เป็นเบส จะเกิดการแตกตัวเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลไอออน (HOO^-) ซึ่งสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับกลุ่มโครโมฟอร์ (Chromophoric groups) ของลิกนิน โครงสร้าง ลิกนินจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือถูกย่อยสลายลง ส่งผลให้ความขาวสว่างของเยื่อเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อาจสลายตัวได้ หากในระบบนั้นมีอุณหภูมิที่สูงเกิน $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือมีค่าความเป็นเบส สูงเกินไป (pH มากกว่า 11.5) หรือมีโลหะหนัก เช่น ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) เป็นต้น การสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก่อให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซี (Hydroxy radical, OH^{\bullet}) ซึ่ง Hydroxy radical นี้ จะไม่เลือกทำลายเฉพาะลิกนินเพียงอย่างเดียว แต่จะไปทำลายคาร์โบไฮเดรตในส่วนของ เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสด้วย (7) ส่งผลให้ความแข็งแรงของเยื่อลดลงได้ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมค่า ความเป็นกรดเบสโดยการใส่สารแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) รวมถึงต้องมีการจัดการกับพวกโลหะหนัก โดยใส่สารพวก EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) หรือโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ลงในระบบ การฟอกเยื่อด้วย

ปาล์มน้ำมัน (Oil palm)

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.
ชื่อวงศ์	Palmae
ชื่ออังกฤษ	Oil palm, African oil palm, Macaw fat
ชื่อท้องถิ่น	มะพร้าวลิง มะพร้าวหัวลิง หมากมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา ซึ่งให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืช น้ำมันทุกชนิด กล่าวคือให้ผลผลิตน้ำมัน 640-800 กิโลกรัมน้ำมันต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่ (8) ประเทศที่ผลิตและ ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดในโลก คือ ประเทศมาเลเซีย ในขณะที่ประเทศไทยมีอันดับการผลิตอยู่

อันดับที่สี่ของโลก โดยปลูกมากในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศ ในกระบวนการสกัดน้ำมันจากปาล์ม น้ำมันนั้น จะมีเศษวัสดุเหลือจากกระบวนการผลิตทั้งในรูปของทะลายเปล่า เส้นใย กะลา เป็นต้น ซึ่งเศษวัสดุส่วนหนึ่งสามารถถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม (9) นอกจากนี้ ในส่วนของทะลายปาล์มนั้น สามารถใช้คลุมดินเพื่อรักษาความชื้น เพิ่มเนื้อดินในสวนปาล์มและนำมาใช้เพาะเห็ดได้

Law และคณะ (10) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยจากส่วนของทะลายปาล์ม ในขณะที่ Wanrosli และคณะ (11) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยจากส่วนของใบปาล์ม โดยศึกษาเปรียบเทียบกับเส้นใยที่ได้จากต้นแอสเพน (Aspen) เมื่อนำข้อมูลของงานวิจัยทั้งสองมารวบรวมดังปรากฏในตารางที่ 1 พบว่า ความยาวของเส้นใย (Fiber length) จากส่วนใบปาล์มมีค่าสูงกว่าจากส่วนทะลายปาล์ม โดยความยาวของเส้นใยจากส่วนทะลายปาล์มมีค่าใกล้เคียงกับเส้นใยจากต้นแอสเพน เส้นใยจากปาล์มโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากส่วนของใบมีค่าความหนาของผนังเซลล์ (Cell wall thickness) มากกว่าผนังเซลล์ของเส้นใยจากต้นแอสเพนมาก เส้นใยจากส่วนทะลายปาล์มยังมีความหยาบของเส้นใย (Fiber coarseness) สูงกว่าเส้นใยจากต้นแอสเพน ในขณะที่เส้นใยจากส่วนใบปาล์มมีความหยาบของเส้นใยใกล้เคียงกับเส้นใยจากต้นแอสเพน

ตารางที่ 1: สมบัติของเส้นใยจากทะลายและใบปาล์มเปรียบเทียบกับเส้นใยจากต้นแอสเพน

สมบัติของเส้นใย	ชนิดของพืช		
	ทะลายปาล์ม	ใบปาล์ม	ต้นแอสเพน
ความยาวของเส้นใย (มิลลิเมตร)	0.99	1.13	0.96
เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย (ไมโครเมตร)	19.1	19.6	20.8
ความหนาของผนังเซลล์ (ไมโครเมตร)	3.38	3.97	1.93
ความหยาบของเส้นใย (มิลลิกรัม/เมตร)	1.370	0.098	1.010

Khalil และคณะ (12) ศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากส่วนของใบปาล์ม จากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยไม้เนื้ออ่อน (Softwood fiber) และไม้เนื้อแข็ง (Hardwood fiber) (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าเส้นใยจากใบปาล์มมีปริมาณไฮโดรเซลลูโลสค่อนข้างสูง ในขณะที่ปริมาณแอลฟาเซลลูโลสมีค่าเกือบถึง 50% ซึ่งการที่เส้นใยมีค่าแอลฟาเซลลูโลสมากกว่า 34% แสดงว่าเส้นใยนั้นมีศักยภาพที่จะนำมาผลิตเป็นกระดาษได้ (12) ทั้งนี้เนื่องจากความแข็งแรงของกระดาษมีผลมาจากปริมาณของเซลลูโลสในเส้นใยเป็นสำคัญ

ตารางที่ 2: องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากใบปาล์ม เส้นใยจากไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อน (12)

องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย	ชนิดของเส้นใย		
	ใบปาล์ม	ไม้เนื้ออ่อน	ไม้เนื้อแข็ง
สารสกัด (Extractive) (%)	4.5	0.2-8.5	0.1-7.7
ไฮโลเซลลูโลส (Holo cellulose) (%)	83.5	60-80	71-89
แอลฟาเซลลูโลส (α -cellulose) (%)	49.8	30-60	31-64
ลิกนิน (Lignin) (%)	20.5	21-37	14-34
เถ้า (Ash) (%)	2.4	<1	<1

การผลิตเยื่อกระดาษจากปาล์มน้ำมัน (Pulping of oil palm)

Wanrosli และคณะ (11) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide composition) ของเส้นใยจากส่วนใบของปาล์ม พบว่าเส้นใยจากส่วนใบของปาล์มมีกลูโคส (Glucose) เป็นองค์ประกอบที่มากที่สุด รองลงมาคือ ไซโลส (Xylose) ดังปรากฏในตารางที่ 3 Wanrosli และคณะ ยังได้ทำการทดลองนำใบปาล์มมาต้มเยื่อโดยใช้กระบวนการต้มเยื่อแบบโซดา (Soda process) และใช้ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อต่างๆ กัน ตั้งแต่ 20%, 30%, 40% และ 50% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อ มีผลทำให้ค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อ (Kappa number) ลดลง ค่าความขาวสว่าง (Brightness) เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของลิกนินที่ถูกกำจัดออกไปเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อที่สูง ส่งผลให้ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ลดน้อยลงและค่าความแข็งแรงของเส้นใยลดน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า Peeling reaction ซึ่งเป็นการทำลายส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตของเส้นใย โดยปฏิกิริยานี้จะไปทำให้ Glucosidic bond เกิดการแตกออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงบริเวณ End groups ของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ส่งผลให้ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้และสภาพความแข็งแรงของเยื่อที่ได้ลดลง ในการศึกษาครั้งนี้ทางคณะวิจัยยังได้นำเยื่อที่ผลิตได้จากใบปาล์ม โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อเท่ากับ 30% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง มาทดลองผสมกับเยื่อใยยาวซึ่งผลิตมาจากไม้เนื้ออ่อน (Softwood pulp) และผลิตโดยกระบวนการผลิตเยื่อเชิงกลแบบใช้ความร้อน (Thermalmechanical pulping, TMP) จากนั้นนำเยื่อผสมมาผลิตเป็นแผ่นกระดาษ ซึ่งพบว่าเยื่อที่ผลิตได้จากใบปาล์มมีสมบัติด้านความแข็งแรงใกล้เคียงกับเยื่อใยสั้น ซึ่งผลิตมาจากไม้เนื้อแข็ง (Hardwood pulp) ทางคณะวิจัยยังได้แนะนำว่าในการผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์นั้น สามารถนำเยื่อที่ผลิตได้จากใบ

ปาล์มมาใช้เสริมเยื่อทางการค้าที่ผลิตโดยกระบวนการผลิตเยื่อเชิงกลได้ (Mechanical pulp) โดยเยื่อจากใบปาล์มจะไปช่วยเสริมให้สมบัติทางด้านความแข็งแรงและสมบัติเชิงแสงดีขึ้น

ตารางที่ 3: องค์ประกอบทางพอลิแซ็กคาไรด์ของเส้นใยจากส่วนใบของปาล์ม (11)

องค์ประกอบ	ค่าร้อยละ (%)
อราบินโนส (Arabinose)	1.5
แมนโนส (Mannose)	2.2
กาแลคโตส (Galactose)	0.9
กลูโคส (Glucose)	66.6
ไซโลส (Xylose)	28.9

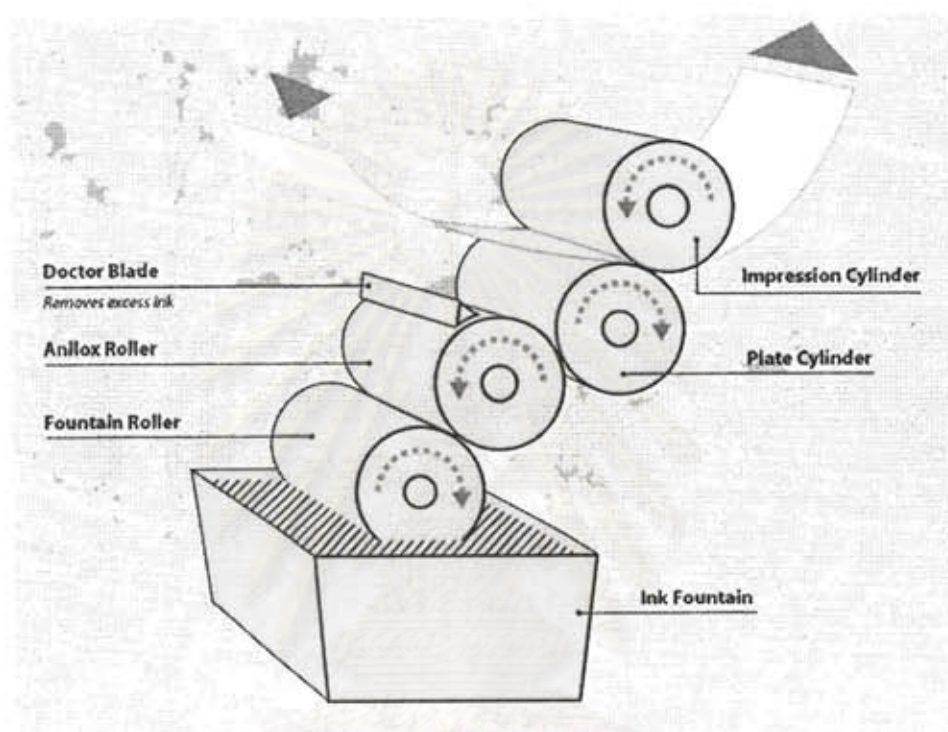
Wanrosli และคณะ (13) ได้นำเยื่อที่ผลิตได้จากทะเลลายปาล์มโดยใช้กระบวนการผลิตเยื่อแบบโซดามาผสมกับเยื่อรีไซเคิล (Recycled pulp) จากกระดาษกล่องลูกฟูก (Old corrugated container-OCC) จากผลการทดลองพบว่าเส้นใยของปาล์มสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับเยื่อกระดาษรีไซเคิลได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อนำเยื่อที่ผลิตจากทะเลลายปาล์มมาผ่านการตีเยื่อ (Beating) ก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นแผ่นกระดาษ ทั้งนี้เป็นเพราะเยื่อจากทะเลลายปาล์มเป็นเยื่อใหม่ (Virgin pulp) จึงมีสมบัติความแข็งแรงมากกว่าเยื่อรีไซเคิล ส่วนการตีเยื่อนั้นทำให้เส้นใยแตกตัวมีพื้นที่ผิวมากขึ้น การสร้างพันธะระหว่างเส้นใยดีขึ้น กระดาษที่ผลิตได้จึงแข็งแรงขึ้น

การพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี (Flexography)

การพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีเป็นระบบการพิมพ์ที่นิยมใช้ในการพิมพ์บรรจุภัณฑ์มากกว่าการพิมพ์ชนิดอื่น ระบบการพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีนี้ใช้หลักการแม่พิมพ์พื้นนูนที่มีความหยุ่นตัว เช่น ยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ และใช้หมึกเหลว โดยหมึกพิมพ์ถูกถ่ายโอนจากรางหมึกผ่านระบบควบคุมปริมาณหมึก (Metering system) ไปยังแม่พิมพ์และวัสดุพิมพ์ตามลำดับ ด้วยแรงกดพิมพ์ที่ไม่มากนัก (Kiss impression) ซึ่งความหลากหลายและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนี้ จะเห็นได้จากการออกแบบโครงสร้างเครื่องพิมพ์ ระบบการควบคุมปริมาณหมึก และขั้นตอนการทำแม่พิมพ์ เป็นต้น

เครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีมีความคล่องตัวในการใช้งานสูง สามารถใช้พิมพ์บนวัสดุได้หลายประเภท และสามารถพิมพ์หมึกพิมพ์ลงบนวัสดุใช้พิมพ์ที่มีความเรียบไม่มากนัก เช่น กระดาษลูกฟูก ได้ (14, 15) เครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีโดยทั่วไป (ภาพที่ 3) ประกอบด้วย

- รางหมึกและลูกกลิ้งรางหมึก (Ink fountain and fountain roller)
- ลูกกลิ้งแอนนิลอก (Anilox roller)
- โมแม่พิมพ์ (Plate cylinder)
- ลูกกลิ้งกดพิมพ์ (Impression cylinder)



ภาพที่ 3: องค์ประกอบของเครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟีทั่วไป (16)

หลักการทั่วไปของหน่วยพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 4 ลูก ได้แก่ ลูกกลิ้งรางหมึก ลูกกลิ้งแอนนิลอก โมแม่พิมพ์ และลูกกลิ้งกดพิมพ์ โดยลูกกลิ้งรางหมึกและลูกกลิ้งแอนนิลอกจะทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งลูกกลิ้งรางหมึกจะทำหน้าที่นำหมึกในรางส่งไปที่ลูกกลิ้งแอนนิลอก โดยลูกกลิ้งรางหมึกมีพื้นผิวเป็นยางหยุ่นตัว ในขณะที่ลูกกลิ้งแอนนิลอกเป็นโลหะเคลือบโครเมียมหรือเซรามิก และมีพื้นผิวเป็นบ่อหลุมเล็กๆ หรือที่เรียกว่าบ่อหมึก (ภาพที่ 4) สำหรับรับและจ่ายหมึกพิมพ์ โดยทั่วไปการควบคุมความหนาของชั้นหมึกพิมพ์สามารถควบคุมโดยการติดตั้งใบมีดปาดหมึก (Doctor blade) บนลูกกลิ้งแอนนิลอก สำหรับปาดหมึกส่วนเกินบนผิวออกไป หากบนลูกกลิ้งแอนนิลอกไม่มีใบมีดปาดหมึกติดตั้งอยู่ ลูกกลิ้งรางหมึกจะถูกปรับตั้งให้หมุนช้ากว่าลูกกลิ้งแอนนิลอกเพื่อให้เกิดการรีดเอาหมึกส่วนเกินออก จากนั้นหมึกพิมพ์ที่มีความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมจะถูกถ่ายโอนไปที่โมแม่พิมพ์และวัสดุพิมพ์ ตามลำดับต่อไป



ภาพที่ 4: ลูกกลิ้งแอนนิลอกและภาพขยายของพื้นผิวลูกกลิ้ง (17)

หลุมหรือบ่อหมึกบนผิวลูกกลิ้งแอนนิลอกจะถูกออกแบบให้มีขนาด หรือความละเอียดแตกต่างกัน ไป ตามความต้องการปริมาณหมึกของภาพพิมพ์ โดยปกติงานพิมพ์ลายเส้นพื้นทึบหรือพื้นตายที่ต้องการ ปริมาณหมึกมาก ช่างพิมพ์จะต้องใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีขนาดบ่อหมึกใหญ่สามารถจ่ายหมึกได้ปริมาณ มาก (ความละเอียดต่ำ) แต่หากเป็นงานพิมพ์ฮาล์ฟโทนละเอียดจะต้องเลือกใช้บ่อหมึกเล็กลงไปตามความ ละเอียดของงานพิมพ์ ความละเอียดของลูกกลิ้งแอนนิลอกหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า จำนวนเซลล์ (Cell count) มีหน่วยเป็นจำนวนเซลล์ต่อ 1 หน่วยความยาว เช่น เส้นต่อนิ้ว (Line per inch, lpi) ปริมาตรของบ่อ หมึกจะมีความสัมพันธ์แปรผกผันกับความละเอียดของงานพิมพ์ หากความละเอียดมากปริมาตรหมึกจะ น้อยลง ความหนาของชั้นหมึกพิมพ์บนผิววัสดุใช้พิมพ์ เช่น กระดาษ ก็จะมีน้อยลงไปด้วย

ค่าความละเอียดของลูกกลิ้งแอนนิลอกที่เลือกใช้จะต้องสัมพันธ์กับความละเอียดการพิมพ์ (จำนวนเส้นสกรีนที่ใช้พิมพ์) โดยปกติจะกำหนดอัตราส่วนความละเอียดของลูกกลิ้งแอนนิลอกต่อความ ละเอียดการพิมพ์ ที่ประมาณอย่างน้อย 4 ต่อ 1 แต่ถ้าเป็นงานพิมพ์คุณภาพสูงที่มีการผลิตช่วงน้ำหนักลี ละเอียดระหว่าง 1 - 98 % อาจจะต้องใช้อัตราส่วนสูงขึ้นไปเป็น 9 ต่อ 1

ปัจจุบันการพิมพ์เฟล็กโซกราฟีมีข้อเด่นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบพิมพ์อื่น ด้วยเหตุผลดังนี้ (15)

- หมึกพิมพ์มีทั้งชนิดฐานตัวทำละลายและฐานน้ำ
- หมึกพิมพ์ได้รับการพัฒนาให้สามารถพิมพ์บนวัสดุได้หลากหลายยิ่งขึ้น เช่น กระดาษ ลูกฟูก พลาสติกและฟอยล์ เป็นต้น
- ลูกกลิ้งแอนนิลอกมีความละเอียดมากถึง 1500 เส้นต่อนิ้ว ทำให้ได้งานพิมพ์ที่ละเอียด ถึง 300-400 เส้นต่อนิ้ว ด้วยเทคนิคการเจาะร่องลึกด้วยเลเซอร์

แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟี (Flexographic printing plate)

แม่พิมพ์เป็นอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญมากในระบบการพิมพ์เฟล็กโซกราฟี แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟี (ภาพที่ 5) เป็นแม่พิมพ์พื้นนูน ประกอบด้วย ฐานแม่พิมพ์ และส่วนบริเวณภาพที่เป็นพื้นนูนสูงและมีป่าเฉียงขึ้นมาจากฐาน มุมที่ฐานของส่วนนูนทำกับแนวระนาบควรจะกว้างพอที่จะรองรับแรงกดพิมพ์ได้โดยไม่ทำให้เกิดการล้ม และต้องไม่กว้างเกินไปจนทำให้รอยต่อกับเมดสรีนข้างเคียงตื้นเขิน



ภาพที่ 5: แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟี (18)

แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟีมีหลายแบบหลายลักษณะ แต่วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์จะเป็นยางสังเคราะห์ที่ไวต่อแสง (Photopolymer) เป็นหลัก มีทั้งแม่พิมพ์ชั้นเดียวและหลายชั้นที่มีชั้นพลาสติกและชั้นฐานด้วย ในการทำแม่พิมพ์ระบบดั้งเดิมจะมีขั้นตอนมากมาย ทั้งการอัดฟิล์มประกบกับแม่พิมพ์ การฉายแสงผ่านฟิล์มลงบนแม่พิมพ์เพื่อทำให้เกิดบริเวณภาพ การฉายแสงด้านหลังเพื่อให้เป็นฐานแม่พิมพ์ และการล้างเพื่อให้บริเวณเกิดเป็นพื้นนูนขึ้นมา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์-ทู-เพลต (Computer-to-plate, CTP) ทำให้สามารถลดขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยาก ควบคุมลำบาก และผิดพลาดได้ง่ายลง โดยการเชื่อมต่อข้อมูลต้นฉบับกับขั้นตอนการทำแม่พิมพ์เข้าด้วยกัน ซึ่งไม่ต้องมีการเตรียมฟิล์มและฉายแสงผ่านฟิล์มอีกต่อไป แม่พิมพ์จะถูกฉายแสงยูวี (Ultraviolet, UV) ซึ่งกำหนดโดยสัญญาณภาพดิจิทัลโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ แล้วผ่านการล้าง ทำแห้ง ฉายแสงเพิ่มความแข็งแรงของผิวหน้าแม่พิมพ์ และปรับผิว เสร็จสิ้นทุกกระบวนการภายในเครื่องคอมพิวเตอร์-ทู-เพลตนั่นเอง เทคโนโลยีนี้สามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะของแม่พิมพ์ให้ดีขึ้นกว่าวิธี

ตั้งเดิมที่ต้องฉายแสงผ่านฟิล์ม โดยทำให้สามารถผลิตแม่พิมพ์ที่มีความละเอียดสูงได้มากกว่า และผลิตน้ำหมึกสีได้ดีกว่าเดิม (15)

หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำ (Flexographic water based inks)

หมึกพิมพ์ระบบเฟล็กโซกราฟีมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ สารให้สี (Colorant) สารยึด (Binder) และตัวทำละลาย (Solvent) หมึกพิมพ์มีลักษณะเป็นหมึกเหลวและมีความหนืดต่ำ แห้งตัวด้วยการระเหย โดยที่การเลือกความหนืดของหมึกพิมพ์จะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น แรงกดพิมพ์ ความเร็ว วัสดุที่ใช้พิมพ์ ชนิดของระบบควบคุมปริมาณหมึก อุณหภูมิ ตัวทำละลายที่ใช้ และความหนาของชั้นหมึกที่ต้องการ

หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำนิยมใช้ในการพิมพ์กระดาษกล่อง เนื่องจากไม่ไวไฟและสามารถแห้งตัวได้เร็วกว่าวัสดุพิมพ์ที่ดูดซับได้ดี สารยึดที่ใช้ต้องสามารถกระจายในน้ำได้ดีในขณะที่เป็นหมึกพิมพ์ แต่เมื่อพิมพ์ลงในวัสดุพิมพ์และแห้งตัวแล้วต้องไม่ละลายน้ำ ซึ่งสารยึดที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ คาร์บอกซิลเลตอะคริลิก (Carboxylated acrylics) (19) หมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำมีข้อดีหลายประการ เนื่องจากหมึกพิมพ์มีอัตราการใช้ต่ำ ส่งผลให้มีเสถียรภาพที่ดีและความหนืดคงที่ นอกจากนี้ยังเป็นตัวทำละลายที่ไม่ทำปฏิกิริยากับแม่พิมพ์พอลิเมอร์ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ไม่ไวไฟ และไม่มีการปนเปื้อน

Rentzhog และคณะ (20) ศึกษาประสิทธิภาพของหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำ พิมพ์บนกระดาษกล่องที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบ 3 ชนิด ที่ผ่านการปรับผิวหน้าในระดับต่างๆ ได้แก่ พอลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (LDPE) พอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) และพอลิโพรพิลีนชนิดที่มีการจัดเรียงตัว (Oriented polypropylene, OPP) สูตรหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่มีการเติมอะคริลิกอิมัลชัน (Acrylic emulsion) 3 ชนิดที่มีสมบัติแตกต่างกัน ผลพบว่าคุณภาพงานพิมพ์ ความต้านทานรอยขีดและ การทนต่อการขัดถูขณะเปียก มีความสัมพันธ์กับชนิดอะคริลิกอิมัลชันที่ใช้ ชนิดของวัสดุพิมพ์ และระดับการปรับผิว มีการพบจุดกระดำกระด่างมากในพอลิโพรพิลีน ขณะที่กระดาษกล่องที่เคลือบผิวพอลิเอทิลีนและพอลิโพรพิลีนชนิดที่มีการจัดเรียงตัว พบว่าระดับการขัดถูขณะเปียกต่ำและไม่ทนต่อรอยขีด

Olsson และคณะ (21) ศึกษาถึงสมบัติการคงอยู่ของน้ำ (Water retention) ในหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีต่อความมันวาวหลังพิมพ์ โดยเตรียมหมึกพิมพ์ผสมสารสีสีดำและสีน้ำเงินกับสารยึดสองชนิดที่มีสมบัติแตกต่างกัน คือ Emulsion-polymer binder และ Solution-polymer binder จากนั้นตรวจสอบความหนืดและการคงอยู่ของน้ำในหมึกพิมพ์ ทำการพิมพ์บนฟิล์มพอลิเอสเตอร์ (Polyester) ที่เคลือบผิว ตรวจสอบความมันวาวและความเรียบของงานพิมพ์ ผลพบว่า หมึกพิมพ์ผสม Emulsion-polymer binder มีสมบัติการไหลแบบพฤติกรรมแรงเฉือนลดมากกว่าหมึกพิมพ์ผสม Solution-polymer binder การคงอยู่

ของน้ำในหมึกพิมพ์มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับความเรียบและความมันวาวของงานพิมพ์ กล่าวคือ เมื่อการคงอยู่ของน้ำในหมึกพิมพ์มีมากขึ้น ความเรียบและความมันวาวของงานพิมพ์ก็จะสูงตามไปด้วย

พอลิแล็กไทด์ (Polylactide)

เป็นที่ทราบกันดีว่าหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีนั้นเหมาะสำหรับการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม หมึกพิมพ์ส่วนใหญ่ที่มาจากสารสังเคราะห์ยังมีปัญหาเรื่องการย่อยสลาย ส่งผลให้เกิดปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบของหมึกพิมพ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ จึงเป็นเรื่องที่ไม่อาจจะละเลยได้อีกต่อไป

พอลิแล็กไทด์เป็นพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพกลุ่มพอลิเอสเทอร์ โดยใช้วัตถุดิบทางการเกษตรเป็นสารตั้งต้นในการผลิตผ่านกระบวนการหมักเพื่อให้ได้กรดแล็กติก แล้วจึงผ่านกระบวนการเปิดวงแหวนของแล็กไทด์มอนอเมอร์ (Monomer) และพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) แบบควบแน่น หรือการเปิดวง พอลิแล็กไทด์มีอุณหภูมิสภาพแก้ว (Glass transition temperature, T_g) 60 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิหลอมเหลว (Melting temperature, T_m) อยู่ในช่วง 150-170 องศาเซลเซียส พอลิแล็กไทด์มีลักษณะใส สามารถกักกลิ่น และรสชาติได้ดี มีความต้านทานต่อน้ำมันและไขมันสูง สามารถกันการแพร่ผ่านของแก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารเติมแต่งที่ใช้ พอลิแล็กไทด์สามารถนำไปใช้งานได้เช่นเดียวกับพอลิเมอไรท์พื้นฐานทั่วไปที่มีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติก พอลิแล็กไทด์มีความคงทนต่อการกระแทก (Impact strength) ต่ำ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) ที่ไม่มีการเติมพลาสติกไซเซอร์ (Plasticizer) มีความแข็ง ความคงทนต่อการกระแทก และความยืดหยุ่น ใกล้เคียงกับพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate, PET) นอกจากนี้พอลิแล็กไทด์ยังมีสมบัติใกล้เคียงกับพอลิสไตรีน (Polystyrene, PS) และสามารถนำไปปรับปรุงให้มีสมบัติใกล้เคียงกับพอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) หรือพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) ได้ ดังนั้นพอลิแล็กไทด์จึงสามารถนำไปปรับปรุงสมบัติพื้นฐานทั้งด้านการขึ้นรูป และการใช้งานได้เช่นเดียวกับพลาสติกโอเลฟินส์ (Olefins plastics) ที่ผลิตจากกระบวนการทางปิโตรเคมี (22, 23)

Oda และคณะ (24) ได้ใช้เอนไซม์โปรติเอส (Proteases) 56 ชนิด ซึ่งผลิตได้จากแบคทีเรียจำพวกบาซิลลัส โดยเอนไซม์นี้สามารถหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด มาทำการทดสอบปฏิกิริยาการย่อยสลายของพอลิแล็กไทด์ จากการทดลองพบว่า เอนไซม์โปรติเอสที่อยู่ในสภาวะกรดและกลางจะเกิดปฏิกิริยาได้น้อยหรือไม่เกิดปฏิกิริยาเลย ในขณะที่โปรติเอสที่อยู่ในสภาวะเป็นด่างจะมีจำนวนการย่อยสลายของพอลิแล็กไทด์เกิดเป็นกรดแล็กติกได้สูงกว่า

Thellen และคณะ (25) ศึกษาการเติมมอนต์โมริลโลไนต์ (Montmorillonite) ในพอลิแลกไทด์และทำการเป่าเป็นแผ่นฟิล์ม พบว่าการเติมที่ปริมาณ 5% ส่งผลให้มีแผ่นฟิล์มมีสมบัติการขวางกันออกซิเจนเพิ่มขึ้น 48% และการขวางกันการซึมผ่านของไอน้ำเพิ่มขึ้น 50% เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มพอลิแลกไทด์ที่ไม่มีการเติมมอนต์โมริลโลไนต์ ผลของสมบัติเชิงกลพบว่าการเติมมอนต์โมริลโลไนต์จะทำให้แผ่นฟิล์มมีค่า Young's modulus เพิ่มขึ้น 20% เมื่อเปรียบเทียบกับขณะที่ยังไม่ได้เติมสารเติมแต่ง และยังทำให้อัตราการย่อยสลายเร็วขึ้นเล็กน้อย

Ouchi และคณะ (26) ศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มพอลิแลกไทด์ผสม Polylactide-grafted dextran ที่สัดส่วน 4:1 พบว่าแผ่นฟิล์มผสมมีอุณหภูมิสภาพแก้วและความเป็นผลึกต่ำลง ในขณะที่ความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มพอลิแลกไทด์ที่ไม่มีการผสม

คุณภาพงานพิมพ์ (Print quality)

ในกระบวนการทางการพิมพ์ ก่อนทำการพิมพ์จากภาพต้นฉบับที่เป็นภาพต่อเนื่อง จะต้องมีการแปลงภาพให้เป็นภาพที่มีเพียง 2 ระดับสี คือ จุดดำ (เม็ดสกรีน) บนพื้นขาว ที่เรียกว่าฮาล์ฟโทน (Halftone) (ภาพที่ 6) แต่จะแปลงให้เม็ดสกรีนเหล่านั้นมีขนาดใหญ่น้อยไม่เท่ากัน (Amplitude Modulation screening) เพื่อลวงตาให้มองเห็นเป็นสีเทาหลายๆ ระดับได้ หรืออาจแปลงให้เม็ดสกรีนมีขนาดเท่ากันแต่ระยะห่างระหว่างจุดต่างกัน (Frequency Modulation screening) ความถี่ห่างของเม็ดสกรีนทำให้สามารถมองเห็นระดับสีเทาแตกต่างกันออกไปได้ ระดับสีเทาของภาพฮาล์ฟโทนจะเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เม็ดสกรีนบนพื้นที่ทั้งหมด (ภาพที่ 7) เช่น ฮาล์ฟโทน 20% หมายถึงมีพื้นที่เม็ดสกรีนรวม 20 หน่วย ในทั้งหมด 100 หน่วย

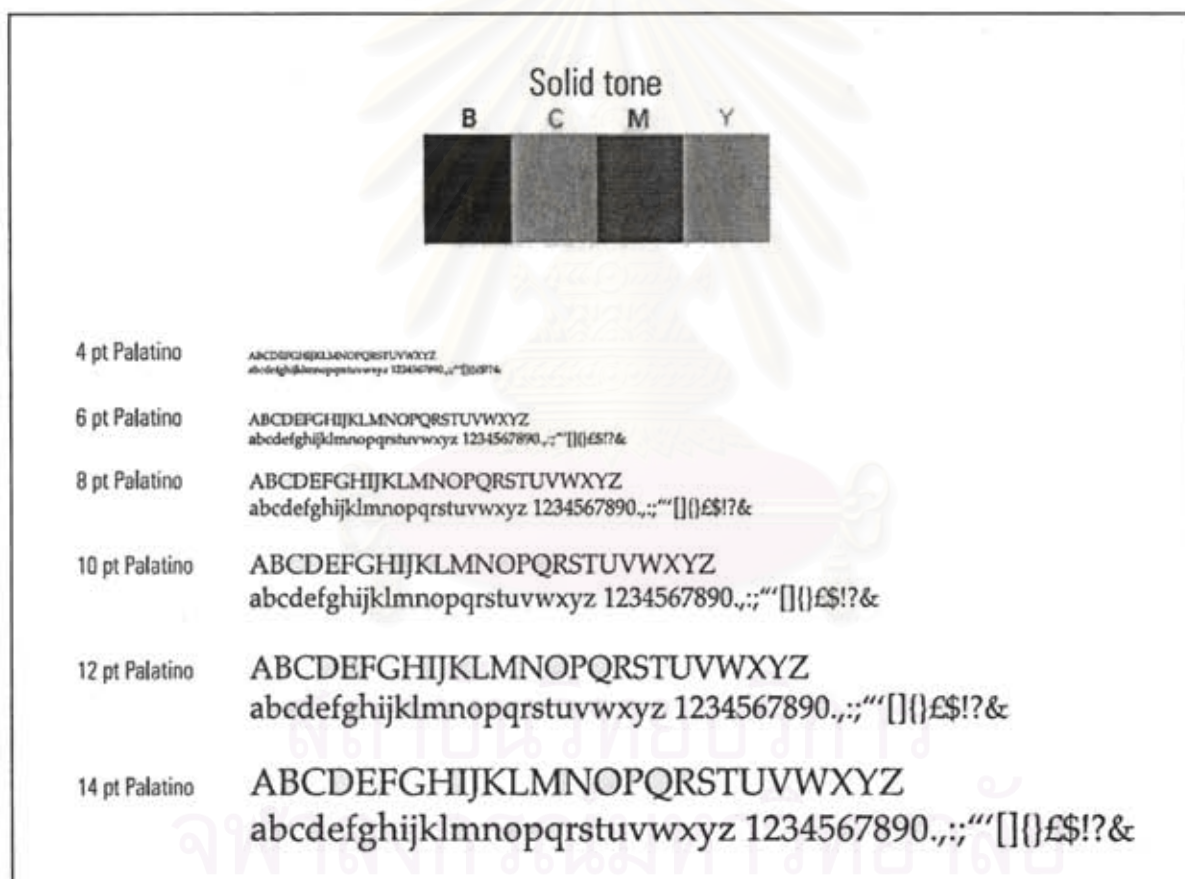


ภาพที่ 6: ภาพต่อเนื่อง (ภาพถ่าย) แปลงเป็นภาพฮาล์ฟโทน (ภาพขาว) (27)



ภาพที่ 7: ตัวอย่างลักษณะของฮาล์ฟโทน (Halftone) ที่ระดับสีเทาต่างๆ (28)

สำหรับภาพที่ไม่มีการแปลงเป็นเม็ดสกรีน สีพื้น ลายเส้นกราฟฟิก ตัวอักษรต่างๆ (ภาพที่ 8) จะเรียกรวมๆ ว่า ภาพลายเส้นหรือภาพพื้นตาย (Solid tone)



ภาพที่ 8: ตัวอย่างลักษณะของพื้นตาย (Solid tone) กราฟฟิกลายเส้น และตัวอักษร (28)

คุณภาพของงานพิมพ์ทั่วไปสามารถพิจารณาตามลักษณะของการพิมพ์ได้เป็น 2 แบบ คือ คุณภาพของพื้นตาย (Solid tone) และ คุณภาพของบริเวณภาพฮาล์ฟโทน (Halftone) ซึ่งมีลักษณะบ่งชี้คุณภาพของงานพิมพ์แตกต่างกัน เช่น บริเวณที่พิมพ์พื้นตาย สามารถพิจารณาคุณภาพงานพิมพ์จากความดำ (Print density หรือ Density) ความเรียบสม่ำเสมอ (Evenness) เป็นต้น (29)

- ความดำของพื้นตาย (Print density of solid tone)

การวัดค่าความดำ (D) เป็นการวัดความเข้มสีของชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์ที่พิมพ์อยู่บนวัสดุใช้พิมพ์ โดยจะวัดสัดส่วนของแสงที่สะท้อนขึ้นมาจากบริเวณพิมพ์ (I) กับแสงสะท้อนขึ้นมาจากบริเวณพื้นวัสดุใช้พิมพ์ซึ่งไม่มีหมึกพิมพ์พิมพ์อยู่ (I_0) หรือก็คือ ค่าแฟกเตอร์การสะท้อนแสง (R) แล้วแปลงเป็นค่า log ดังสมการที่ 1 (28)

$$D = \log 1/R = \log I_0/I \quad (1)$$

ค่าความดำนี้จะสัมพันธ์กับความหนาของชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์บนวัสดุพิมพ์ เนื่องจากหมึกพิมพ์โดยทั่วไปมีลักษณะกึ่งโปร่งแสง เมื่อพิมพ์ลงบนวัสดุใช้พิมพ์ ค่าความดำที่ได้จะเป็นค่าความดำของชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์รวมกับแสงที่สะท้อนจากผิววัสดุใช้พิมพ์ผ่านชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์ ยิ่งชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์หนา ค่าความดำก็จะยิ่งสูงขึ้น แต่จะมีจุดที่ค่าความดำไม่เพิ่มขึ้นอีกต่อไปแม้ว่าชั้นฟิล์มหมึกจะหนาขึ้นอีก นั่นคือ เมื่อหมึกพิมพ์หนาจนสามารถปิดผิววัสดุใช้พิมพ์ได้สนิท แสงไม่สามารถสะท้อนขึ้นมาจากผิววัสดุใช้พิมพ์จนทะลุผิวของหมึกพิมพ์ได้อีก ค่าความดำนั้นจึงเป็นค่าความดำของหมึกพิมพ์อย่างเดียว

- ความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย (Evenness of solid tone)

ความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย หมายถึง การที่ชั้นฟิล์มของหมึกพิมพ์ปกปิดผิววัสดุใช้พิมพ์ได้ทั่วจนทำให้สีที่มองเห็นมีความเข้มเท่ากันทั่วทุกบริเวณ นั่นก็คือ มีค่าความดำในทุกบริเวณที่มีการพิมพ์พื้นตายเท่ากัน หากวัสดุใช้พิมพ์ เช่น กระดาษ มีความสามารถในการซึมซับของเหลวได้ไม่เท่ากันในแต่ละบริเวณ การควบคุมการพิมพ์ให้หมึกพิมพ์ที่มีลักษณะกึ่งโปร่งแสง เคลือบปิดผิวจนมองเห็นเป็นสีที่สม่ำเสมอ นั้นกระทำได้ยากกว่าการพิมพ์ลงบนวัสดุที่ไม่มีความพรุน เช่น พลาสติก หลังจากหมึกพิมพ์ถูกถ่ายโอนจากแม่พิมพ์ลงบนวัสดุใช้พิมพ์แล้ว หากมองเห็นหมึกที่ถูกดูดซับลงไปรวมกับที่ กอเป็นชั้นอยู่บนผิวหน้าจากด้านบน มีความเข้มสีที่เท่ากันทุกบริเวณ ค่าความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตายจะสูง หากมีบริเวณที่มองเห็นพื้นผิววัสดุ ทำให้ความเข้มสีต่างออกไปจากบริเวณอื่นยิ่งมาก นั่นคือ ค่าความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตายจะยิ่งต่ำลง

สำหรับบริเวณฮา์ฟโทนนั้น สามารถพิจารณาคุณภาพงานพิมพ์จาก ความดำ (Density) ความเปรียบต่าง (Contrast) ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) เป็นต้น

- ความดำของฮาล์ฟโทน (Print density of halftone)

ภาพฮาล์ฟโทนที่ระดับสีเทา หรือเปอร์เซ็นต์พื้นที่เม็ดสกรีนต่างๆ กัน จะให้ค่าความดำไม่เท่ากัน ในบริเวณพิมพ์โทนสว่าง (Highlight tone) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์พื้นที่เม็ดสกรีนน้อยๆ เช่น 10%-20% ค่าความดำจะต่ำ เนื่องจากมีปริมาณหมึกพิมพ์ต่อพื้นที่ต่ำ ในทางกลับกันช่วงโทนเงาเข้ม (Shadow tone) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์พื้นที่พิมพ์มาก เช่น 80%-90% ค่าความดำก็จะสูง ทั้งนี้ค่าความดำของบริเวณฮาล์ฟโทนจะรวมความดำของพื้นที่พิมพ์ ซึ่งเป็นเม็ดสกรีน และบริเวณไม่มีหมึกพิมพ์ หรือพื้นผิวกระดาษบริเวณระหว่างเม็ดสกรีนแต่ละเม็ดเข้าด้วยกัน

- ความเปรียบต่างของฮาล์ฟโทน (Contrast of halftone)

การพิจารณาความเปรียบต่างของงานพิมพ์ฮาล์ฟโทน เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความดำพื้นตาย (100% สกรีน) กับ ค่าความดำบริเวณโทนเข้มของภาพ (ส่วนใหญ่จะใช้บริเวณ 70% สกรีน) ซึ่งสัมพันธ์กับการบวมของเม็ดสกรีน กล่าวคือ หากค่าความเปรียบต่างของฮาล์ฟโทนบริเวณ 100% และ 70% ของงานพิมพ์หนึ่งมีค่ามากกว่าอีกงานพิมพ์หนึ่ง การไล่โทนของภาพฮาล์ฟโทนที่ได้จะมีความสวยงามกว่างานพิมพ์ที่มีค่าความเปรียบต่างต่ำ เนื่องจากการที่โทนเงาเข้มมีความเปรียบต่างสูง รายละเอียดในส่วนเงาจะยังคงอยู่ ภาพดูมีมิติและรายละเอียดครบถ้วนมากกว่า หากมีความเปรียบต่างต่ำในช่วงเงาจนไม่สามารถแยกรายละเอียดในช่วง 70% ถึง 100% ได้ ภาพจะดูแบนและรายละเอียดหายไปเนื่องจากมีความเข้มสีเข้มเท่าๆ กันหมด

การที่พิจารณาค่าความเปรียบต่างระหว่าง 70% และ 100% หรือช่วงโทนเงาเข้มเป็นหลัก ก็เพราะโดยปกติการเกิดเม็ดสกรีนบวมในการพิมพ์ฮาล์ฟโทน ทำให้ในทุกช่วงโทนมีความดำเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดเม็ดสกรีนบวมในช่วงโทนเข้ม จะทำให้บริเวณช่องว่างระหว่างเม็ดสกรีนลดน้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น และหากมีการเกิดเม็ดสกรีนบวมมากๆ เปอร์เซนต์โทนเข้มๆ เช่น 70% ก็อาจกลายเป็น 100% ไปได้ กลายเป็นว่าช่วงโทนตั้งแต่ 70% ถึง 100% จึงกลายเป็น 100% เท่ากันทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกัน รายละเอียดของภาพจึงหายไป ในขณะที่ในช่วงโทนสว่างยังคงมีรายละเอียดและมีโทนสีแตกต่างกันในแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์สกรีน เพียงแต่มีสีเข้มขึ้นเท่านั้น

การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่าง (K) ทำโดยการหาความแตกต่างระหว่างค่าความดำของบริเวณพื้นตาย (D_V) และค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน (D_R) หารด้วยค่าความดำของบริเวณพื้นตาย (D_V) คูณด้วย 100 จะได้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังสมการที่ 2 (28)

$$K[\%] = \frac{D_V - D_R}{D_V} 100\% \quad (2)$$

โดยปกติค่าความดำบริเวณฮา์ฟโทน (D_R) ที่เหมาะกับการนำมาหาค่าความเปรียบต่าง จะเป็น ความดำของบริเวณเริ่มโทนเงา เช่น 70 % หรือ 75%

- ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain)

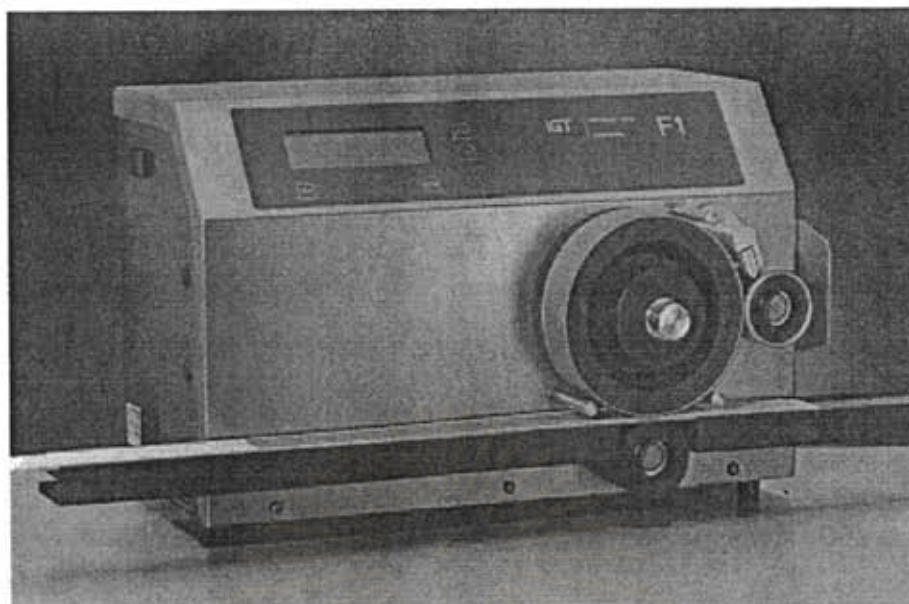
เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวม เป็นค่าความต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เม็ดสกรีนต้นฉบับและพื้นที่ เม็ดสกรีนบนกระดาษ ระหว่างขั้นตอนการพิมพ์ มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้พื้นที่หมึกพิมพ์ในบริเวณภาพ ฮา์ฟโทนงานพิมพ์เพิ่มขึ้นจากที่กำหนดไว้ในต้นฉบับ ค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวมหรือค่าโทนที่เพิ่มขึ้น (Z [%]) นั้นสามารถหาได้จากผลต่างของเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของเม็ดสกรีนที่ปรากฏบนงานพิมพ์ (F_D [%]) กับ พื้นที่เม็ดสกรีนตั้งต้นที่กำหนด (F_F [%]) เช่น เปอร์เซ็นต์โทนบนฟิล์มก่อนทำแม่พิมพ์ หรือหากเป็นระบบ คอมพิวเตอร์เพลท ค่าเปอร์เซ็นต์โทนตั้งต้นก็จะเป็นค่าเปอร์เซ็นต์สกรีนหลังจากการแยกสี ดังแสดงใน สมการที่ 3 (28)

$$Z [\%] = F_D [\%] - F_F [\%] \quad (3)$$

ค่าการเกิดเม็ดสกรีนบวมจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สมบัติของผิวหน้าวัสดุ ใช้น้ำพิมพ์ การซึมและแห้งตัวของหมึกพิมพ์บนวัสดุใช้น้ำพิมพ์ สมบัติของไหลของหมึกพิมพ์ สมบัติของแม่พิมพ์ แรงกดพิมพ์ เป็นต้น เมื่อจะทำการพิมพ์ ช่างพิมพ์จำเป็นต้องทราบปัจจัยเหล่านี้ และทำการปรับแก้ให้ เกิดเม็ดสกรีนบวมน้อยที่สุด ในการพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี โดยปกติค่าการบวมของเม็ดสกรีนสูงสุดจะอยู่ที่ บริเวณโทนสว่าง (Highlight tone) หรือ ประมาณเปอร์เซ็นต์โทนที่ 10%-15% (14)

การประเมินคุณภาพการพิมพ์ (Print quality evaluation)

ก่อนการพิมพ์จริงโดยเครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี อาจทำการทดสอบแม่พิมพ์และหมึกพิมพ์เพื่อ หาสภาวะการพิมพ์ที่เหมาะสมสำหรับวัสดุการพิมพ์ โดยใช้เครื่องทดสอบพิมพ์ในระดับห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้สำหรับระบบการพิมพ์เฟล็กโซกราฟฟี IGT F1 ดังแสดงในภาพที่ 9 (30) ซึ่งจะ จำลองหน่วยพิมพ์ขั้นพื้นฐาน อันประกอบด้วยลูกกลิ้งแอนนิลอก ไบมีดปาดหมึก โมแม่พิมพ์ และลูกกลิ้ง กดพิมพ์ รวมถึงสามารถปรับตั้งแรงกดของไบมีดปาดหมึก และแรงกดพิมพ์ระหว่างแม่พิมพ์กับวัสดุใช้น้ำพิมพ์ ได้ด้วย แต่ไม่มีส่วนจ่ายหมึก เนื่องจากใช้วิธีหยดหมึกพิมพ์ลงด้านบนบริเวณระหว่างไบมีดปาดกับลูกกลิ้ง แอนนิลอกแทนเมื่อจะทำการพิมพ์



ภาพที่ 9: ตัวอย่างเครื่องทดสอบการพิมพ์ที่ได้สำหรับระบบการพิมพ์เฟล็กโซกราฟี IGT F1 (30)

อุปกรณ์วัดค่าบ่งชี้คุณภาพของงานพิมพ์มีหลายชนิด ชนิดที่นิยมใช้และสามารถวัดและคำนวณค่าบ่งชี้คุณภาพของงานพิมพ์ได้หลากหลาย คือ เครื่องวัดความดำ (Densitometer) (ภาพที่ 10) ซึ่งสามารถใช้วัดค่าความดำของภาพพิมพ์พื้นตายและฮาล์ฟโทน เพื่อคำนวณและวิเคราะห์คุณภาพของงานพิมพ์ค่าอื่นๆ เช่น ช่วงความดำ ความเปรียบต่าง หรือ ค่าเม็ดสกรีนบวม ต่อไปได้



ภาพที่ 10: ตัวอย่างเครื่องวัดความดำ IHARA R730 Color reflection densitometer (31)

ลักษณะบ่งชี้คุณภาพของงานพิมพ์บางอย่าง เช่น ความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย จะไม่มีวิธีการมาตรฐานในการวัด ส่วนใหญ่จะพิจารณาด้วยตา หรืออาจใช้วิเคราะห์ภาพสแกนจากเครื่องกราดภาพ (Scanner) (ภาพที่ 11) คำนวณจำนวนพิกเซลที่มีค่าระดับสีเทาไม่แตกต่างกันว่ามีอย่างน้อยเท่าใดในหนึ่งพื้นที่ หากมีค่าระดับสีเทาเท่ากันทุกพิกเซลแสดงว่ามีความเรียบสม่ำเสมอ 100 %



ภาพที่ 11: ตัวอย่างเครื่องกราดแบบแท่นราบ CanoScan LIDE60 flatbed scanner (32)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

- เครื่องต้มเยื่อ (Autoclave digester) ยี่ห้อ Universal Engineering รุ่น UEC-2017A บริษัท Universal Engineering Corporation ประเทศอินเดีย
- เครื่องกระจายเยื่อ (Disintegrator) ยี่ห้อ Formax รุ่น T-100 บริษัท Adirondack Machine Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องหาสภาพระบายได้ (Freeness tester) ยี่ห้อ Regmed รุ่น CF/A บริษัท Regmed ประเทศบราซิล
- เครื่องวิเคราะห์เส้นใย (Fiber quality analyzer, FQA) ยี่ห้อ Optest รุ่น LDA02 บริษัท Optest Equipment Inc. ประเทศแคนาดา
- เครื่องตีเยื่อ (Valley beater) ยี่ห้อ Universal Engineering รุ่น UEC-2018A บริษัท Universal Engineering Corporation ประเทศอินเดีย
- เครื่องทำแผ่นกระดาษ (Sheet former) ยี่ห้อ PTI รุ่น RK-2A KWT บริษัท Paper Testing Association ประเทศออสเตรเลีย
- เครื่องหาความชื้น (Moister balance) ยี่ห้อ Kett รุ่น FD-600 บริษัท Kett Electric Laboratory ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องวัดค่าความขาวสว่าง (Brightness meter) ยี่ห้อ Technidyne รุ่น Color-Touch PC บริษัท Technidyne Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องวัดความต้านทานแรงดันทะลุ (Bursting tester) ยี่ห้อ L&W รุ่น SE 002 บริษัท Lorentzen & Wettre ประเทศสวีเดน
- เครื่องวัดค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile tester) ยี่ห้อ Toyo Seiki รุ่น Strograph E-S บริษัท Toyo Seiki Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องวัดค่าความต้านทานแรงฉีกขาด แบบ Pendulum (Tear tester) ยี่ห้อ Thwing Albert รุ่น Protear บริษัท Thwing-Albert Instrument Company ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องทดสอบความหนืด (Viscometer) ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III บริษัท Brookfield Engineering Laboratories, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องทดสอบแรงตึงผิว (Surface tensiometer) ยี่ห้อ Kruss รุ่น K8 บริษัท Kruss GmbH ประเทศเยอรมัน

- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) ยี่ห้อ JOEL รุ่น JSM-5410LV บริษัท JOEL corporation ประเทศเยอรมัน
- เครื่องตรวจวัดขนาดอนุภาค (Nanosizer) ยี่ห้อ Malvern รุ่น Zetasizer Nano ZS บริษัท Malvern Instruments Ltd. ประเทศอังกฤษ
- เครื่องทดสอบสมบัติเชิงความร้อน (Differential scanning calorimeter) ยี่ห้อ Netzsch รุ่น DSC 204 F1 บริษัท Netzsch-Gerätebau GmbH ประเทศเยอรมัน
- เครื่องวัดมุมสัมผัส (Contact angle goniometer) ยี่ห้อ Fibro รุ่น PG-3 บริษัท Fibro System AB ประเทศสวีเดน
- เครื่องเคลือบแบบอัตโนมัติ (K control coater) ยี่ห้อ RK รุ่น 202 บริษัท RK Print Coat Instruments, Ltd. ประเทศอังกฤษ
- เครื่องวัดความมันวาว (Gloss meter) ยี่ห้อ BYK-Gardner รุ่น Micro-gloss 75° บริษัท BYK-Gardner GmbH ประเทศเยอรมัน
- เครื่องวัดความเรียบ (Smoothness tester) ยี่ห้อ Toyoseiki รุ่น Digi-Bekk บริษัท Toyo Seiki Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องทดสอบการถอนผิว (Picking tester) ยี่ห้อ IGT รุ่น IGT Reptest บริษัท IGT Reptest B.V. ประเทศเนเธอร์แลนด์
- เครื่องปั่นกวน (Overhead stirrer) ยี่ห้อ IKA รุ่น RW 20 บริษัท IKA® Werke GmbH ประเทศเยอรมัน
- แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟีพอลิเมอร์ (Flexographic polymer plate) (ระบบคอมพิวเตอร์ทุพลท) หนา 1.7 มม. ออกแบบให้มีบริเวณพิมพ์พื้นตายและฮาล์ฟโทน ที่ความละเอียดการพิมพ์ 30, 50, 65 และ 85 lpi
- เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ (Printability tester) ยี่ห้อ IGT รุ่น F1 บริษัท IGT Texting System ประเทศเนเธอร์แลนด์
- เครื่องวัดความดำ (Color Reflection Densitometer) ยี่ห้อ IHARA รุ่น R730 บริษัท Ihara Electronic Industries Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องกราดแบบแท่นราบ (Flatbed scanner) ยี่ห้อ Canon รุ่น CanoScan LiDE60 บริษัท Canon Inc. ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter) ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 98128 บริษัท Hanna Instrument ประเทศอิตาลี
- ด้าย (Dye) ยี่ห้อ MAMA รุ่น Vertical III บริษัท MAMA ModCoater ประเทศเยอรมัน

- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB 29 บริษัท Memmert GmbH ประเทศเยอรมัน
- เครื่องชั่ง (Balance) ยี่ห้อ AND รุ่น GX-30K บริษัท A&D Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance) ยี่ห้อ Ohaus รุ่น AR2140 บริษัท Ohaus Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PM2500 บริษัท Mettler Toledo (Schweiz) GmbH ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB204-S บริษัท Mettler-Toledo (Schweiz) GmbH ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- กระดาษกรอง (Filter paper)
- ไปเปต (Pipet)
- บิวเรต (Buret)

วัตถุดิบและสารเคมี

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) ยี่ห้อ Ajax ประเทศออสเตรเลีย
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide, H₂O₂) ยี่ห้อ Ajax ประเทศออสเตรเลีย
- โซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate, Na₂SiO₃) ยี่ห้อ Fisher Scientific ประเทศสหรัฐอเมริกา
- สารกักขี้ผึ้งอัลคิลคีทีนไดเมอร์ (Alkyl ketene dimer, AKD) ยี่ห้อ Zhejiang Cathaya ประเทศจีน
- เม็ดสีสีดำ (Black pigment) ยี่ห้อ Clariant ประเทศไทย
- พอลิแล็กไทด์ (Polylactide) ยี่ห้อ Sigma-Aldrich ประเทศสหรัฐอเมริกา
- พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVC) ยี่ห้อ Ajax ประเทศออสเตรเลีย
- พอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol, PEG) ยี่ห้อ Panreac Sintesis ประเทศสเปน
- สารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิก (Anionic surfactant) ยี่ห้อ Merck ประเทศเยอรมัน
- ดินสำหรับปลูกต้นไม้ ประเภทดินสีดำ ประเทศไทย
- โคนกาบใบ แกนใบและส่วนใบของต้นปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 12, 13 และ 14 ตามลำดับ)



ภาพที่ 12: โคนกาบใบของต้นปาล์มน้ำมัน (Sheathing base of oil palm)



ภาพที่ 13: แกนใบของต้นปาล์มน้ำมัน (Leaf stalk of oil palm)



ภาพที่ 14: ใบของต้นปาล์มน้ำมัน (Foliar leaf of oil palm)

วิธีการทดลอง

โครงการวิจัยนี้สำหรับในปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ตอน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1: การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้เพื่อหาส่วนของปาล์มน้ำมันที่ให้สมบัติของเยื่อและกระดาษที่ผลิตได้เหมาะสม และศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีต่อการผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน รวมทั้งศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีต่อการฟอกเยื่อที่ผลิตได้จากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน

ตอนที่ 2: การเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์ โดยใช้ปริมาณพอลิเอทิลีนไกลคอลต่างๆ จากนั้นวัดสมบัติของหมึกพิมพ์ที่ได้เพื่อหาสูตรหมึกที่เหมาะสม

ตอนที่ 3: การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ หลังจากก็นำหมึกพิมพ์ที่เตรียมไว้ในตอนที่ 2 มาทดลองทำการพิมพ์ทดสอบลงบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้จากตอนที่ 1 โดยใช้เครื่องเคลือบอัตโนมัติและเครื่องทดสอบการพิมพ์ได้

ตอนที่ 4: การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์หลังจากที่ถูกพิมพ์ลงบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันแล้ว

วิธีการทดลองตอนที่ 1: การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน

1. นำส่วนโคนกาบใบ แกนใบ และใบของต้นปาล์มน้ำมันมาล้างเป็นชิ้นไม้ขนาดเล็ก จากนั้นนำชิ้นไม้ไปหาค่าความชื้น เพื่อคำนวณปริมาณน้ำหนักแห้งที่ใช้ในการทดลอง

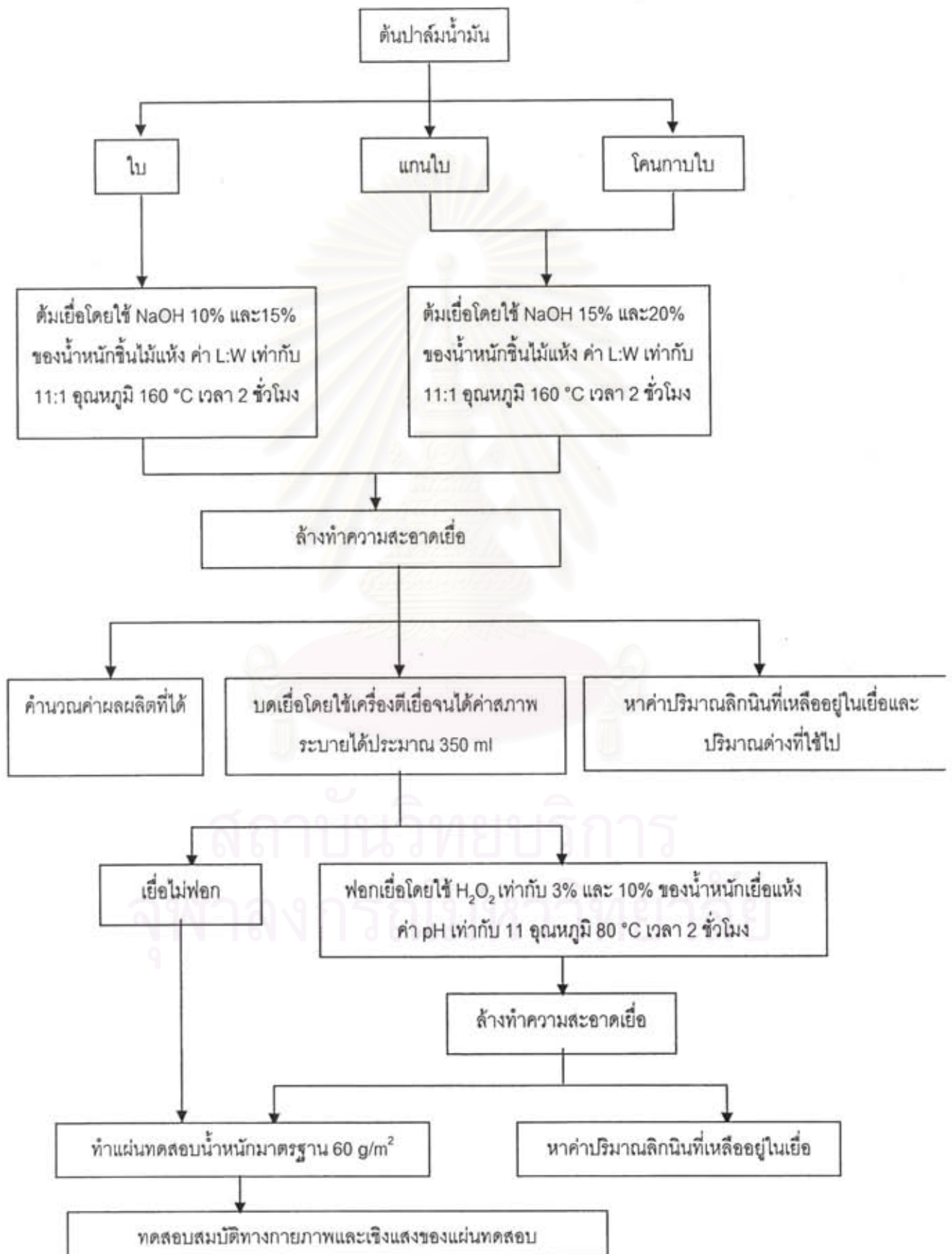
หมายเหตุ: โครงการวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาครอบคลุมถึงส่วนของทะเลลายปาล์มน้ำมัน เนื่องจากพบว่าทะเลลายปาล์มหลังจากผ่านกระบวนการแยกผลปาล์มออก เพื่อนำผลปาล์มไปสกัดน้ำมัน นั้น มีคราบน้ำมันหลงเหลืออยู่กับทะเลลายปาล์มมาก จนทำให้การต้มเยื่อเป็นไปอย่างยากลำบาก นอกจากนี้ทะเลลายปาล์มยังมีความชื้นสูงมากจนขึ้นราภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว

2. นำชิ้นไม้ส่วนโคนกาบใบและส่วนแกนใบมาต้มโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 15% และ 20% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง ในขณะที่ส่วนใบใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และ 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง ใช้อัตราส่วนของสารละลายต่อชิ้นไม้ (liquor-to-wood ratio, L:W ratio) เท่ากับ 11:1 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิในการต้มเยื่อเท่ากับ 160 °C จากนั้นนำเยื่อที่ได้มาล้างน้ำให้สะอาด
3. คำนวณหาปริมาณผลผลิตที่ได้ (%Yield) ค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อ (Kappa number) และหาค่าปริมาณด่างที่ใช้ (Alkaline consumption)

4. ทำการบดเส้นใยปาล์มน้ำมันตามมาตรฐาน TAPPI Standard T200 ด้วยเครื่องตีเยื่อ จนได้ค่าสภาพระบายได้ (Freeness) ตามมาตรฐาน TAPPI Standard T227 ประมาณ 350 ml
5. แบ่งเยื่อที่ผ่านการบดแล้วออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่ทำการฟอกเยื่อ และส่วนที่ทำการฟอกเยื่อโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 3% และ 10% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับสภาวะที่ใช้ในการฟอกเยื่อ คือ อุณหภูมิ 80 °C เวลา 2 ชั่วโมง และ pH เท่ากับ 11
6. สุ่มเยื่อที่ไม่ผ่านการฟอกและที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% และ 10% ไปทดสอบหาปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ (Kappa number) ตามมาตรฐาน TAPPI Standard T236
7. นำเยื่อในส่วนที่เหลือไปทำแผ่นทดสอบหรือแผ่นกระดาษ (Handsheets) ตามมาตรฐาน ISO-5269/2 โดยให้มีค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight หรือ Grammage) เท่ากับ 60 g/m² จากนั้นนำแผ่นไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและเชิงแสงดังนี้
 - ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ตามมาตรฐาน TAPPI Standard T494
 - ค่าความต้านทานแรงฉีก (Tear resistance) ตามมาตรฐาน TAPPI Standard T414
 - ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ตามมาตรฐาน TAPPI Standard T236
 - ค่าความทึบแสง (Opacity) ตามมาตรฐาน TAPPI Standard T425

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังการทดลองตอนที่ 1



วิธีการทดลองตอนที่ 2: การเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์

1. การเตรียมสารยึดพอลิแล็กไทด์อิมัลชัน

การเตรียมสารยึดพอลิแล็กไทด์อิมัลชัน ทำโดยปั่นกวนของผสมพอลิแล็กไทด์เรซิน (10-15% ของน้ำหนักรวม) และพอลิเอทิลีนไกลคอล (ปรับเปลี่ยนปริมาณที่ใช้เป็น 0, 5 และ 10% ของน้ำหนักรวม) ในสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (5-6% ของน้ำหนักรวม) และสารลดแรงตึงผิว (1% ของน้ำหนักรวม) ปั่นกวนของผสมด้วยเครื่องปั่นกวนที่ความเร็วสูงประมาณ 600-800 rpm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบสมบัติของสารยึดพอลิแล็กไทด์อิมัลชันที่เตรียมได้ ดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบขนาดอนุภาค (Particle size)
- ตรวจสอบอุณหภูมิสภาพแก้ว (Glass transition temperature, T_g)
- ตรวจสอบร้อยละของน้ำหนักสารยึด (%Solids content)

ทั้งนี้เพื่อหาปริมาณพอลิเอทิลีนไกลคอลที่เหมาะสมในการใช้ผลิตหมึกพิมพ์

2. การเตรียมหมึกพิมพ์

เตรียมหมึกพิมพ์ฐานน้ำสำหรับการพิมพ์เฟล็กโซกราฟี โดยผสมสารสีสีดำกับสารยึดจากพอลิแล็กไทด์อิมัลชันที่เตรียมได้จากข้อ 1 โดยให้มีปริมาณสารสี 30% ของน้ำหนักรวม ปั่นกวนด้วยเครื่องปั่นกวน จนของผสมมีความเข้ากันได้ดี ตรวจสอบสมบัติของหมึกพิมพ์ ดังนี้

- ตรวจสอบความหนืดของหมึกพิมพ์

ตรวจสอบความหนืดของหมึกพิมพ์ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น DV III โดยตรวจวัดความหนืดที่อัตราเฉือน 2.9 ถึง 72.5 s^{-1} ที่อุณหภูมิ 25 °C

- ตรวจสอบแรงตึงผิวของหมึกพิมพ์

แรงตึงผิวของหมึกพิมพ์ตรวจสอบด้วยเครื่อง Surface tensiometer model K8 ใช้วงแหวนแพลททินัม (Du Nouy method) ที่อุณหภูมิห้อง

- ตรวจสอบขนาดอนุภาคและค่าศักย์ซีต้า (Zeta potential) ของหมึกพิมพ์
- ตรวจสอบปริมาณของแข็ง (%Solids content) ในหมึกพิมพ์

ทั้งนี้เพื่อหาสูตรและเตรียมหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทดลองตอนที่ 3 และ 4 ต่อไป

วิธีการทดลองตอนที่ 3: การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์

ผลิตแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ) จากเยื่อปาล์มน้ำมัน โดยใช้เยื่อที่ผลิตจากส่วนของปาล์ม น้ำมันและปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม ซึ่งหาได้จากการทดลองตอนที่ 1 หากแต่ในขั้นตอนขึ้นแผ่นทดสอบได้มีการใส่สารกันซึม AKD ที่ปริมาณ 0.1 และ 0.3 % ของน้ำหนักเยื่อแห้งลงไปด้วย จากนั้นนำแผ่นทดสอบที่ได้มาผ่านการพิมพ์ด้วยหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำที่เตรียมได้

จากการทดลองตอนที่ 2 โดยในขั้นตอนนี้มีการใช้เครื่องมือสองชนิดในการพิมพ์หมึกลงบนแผ่นทดสอบ ได้แก่ เครื่องเคลือบอัตโนมัติ (K Control coater) และ เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ (Printability tester)

การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้จากการใช้เครื่องเคลือบอัตโนมัติ

1. ตรวจสอบสมบัติของแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ) ที่เตรียมได้จากปาล์มน้ำมันก่อนพิมพ์ดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบน้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight หรือ Grammage) ของกระดาษ
- ตรวจสอบความชื้น (Moisture content) ของกระดาษ
- ตรวจสอบลักษณะของผิวหน้ากระดาษด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)
- ตรวจสอบความชอบน้ำของกระดาษด้วยการวัดมุมสัมผัสของน้ำบนผิวกระดาษ
- ตรวจสอบความมันวาว (Gloss)
- ตรวจสอบความเรียบ (Smoothness)
- ตรวจสอบค่าความต้านทานการถอนผิว (Picking resistance)

2. ทดสอบพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันด้วยหมึกพิมพ์ที่เตรียมจากการทดลองตอนที่ 2 ด้วยเครื่องเคลือบอัตโนมัติ ที่ความหนาหมึกพิมพ์ขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร โดยพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันสองชนิด ได้แก่ กระดาษที่มีการใส่สารกันซึม AKD ที่ 0.1 และ 0.3 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ นำกระดาษที่ผ่านการพิมพ์ไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 80 °C เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปตรวจสอบสมบัติของงานพิมพ์ ดังนี้

- ตรวจสอบน้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน
- ตรวจสอบลักษณะของชั้นหมึกพิมพ์บนกระดาษด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
- ตรวจสอบความมันวาวของงานพิมพ์
- ตรวจสอบความเรียบของงานพิมพ์
- ตรวจสอบค่าความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์

การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้จากการใช้เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้

1. ติดแม่พิมพ์เหล็กโรกราฟิครอบวงล้อพิมพ์ของเครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ IGT F1 (ภาพที่ 9)
2. ตัดแผ่นกระดาษจากปาล์มน้ำมัน เป็นแถบกว้าง 50 มม. และยาว 250 มม. วางบนแท่นสำหรับพิมพ์ของเครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ IGT F1
3. ตั้งแรงกดระหว่างใบมีดปาดกับลูกกลิ้งแอนนิลอก และแรงกดพิมพ์เป็น 200 นิวตัน
4. หยดหมึกพิมพ์ลงบริเวณระหว่างลูกกลิ้งแอนนิลอกและใบมีดปาด

5. กดเดินเครื่องเพื่อพิมพ์
6. วัดความดำบริเวณพื้นตาย ความดำช่วงฮาล์ฟโทน ความเปรียบต่างและค่าเม็ดสกรีนรวม บริเวณฮาล์ฟโทน โดยเครื่องวัดความดำ IHARA R730 Color reflection densitometer (ภาพที่ 10)
7. สแกนภาพกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่พิมพ์แล้วด้วยเครื่องกราดแบบแท่นราบ CanoScan LiDE60 flatbed scanner จากนั้นจึงวิเคราะห์ภาพและคำนวณ เพื่อหาความเรียบสม่ำเสมอ บริเวณพื้นตาย

วิธีการทดลองตอนที่ 4: การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

ตรวจสอบการย่อยสลายของงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่มีการใส่สารกันซึม AKD ที่ 0.1 และ 0.3 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ซึ่งเป็นแผ่นกระดาษที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ที่เตรียมจากการทดลองตอนที่ 2 โดยมีความหนาหมึกพิมพ์ขณะเปียก 24 ไมโครเมตร ทำการทดสอบโดยฝังงานพิมพ์ทั้งสองชนิดลงในถังที่บรรจุดิน ที่ความลึกประมาณ 1 ฟุตจากปากถัง ปิดฝาถังแล้วเก็บไว้ในบริเวณที่แห้ง จากนั้นทำการขุดและนำงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันทั้งสองชนิดออกมา ตรวจสอบการย่อยสลายทุก 1 เดือน (ในรายงานฉบับนี้มีการรายงานผลถึงเดือนที่ 2 เท่านั้น ในส่วนของเดือนต่อไป จะอยู่ในรายการความคืบหน้าของโครงการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

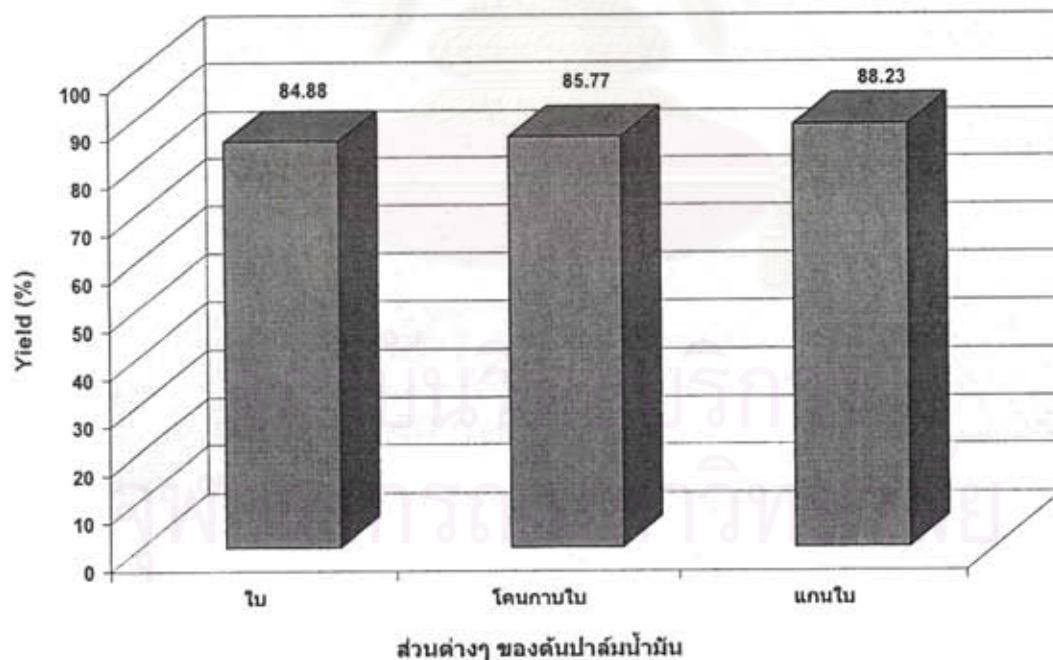
ผลการทดลอง

ผลการทดลองตอนที่ 1: การผลิตเชื้อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 4: ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ของเยื่อปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (%)		
	10% NaOH	15% NaOH	20% NaOH
ใบ	88.23	84.88	-
โคนกาบใบ	-	85.77	82.00
แกนใบ	-	88.23	83.03

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง



ภาพที่ 15: ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) ของเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง

การใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อสูงขึ้น มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำลง (ตารางที่ 4) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ไปทำลายคาร์โบไฮเดรตในส่วนของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส โดยปฏิกิริยา Peeling reaction ซึ่งจะไปทำให้ Glycosidic bond เกิดการแตกออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงบริเวณ End groups ของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส จึงส่งผลให้ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ลดลง

จากภาพที่ 15 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณผลผลิตที่ได้จากเยื่อส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมันเมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อเท่ากัน มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 84-88%

ตารางที่ 5: ค่าปริมาณร้อยละของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ไป (Alkaline consumption)

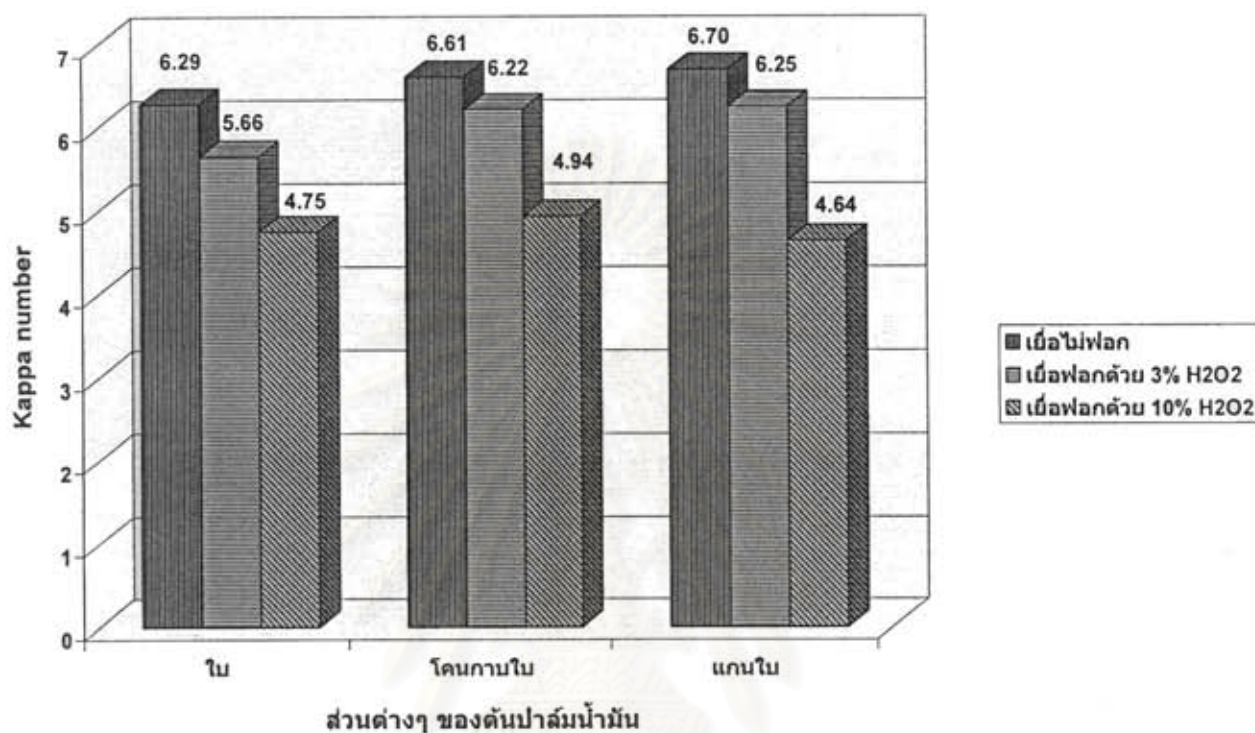
ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าปริมาณร้อยละของ NaOH ที่ใช้ไป (%)		
	10% NaOH	15% NaOH	20% NaOH
ใบ	100	100	-
โคนกาบใบ	-	94.69	87.06
แกนใบ	-	94.69	88.06

จากตารางที่ 5 เห็นได้ว่า ในกรณีของใบมีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างสมบูรณ์ กล่าวคือ ใช้หมด 100% ตามปริมาณที่ใส่เข้าไปในการต้มเยื่อ ในขณะที่โคนกาบใบและแกนใบมีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่หมด กล่าวคือ ใช้ประมาณ 94-95% ของปริมาณที่ใส่ไปเมื่อทำการต้มเยื่อ เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 15% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และใช้ประมาณ 87-88% ของปริมาณที่ใส่ไปเมื่อทำการต้มเยื่อ เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 20% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าการผลิตเยื่อจากส่วนโคนกาบใบและแกนใบนั้นใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เพียง 15% ของน้ำหนักเยื่อแห้งก็เพียงพอแล้ว

ตารางที่ 6: ค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ (Kappa number) ของเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการฟอกเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่า Kappa number								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2
ใบ	7.74	7.09	6.27	6.29	5.66	4.75	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	6.61	6.22	4.94	5.61	5.08	3.96
แกนใบ	-	-	-	6.70	6.25	4.64	5.74	5.24	4.12

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H_2O_2 ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ



ภาพที่ 16: ค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ (Kappa number) ของเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง

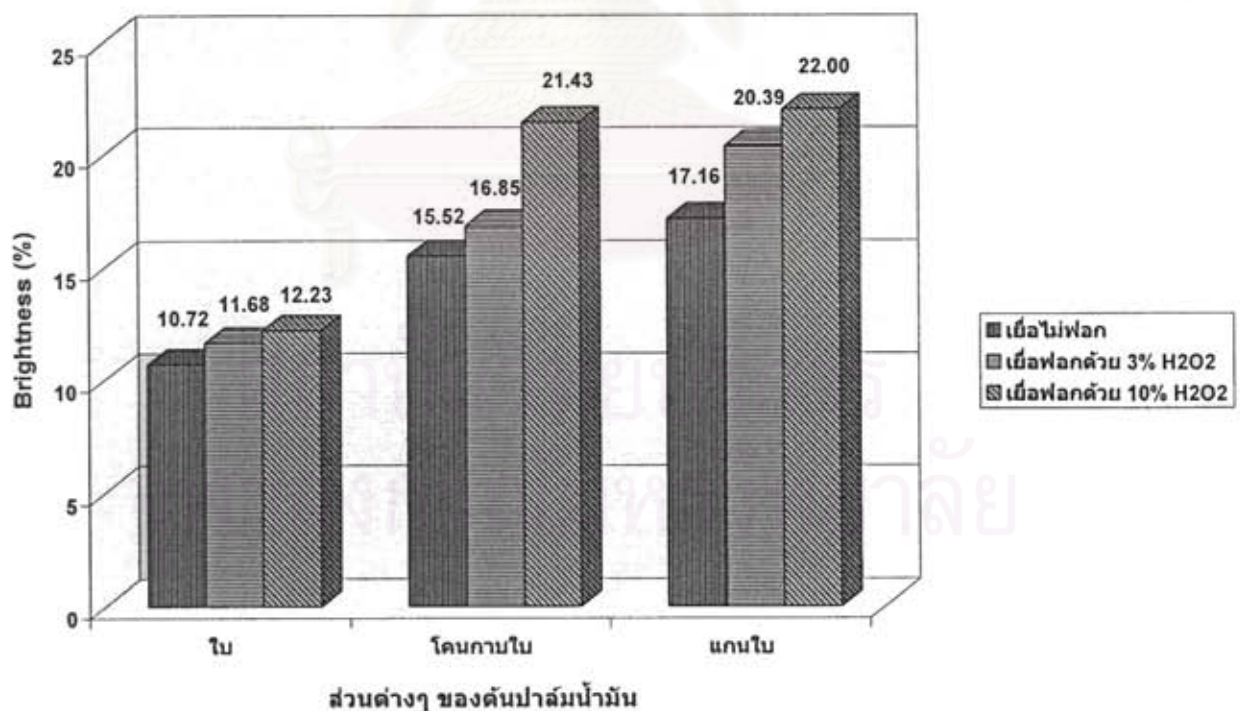
เมื่อใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากขึ้นในการต้มเยื่อทำให้แนวโน้มของค่า Kappa number ลดต่ำลง โดยค่า Kappa number เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณการใช้เปอร์แมงกาเนตของเยื่อปาล์มน้ำมัน ซึ่งค่านี้สามารถบ่งบอกถึงค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อได้ และค่า Kappa number ยิ่งลดลง เมื่อใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากขึ้นในการฟอกเยื่อ ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้าไปทำปฏิกิริยากับ Chromophoric group ของลิกนิน ส่งผลให้โครงสร้างลิกนินนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือถูกย่อยสลายลง ค่า Kappa number จึงลดลง ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 16

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 17 พบว่าค่าความขาวสว่างของแผ่นทดสอบสูงขึ้น เมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากลิกนินถูกกำจัดออกไป ซึ่งลิกนินเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเหลือง (Yellowness) ของกระดาษ

ตารางที่ 7: ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการฟอก เยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าความขาวสว่าง (%)								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2
ใบ	11.2	12.9	13.87	10.72	11.68	12.23	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	15.52	16.85	21.43	17.13	21.12	25.99
แกนใบ	-	-	-	17.16	20.39	22.00	18.63	21.18	26.76

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H_2O_2 ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ



ภาพที่ 17: ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง

ตารางที่ 8: ค่าความทึบแสง (Opacity) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการฟอกเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าความทึบแสง (%)								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2
ใบ	99.46	99.71	99.73	99.04	99.20	99.18	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	99.47	99.43	98.55	98.16	98.20	97.17
แกนใบ	-	-	-	99.55	98.44	99.80	98.69	98.26	96.62

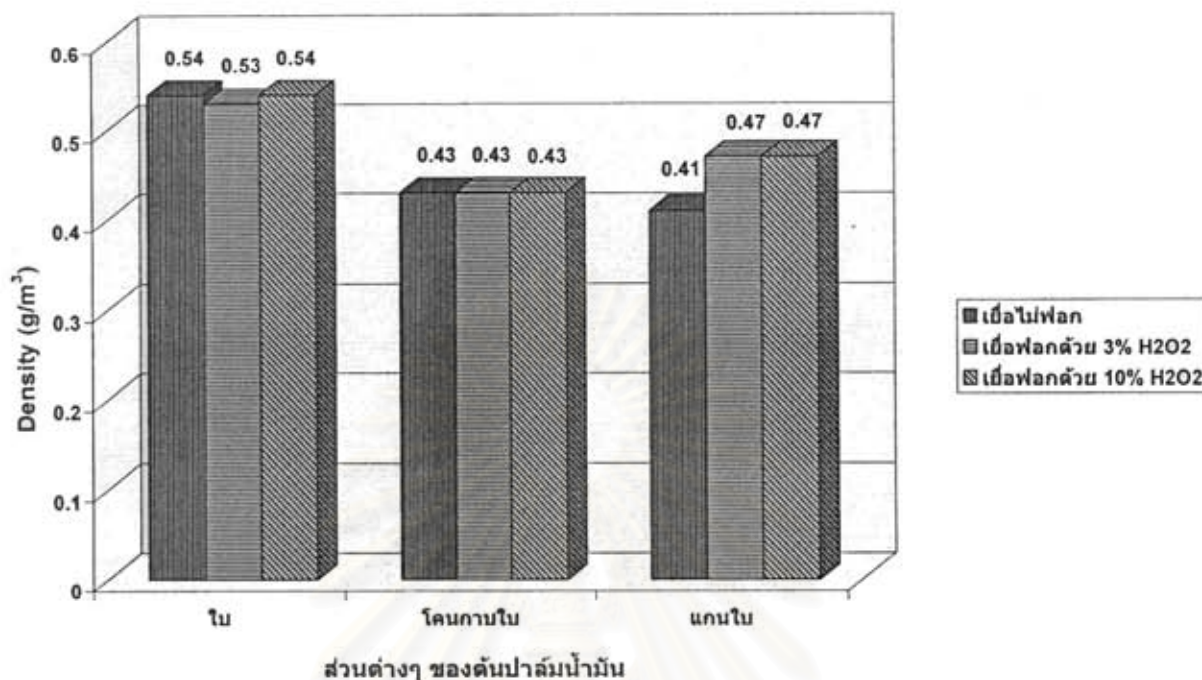
หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H_2O_2 ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ

แผ่นทดสอบที่ผลิตได้จากเยื่อปาล์มน้ำมันค่อนข้างให้ความทึบแสงสูง (ตารางที่ 8) โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 99.73% และค่าต่ำสุดเท่ากับ 96.62% เมื่อมีการใช้ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ความทึบแสงลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าลิกนินถูกกำจัดออกไปได้มากขึ้น เส้นใยสร้างพันธะได้ดีขึ้น กระดาษจึงแน่นขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ผิวของเส้นใยในการกระเจิงแสง (Light scattering) ในชั้นของแผ่นทดสอบลดน้อยลง แสงส่องผ่านได้มากขึ้น ค่าความทึบแสงของแผ่นทดสอบจึงลดลง ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับค่าความหนาแน่นของแผ่นทดสอบดังจะได้อธิบายต่อไป อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ไม่ค่อยส่งผลต่อค่าความทึบแสงของแผ่นทดสอบ

ตารางที่ 9: ค่าความหนาแน่น (Density) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการฟอกเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าความหนาแน่น (g/m^3)								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2
ใบ	0.34	0.36	0.38	0.54	0.53	0.54	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	0.43	0.43	0.43	0.50	0.43	0.42
แกนใบ	-	-	-	0.41	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H_2O_2 ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ



ภาพที่ 18: ค่าความหนาแน่น (Density) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง

จากตารางที่ 9 พบว่า เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อมากขึ้น ค่าความหนาแน่นของแผ่นทดสอบเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากลิกนินถูกขจัดออกมากขึ้น เส้นใยสามารถสร้างพันธะได้ดีขึ้น ความหนาแน่นของแผ่นทดสอบจึงสูงขึ้น และค่าความแข็งแรงของแผ่นทดสอบควรเพิ่มสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากความแข็งแรงของแผ่นทดสอบที่ได้พบว่าค่ากลับลดลง ดังนั้นข้อสมมติฐานที่ว่า เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อมากขึ้น เส้นใยสร้างพันธะกันดีมากขึ้น จึงไม่เป็นไปตามนั้นเสมอไป ในกรณีนี้ค่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นน่าจะเป็นเพราะว่า ภายใต้ภาวะที่เป็นเบสสูง เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสมีแนวโน้มถูกทำลายโดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า Peeling reaction ส่งผลให้เส้นใยถูกทำลายไป จึงเหลือแต่ส่วนที่เป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็ก (Fines) อยู่จำนวนมาก เมื่อนำไปขึ้นแผ่นทดสอบ Fines จะไปอุดตามช่องว่างต่างๆ ทำให้ช่องว่างระหว่างเส้นใยลดลง ส่งผลให้แผ่นทดสอบมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ถึงผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการฟอกเยื่อที่มีต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นทดสอบนั้น แนวโน้มส่วนใหญ่พบว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าความหนาแน่นของแผ่นทดสอบน้อยมาก

จากภาพที่ 18 เห็นได้ว่า แผ่นทดสอบที่ได้จากใบมีค่าความหนาแน่นสูงสุด ในขณะที่ค่าความหนาแน่นของแผ่นทดสอบที่ได้จากโคนกาบใบและแกนใบนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน การที่ค่าความหนาแน่นของ

ส่วนใบมีค่าสูงที่สุดนั้น ไม่ได้เป็นผลมาจากการที่เส้นใยสร้างพันธะระหว่างกันได้ดี หากแต่เป็นผลมาจากการที่เยื่อที่ผลิตได้จากส่วนใบมีปริมาณ Fines ที่มากกว่าเยื่อที่ผลิตได้จากส่วนแกนใบและโคนกาบใบ

ตารางที่ 10: ค่าความเรียบ (Smoothness) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการฟอกเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าความเรียบ (s)								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2
ใบ	6.1	4.6	5.4	10.5	9.1	8.0	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	7.7	8.0	6.8	9.7	8.8	8.6
แกนใบ	-	-	-	6.2	7.4	6.4	9.7	8.1	8.0

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H_2O_2 ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 10 แสดงค่าความเรียบของแผ่นทดสอบ โดยเป็นค่าที่วัดได้จากแผ่นทดสอบด้านที่ไม่สัมผัสกับตะแกรงขึ้นแผ่นกระดาษ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อสูงขึ้น ส่งผลให้กระดาษที่ได้มีความเรียบมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยสามารถสร้างพันธะต่อกันได้ดีขึ้น เพราะลิกนินถูกขจัดออกไปมากขึ้น นอกจากนี้อาจเป็นเพราะว่า การต้มเยื่อโดยใช้ภาวะที่เป็นเบสสูงเกินไป อาจทำให้เกิดปริมาณ Fines มากขึ้น โดย Fines จะไปอุดตามช่องว่างต่างๆ ในเนื้อกระดาษ ทำให้แผ่นทดสอบมีค่าความเรียบมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าความเรียบมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกเยื่อสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในระบบอาจมี Hydroxy radical ($OH\cdot$) เกิดขึ้นซึ่ง Hydroxy radical นี้จะไปทำลายคาร์โบไฮเดรตในส่วนของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสได้ จึงส่งผลให้เส้นใยสร้างพันธะระหว่างกันได้ไม่ดี รวมถึงปริมาณเส้นใยที่มีขนาดล้นมาก (Fines) อาจมีน้อยลงเพราะถูก Hydroxy radical ทำลาย ทำให้การไปช่วยอุดช่องว่างรูพรุนระหว่างเส้นใยของ Fines ในเนื้อกระดาษลดค่าความเรียบของกระดาษจึงต่ำลง ทั้งนี้ในการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อาจเกิดการสลายตัวกลายเป็น Hydroxy radical ได้ หากในระบบนั้นมีการควบคุมสภาวะในการฟอกเยื่อไม่ดีพอ เช่น มีอุณหภูมิที่สูงเกิน $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือมีค่า pH สูงเกินไป (มากกว่า 11.5) หรือมีโลหะหนักเช่น ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) เป็นต้น ในระบบการฟอกเยื่อ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแผ่นทดสอบที่ผลิตได้จากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมันพบว่า เยื่อที่ผลิตได้จากใบให้ค่าความเรียบสูงสุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเยื่อที่ได้จากใบมีปริมาณ Fines สูงมาก ทำให้การอุด

ช่องว่างระหว่างเส้นใยในเนื้อกระดาษทำได้ดี ค่าความเรียบของแผ่นทดสอบที่ได้จึงมีค่าสูงกว่าเยื่อที่ผลิตจากส่วนของแกนใบและโคนกาบใบ

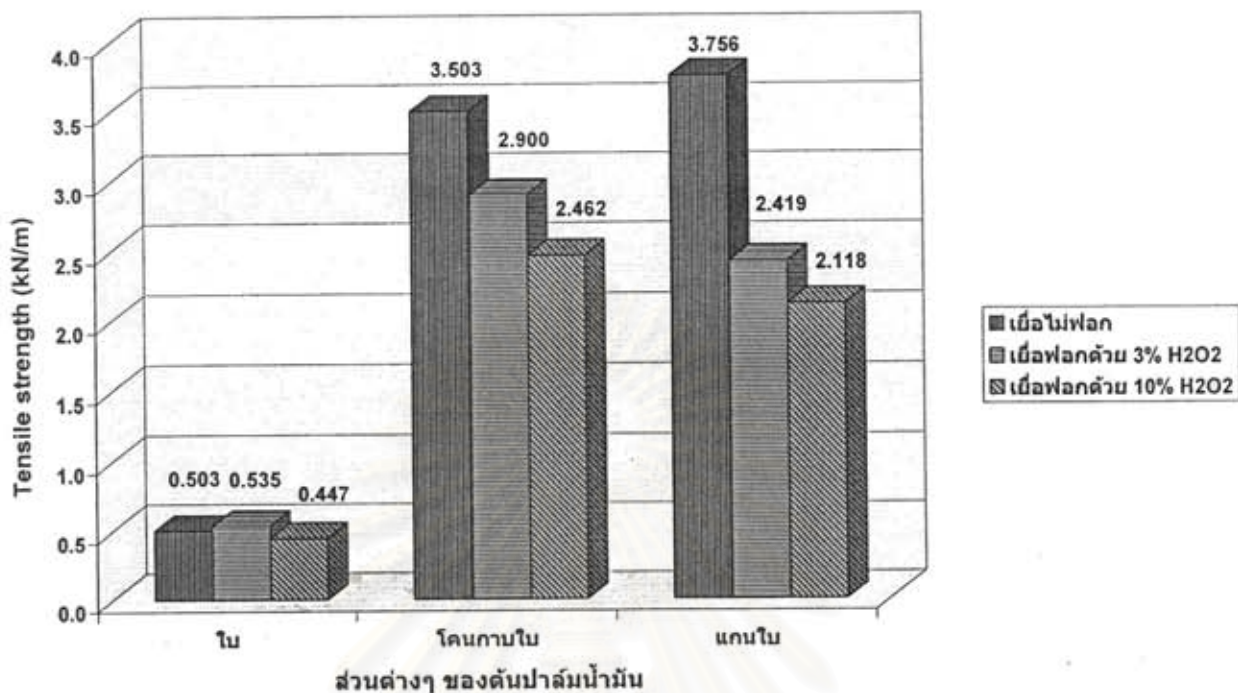
ตารางที่ 11: ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในการฟอกเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (kN/m)								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2	0% H_2O_2	3% H_2O_2	10% H_2O_2
ใบ	0.551	0.221	0.389	0.503	0.535	0.447	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	3.503	2.900	2.462	2.905	3.088	3.466
แกนใบ	-	-	-	3.756	2.419	2.118	3.215	2.466	2.089

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H_2O_2 ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ

จากตารางที่ 11 พบว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงลดต่ำลง (เมื่อพิจารณาจากเยื่อที่ไม่ได้ฟอกหรือไม่ได้ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์) โดยทั่วไปแล้วการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถเอาลิกนินออกได้มากขึ้น เส้นใยสามารถสร้างพันธะดีซัลไฟด์ขึ้น แผ่นทดสอบที่ได้จึงควรที่จะแข็งแรงขึ้น อย่างไรก็ตามในกรณีกลับพบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นั้นมากเกินไป จนโซเดียมไฮดรอกไซด์ไปทำลายเส้นใยในส่วนของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส โดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า Peeling reaction (5, 6) จึงส่งผลให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงลดลง เมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกเยื่อสูงขึ้น แนวโน้มพบว่าค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงลดต่ำลง แสดงให้เห็นว่าในการทดลองนี้อาจมี Hydroxy radical เกิดขึ้น จากการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่ง Hydroxy radical นี้จะไปทำลายคาร์โบไฮเดรตด้วย (7) ส่งผลให้ความแข็งแรงของเยื่อลดลง

ภาพที่ 19 แสดงให้เห็นว่า ส่วนของแกนใบและโคนกาบใบให้แผ่นทดสอบที่มีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่าส่วนของใบ จากการสังเกตเยื่อที่ผลิตได้พบว่าเยื่อจากส่วนของแกนใบและโคนกาบใบมีปริมาณเส้นใยยาวมากกว่าเยื่อจากส่วนใบ ในขณะที่เยื่อจากส่วนใบจะมี Fines มากกว่า จึงส่งผลให้การสร้างพันธะระหว่างเส้นใยในกรณีของเยื่อจากส่วนใบไม่ดีเท่ากับเยื่อจากส่วนแกนใบและโคนกาบใบ แผ่นทดสอบที่ผลิตได้จากเยื่อส่วนใบจึงมีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงน้อยกว่า



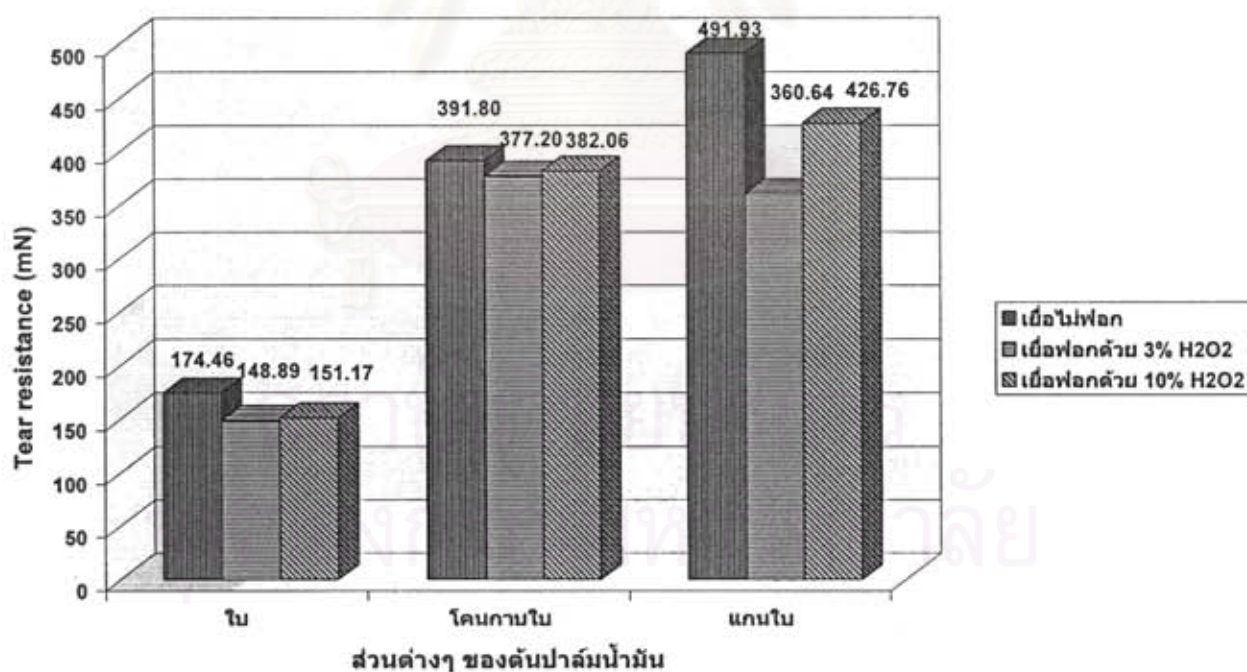
ภาพที่ 19: ค่าความแข็งแรงต่อนแรงดึง (Tensile strength) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมัน เมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง

ตารางที่ 12: ค่าความต้านทานต่อนแรงฉีก (Tear Resistance) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการต้มเยื่อ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ในการฟอกเยื่อต่างกัน

ส่วนต่างๆ ของ ปาล์มน้ำมัน	ค่าความต้านทานต่อนแรงฉีก (mN)								
	10% NaOH			15% NaOH			20% NaOH		
	0% H ₂ O ₂	3% H ₂ O ₂	10% H ₂ O ₂	0% H ₂ O ₂	3% H ₂ O ₂	10% H ₂ O ₂	0% H ₂ O ₂	3% H ₂ O ₂	10% H ₂ O ₂
ใบ	228.50	194.16	159.70	174.46	148.89	151.17	-	-	-
โคนกาบใบ	-	-	-	391.80	377.20	382.06	370.67	450.32	550.87
แกนใบ	-	-	-	491.93	360.64	426.76	432.03	498.38	504.59

หมายเหตุ : ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อ และ H₂O₂ ที่ใช้ในการฟอกเยื่อคิดเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักชิ้นไม้และเยื่อแห้ง ตามลำดับ

ผลการทดลองตารางที่ 12 ชี้ให้เห็นว่า การใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อที่สูงเกินไป กลับเป็นผลร้ายต่อค่าความต้านทานแรงฉีกของแผ่นทดสอบที่ผลิตได้ (เมื่อพิจารณาจากเยื่อที่ไม่ผ่านการฟอก) ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์จะไปทำลายเส้นใยในส่วนของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสตามปฏิกิริยา Peeling reaction (5, 6) ส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงฉีก ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นกับความแข็งแรงของเส้นใยโดยตรงมีค่าลดลง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการฟอกเยื่อนั้น โดยทั่วไปแล้ว หากมีการควบคุมภาวะในการฟอกเยื่อดีพอ H_2O_2 จะมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นใยน้อยมาก อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองที่ได้นี้ เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อใช้ปริมาณของ H_2O_2 เพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานต่อแรงฉีกโดยส่วนใหญ่แล้วกลับมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวกลายเป็น Hydroxy radical ขึ้นมา ซึ่งจะไปทำลายเส้นใยในส่วนของที่เป็นคาร์โบไฮเดรต ส่งผลให้ความแข็งแรงลดลง (7) อย่างไรก็ตามมีการทดลองบางส่วนที่แสดงว่า เมื่อใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานต่อแรงฉีกกลับมีค่ามากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะห้องทดสอบไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่ทราบว่าคุณสมบัติความชื้นมีผลต่อความแข็งแรงของกระดาษอย่างมาก



ภาพที่ 20: ค่าความต้านทานต่อแรงฉีก (Tear Resistance) ของแผ่นทดสอบที่ผลิตจากเยื่อปาล์มน้ำมันเมื่อต้มเยื่อโดยใช้ NaOH 15% ของน้ำหนักชิ้นไม้แห้ง

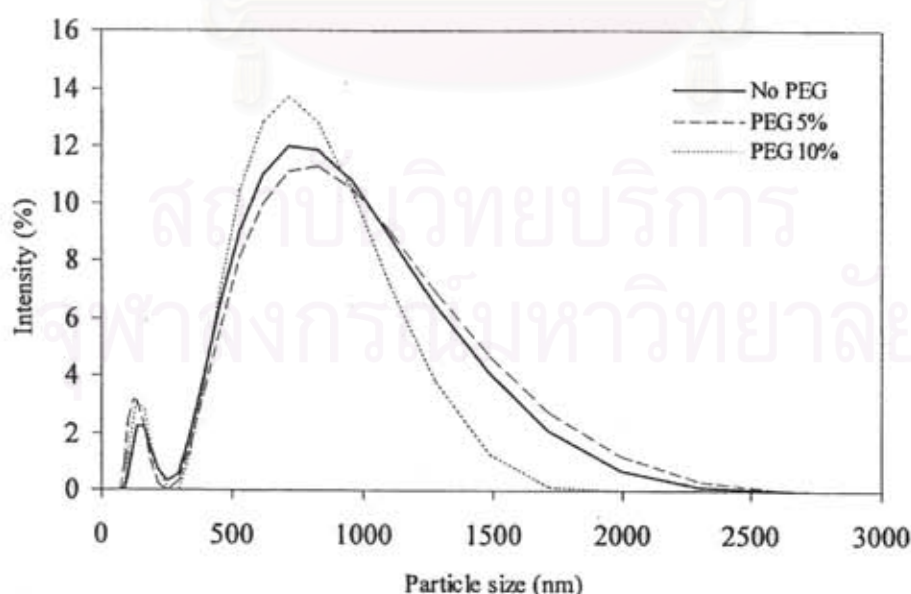
จากภาพที่ 20 แสดงให้เห็นว่า ส่วนของแกนใบและโคนกาบใบนั้นเมื่อนำมาผลิตเป็นแผ่นทดสอบ จะให้แผ่นทดสอบที่มีความต้านทานต่อแรงฉีกมากกว่าส่วนใบ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลเดียวกันกับในกรณีของความแข็งแรงต่อแรงดึง

ผลการทดลองตอนที่ 2: การเตรียมหมึกฟเล็กลิโกราฟีฐานน้ำจากพอลิแล็กไทด์

1. สมบัติของสารยัดจากพอลิแล็กไทด์อิมัลชัน

1.1. ขนาดอนุภาคสารยัด

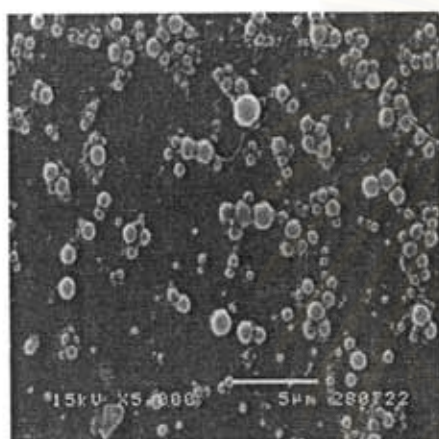
การกระจายของขนาดอนุภาคสารยัดจากพอลิแล็กไทด์อิมัลชันที่เตรียมได้ (ผสมพอลิเอทิลีนไกลคอล (PEG) ที่ 0, 5 และ 10 % ของน้ำหนักรวม) มีลักษณะการกระจายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่มีขนาดเล็กและกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ ลักษณะการกระจายของขนาดอนุภาคเป็นแบบกว้าง ดังแสดงในภาพที่ 21 และตารางที่ 13 ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะวิธีและความเร็วในการกวนของผสมที่ความเร็วรอบประมาณ 600-800 rpm ที่ส่งผลให้การกระจายของอนุภาคมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปนกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมพอลิเอทิลีนไกลคอล (PEG) ในพอลิแล็กไทด์เรซินส่งผลให้ได้ขนาดอนุภาคที่เล็กลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเติม PEG ในพอลิแล็กไทด์เรซินส่งผลให้ของผสมมีความหนืดลดลง เมื่อได้รับแรงกวนของผสมจึงเกิดการกระจายเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กลงได้ในตัวกลางที่เป็นน้ำ นอกจากนี้ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ภาพที่ 22) ยังแสดงให้เห็นว่า อนุภาคสารยัดมีขนาดอนุภาคหลายขนาด มีทั้งที่เป็นกลุ่มขนาดเล็กและขนาดใหญ่ผสมกัน โดยขนาดใหญ่ที่พบมีขนาด 1-2 ไมโครเมตร ซึ่งผลสอดคล้องกับการกระจายของขนาดอนุภาคสารยัดในภาพที่ 21



ภาพที่ 21: การกระจายของขนาดอนุภาคสารยัดจากพอลิแล็กไทด์อิมัลชัน เมื่อผสม PEG 0, 5 และ 10%wt

ตารางที่ 13: ขนาดอนุภาคของสารยึดจากพอลิแล็กโตนอิมัลชัน เมื่อผสม PEG 0, 5 และ 10%wt

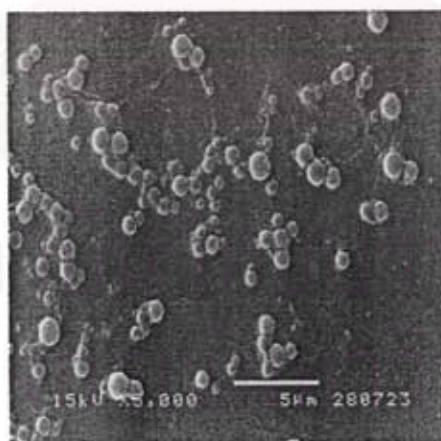
สารยึดพอลิแล็กโตน	ขนาดอนุภาค (นาโนเมตร)	
	ขนาดเล็ก	ขนาดใหญ่
ไม่ผสม PEG	182.7 ± 21.2	920.2 ± 81.6
ผสม PEG ที่ 5%	147.9 ± 16.2	855.2 ± 16.6
ผสม PEG ที่ 10 %	156.9 ± 10.7	750.6 ± 63.2



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 22: ภาพถ่าย SEM ของอนุภาคสารยึดจากพอลิแล็กโตนอิมัลชัน

(ก) ไม่ผสม PEG (ข) ผสม PEG ที่ 5% (ค) ผสม PEG ที่ 10%

1.2. อุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (T_g) ของสารยึดและร้อยละปริมาณของแข็ง (%Solids content) จากการตรวจวัดปริมาณของแข็ง (%Solids content) ในสารยึดพบว่ามียุทธยละ 10 และมีปริมาณสูงชันเล็กน้อยเมื่อมีการผสม PEG ที่ร้อยละ 10 ดังแสดงในตารางที่ 14 สารยึดที่ไม่ผสม PEG มี

อุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (Glass transition temperature, T_g) ที่ $61.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ เมื่อเติม PEG ผลพบว่า สารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชันมีอุณหภูมิสภาพแก้วลดลง ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่า T_g ของพอลิแล็กโทอิมัลชัน โดยทั่วไป ซึ่งพบที่ $55\text{-}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (22) ทั้งนี้เนื่องจาก PEG ทำหน้าที่เป็นสารเสริมสภาพพลาสติก จึงส่งผลให้ค่า T_g ลดต่ำลง ซึ่งจะช่วยลดความแข็งเปราะของแผ่นฟิล์มลงได้

ตารางที่ 14: อุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (T_g) ของสารยึดและร้อยละปริมาณของแข็ง (%Solids content)

ของสารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชัน เมื่อผสม PEG 0, 5 และ 10%wt

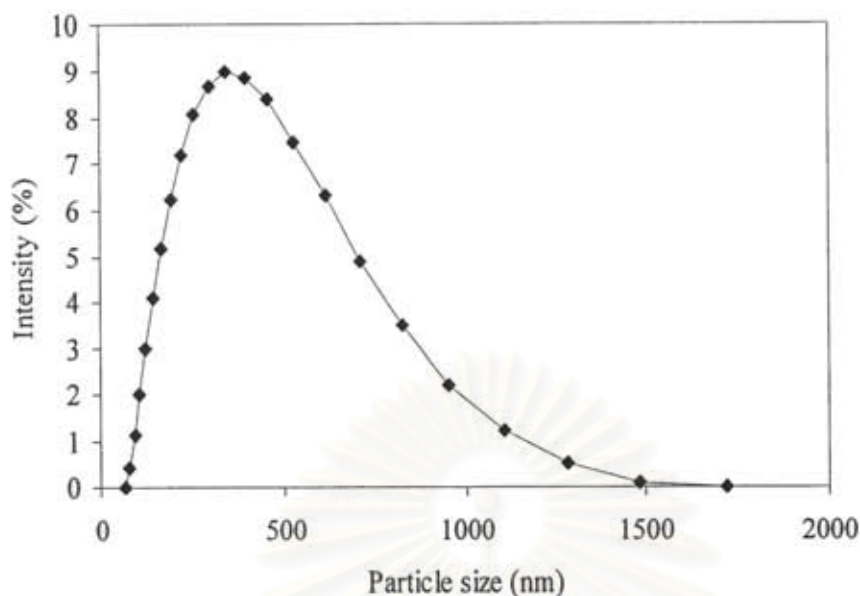
สารยึดพอลิแล็กโทอิมัลชัน	T_g ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณของแข็ง (%)
ไม่ผสม PEG	61.8	10.45 ± 0.12
ผสม PEG ที่ 5%	51.9	10.44 ± 0.05
ผสม PEG ที่ 10%	42.2	10.51 ± 0.12

จากสมบัติของสารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชันที่ไม่ผสม PEG และผสม PEG ที่ร้อยละ 5 และ 10 ของน้ำหนักรวม จะเห็นว่า สารยึดที่ผสม PEG ที่ 10% มีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด และอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้วต่ำสุด จึงส่งผลให้อิมัลชันชนิดนี้มีเสถียรภาพที่ดี และสามารถเกิดเป็นฟิล์มที่มีความยืดหยุ่นที่ดีกว่าสารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชันที่ไม่ผสม PEG และผสม PEG ที่ 5% ดังนั้นในส่วนการเตรียมหมึกพิมพ์ จึงเลือกผสมสารสีกับสารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชันผสม PEG ที่ 10% จากนั้นทำการทดสอบพิมพ์หมึกพิมพ์ที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันเพื่อทดสอบคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้และการย่อยสลายของหมึกพิมพ์ต่อไป

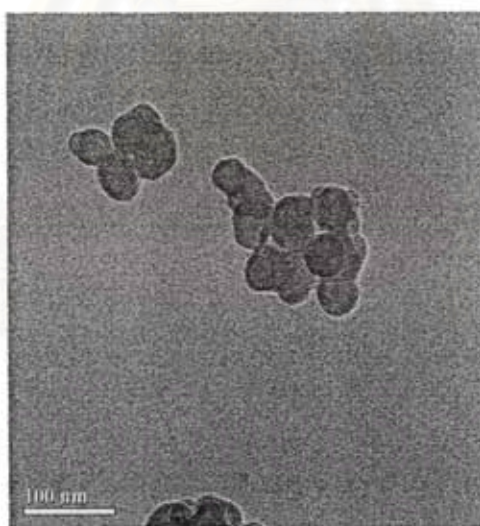
2. สมบัติของหมึกพิมพ์ชีวภาพฐานน้ำ

2.1. ขนาดอนุภาคของหมึกพิมพ์

การกระจายตัวของขนาดอนุภาคหมึกพิมพ์ที่ใช้สารยึดจากพอลิแล็กโทอิมัลชันผสม PEG ที่ 10% มีลักษณะการกระจายตัวดังแสดงในภาพที่ 23 โดยขนาดอนุภาคของหมึกพิมพ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 283.3 นาโนเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยนี้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากขนาดอนุภาคของสารสีสีดำที่ใช้ในการเตรียมหมึกพิมพ์ (ดังแสดงในภาพที่ 24 ซึ่งพบว่า มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 181.6 นาโนเมตร) และขนาดอนุภาคของพอลิแล็กโทอิมัลชันที่เตรียมขึ้น ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 750.6 นาโนเมตร ดังนั้นจึงส่งผลโดยรวมต่อขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ยของหมึกพิมพ์



ภาพที่ 23: การกระจายของขนาดอนุภาคของหมึกพิมพ์ที่ใช้สารยึดจากพอลิแล็กโทดิมัลชัน



ภาพที่ 24: ภาพถ่าย TEM ของอนุภาคของสารสีสีดำที่ใช้ในการเตรียมหมึกพิมพ์

2.2. สมบัติของหมึกพิมพ์

หมึกพิมพ์ที่เตรียมได้มีแรงตึงผิว 30.4 มิลลินิวตันต่อเมตร (ดังแสดงในตารางที่ 15) ซึ่งเป็นแรงตึงผิวที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากการเติมสารลดแรงตึงผิวในหมึกพิมพ์จึงส่งผลต่อแรงตึงผิวของหมึกพิมพ์ ซึ่งส่งผลให้หมึกพิมพ์มีแนวโน้มที่สามารถเปียกผิวกระดาษได้เมื่อทำการพิมพ์ นอกจากนี้การใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิก ส่งผลให้ค่าศักย์ซีต้า (Zeta potential) ของหมึกพิมพ์มีค่าเป็นลบ ดังนั้นเสถียรภาพ

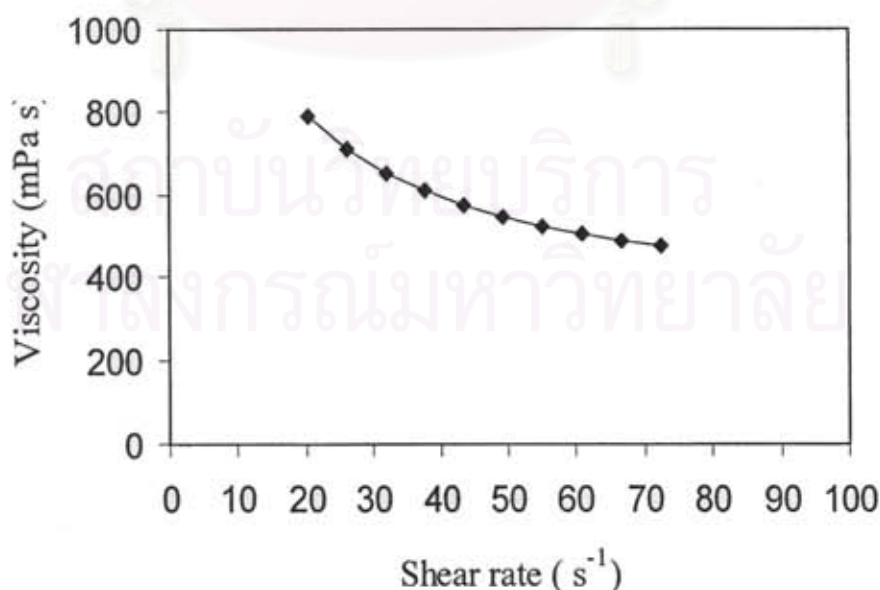
ของอนุภาคในหมึกพิมพ์จึงเป็นแบบประจุไฟฟ้า และร้อยละปริมาณของแข็ง (%solids content) ในหมึกพิมพ์ที่ตรวจวัดได้คือ 26.1

ตารางที่ 15: สมบัติของหมึกพิมพ์ที่เตรียมได้

สมบัติของหมึกพิมพ์	ค่าที่ตรวจวัดได้
แรงตึงผิว (mN/m)	30.4±0.06
ค่าศักย์ซีต้า (mV)	-7.6±0.3
ร้อยละปริมาณของแข็ง (%solids content)	26.1±0.59

2.3. ความหนืดของหมึกพิมพ์

ทำการตรวจสอบหมึกพิมพ์ที่เตรียมได้ โดยตรวจวัดความหนืดที่อัตราเฉือน 2.9 ถึง 72.5 s^{-1} ที่อุณหภูมิ 25 °C ผลแสดงในภาพที่ 25 ซึ่งความหนืดของหมึกพิมพ์ที่อัตราส่วนของสารสีร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก พบว่ามีสมบัติการไหลแบบพฤติกรรมแรงเฉือนลด คือเมื่ออัตราเฉือนเพิ่มขึ้น ความหนืดของหมึกพิมพ์ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสีและสารยึดแบบอ่อนซึ่งสามารถพังทลายลงเมื่อได้รับแรงเฉือน ช่วงความหนืดของหมึกพิมพ์ที่วัดได้คือ 473-788 มิลลิพาสคัลวินาที (mPaS)



ภาพที่ 25: ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดของหมึกพิมพ์และอัตราเฉือน ที่อุณหภูมิ 25 °C

ผลการทดลองตอนที่ 3: การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์

การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้จากการใช้เครื่องเคลือบอัตโนมัติ

1. สมบัติของกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

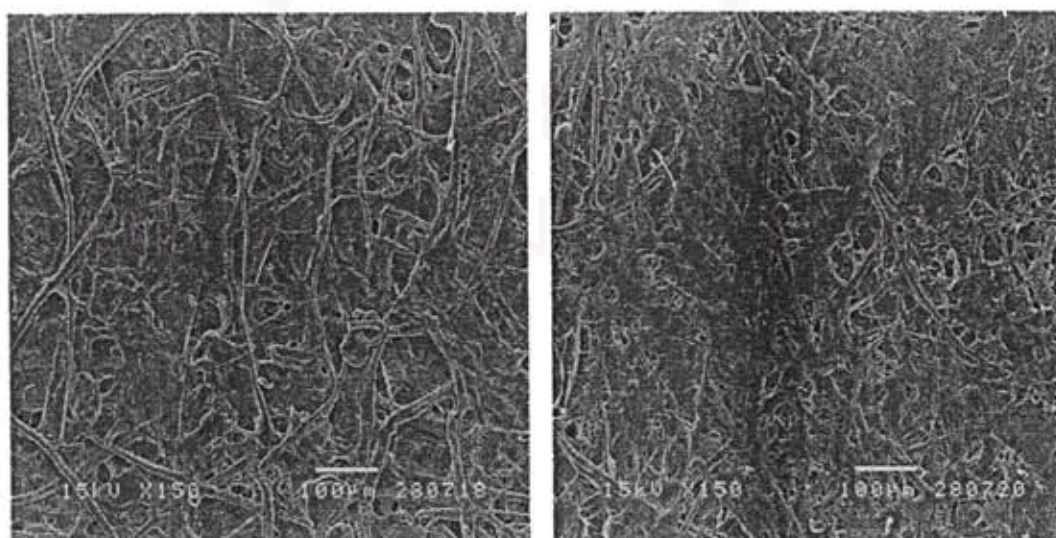
1.1. น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษและความชื้นของกระดาษ

จากการตรวจสอบน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษและความชื้นของกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ได้สารกันซึม AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ผลพบว่ากระดาษทั้ง 2 ชนิด มีน้ำหนักมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันที่ 68.8 กรัมต่อตารางเมตร แต่มีความชื้นที่ไม่เท่ากัน (ตารางที่ 16) เนื่องจากปริมาณของสารกันซึมที่ได้ในกระดาษแตกต่างกัน กระดาษที่มีปริมาณของสารกันซึมสูงกว่า (ที่ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง) มีความชื้นในกระดาษที่ต่ำกว่ากระดาษที่มีปริมาณสารกันซึมต่ำกว่า (ที่ 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง)

ตารางที่ 16: น้ำหนักมาตรฐานและความชื้นของกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ได้ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

ชนิดกระดาษ	น้ำหนักมาตรฐาน (g/m ²)	ความชื้น (%)
0.1% AKD	68.78 ± 0.10	6.34 ± 0.52
0.3% AKD	68.88 ± 0.03	4.50 ± 0.95

1.2 ลักษณะของผิวหน้ากระดาษส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)



(ก)

(ข)

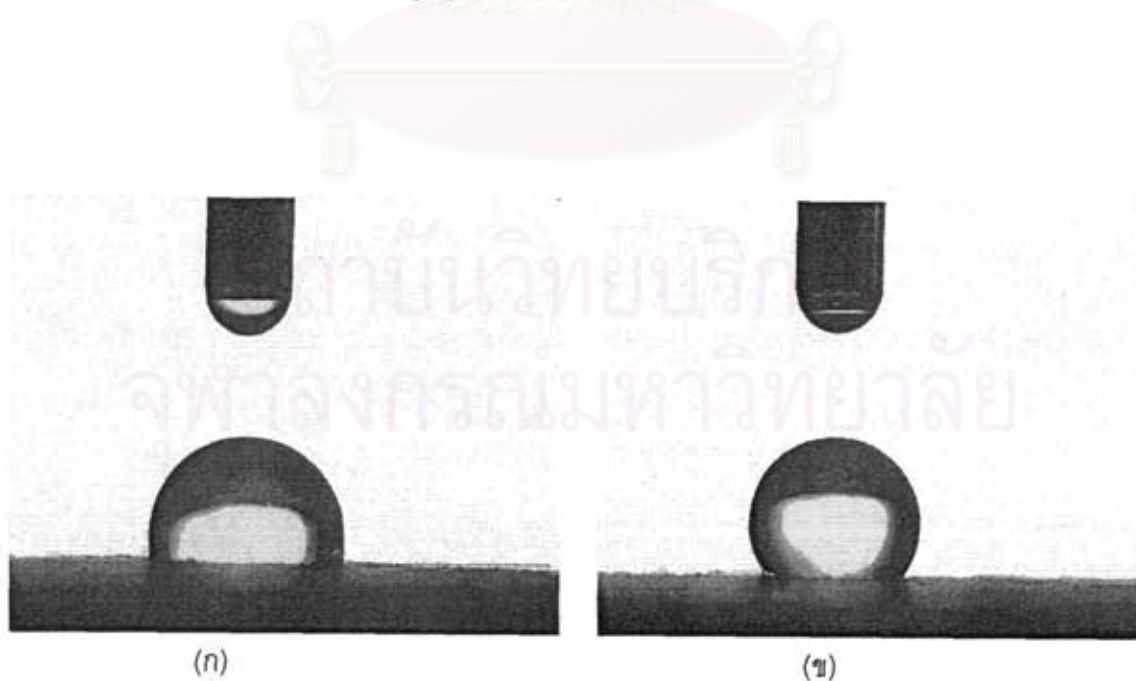
ภาพที่ 26: ภาพถ่าย SEM ของผิวหน้ากระดาษจากปาล์มน้ำมัน

(ก) ชนิดที่ได้ AKD 0.1 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (ข) ชนิดที่ได้ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

กระดาษที่มีการเติม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (ภาพที่ 26) สังเกตเห็นว่าความมีรูพรุนของกระดาษที่ผิวกระดาษมากกว่ากระดาษที่เติม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เนื่องจากการเติมสารกันซึมในปริมาณที่สูงกว่าส่งผลให้กระดาษมีรูพรุนที่ผิวต่ำลง ซึ่งลักษณะที่ผิวหน้ากระดาษจะส่งผลต่อความชอบน้ำ ความมันวาวและความเรียบของกระดาษก่อนพิมพ์ดังจะได้อธิบายในผลการทดลองต่อไป

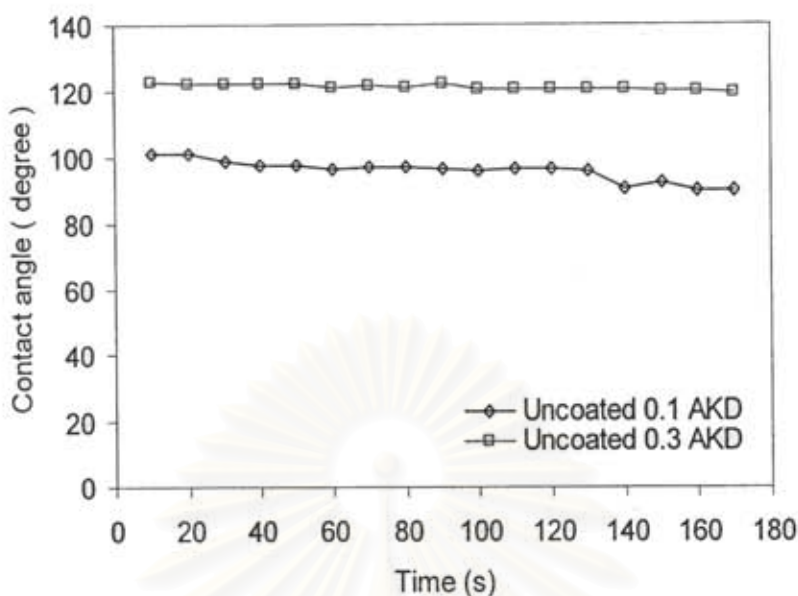
1.3. ความชอบน้ำของกระดาษ (ตรวจสอบด้วยการวัดมุมสัมผัสของน้ำบนผิวกระดาษ)

การตรวจสอบความชอบน้ำของกระดาษจากปาล์มน้ำมันก่อนทำการพิมพ์ ทำโดยการวัดมุมสัมผัสของน้ำบนผิวกระดาษ พบว่าหยดน้ำบนกระดาษที่เติม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีมุมสัมผัสของน้ำที่ต่ำกว่ากระดาษที่เติม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (ภาพที่ 27) นอกจากนี้ผลการตรวจวัดค่ามุมสัมผัสของน้ำที่เปลี่ยนไปกับเวลา (ภาพที่ 28) ยังแสดงให้เห็นว่า กระดาษที่เติม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้งมีค่ามุมสัมผัสของน้ำสูงกว่า โดยมุมสัมผัสเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 123.6 องศา ซึ่งสูงกว่ากระดาษที่เติม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ซึ่งมุมสัมผัสเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 102.6 องศา ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณการเติมสารกันซึมที่สูงกว่าส่งผลให้ผิวหน้ากระดาษมีความไม่ชอบน้ำ ดังนั้นมุมสัมผัสของน้ำจึงมีค่าสูง และเมื่อทำการทดสอบหยดน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 180 วินาที จะสังเกตเห็นว่ามุมสัมผัสของน้ำบนผิวกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง จะมีค่าค่อนข้างคงที่กว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง แสดงให้เห็นว่าการเติม AKD ในปริมาณที่สูงกว่า ส่งผลให้กระดาษมีสมบัติความต้านทานการซึมของน้ำเข้าผิวกระดาษได้ดีกว่า และมีปริมาณรูพรุนที่ผิวกระดาษต่ำกว่า



ภาพที่ 27: ภาพมุมสัมผัสของน้ำบนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่เวลา 10 วินาที

(ก) ชนิดที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (ข) ชนิดที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง



ภาพที่ 28: ความสัมพันธ์ระหว่างมุมสัมผัสของน้ำกับเวลาของกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

1.4. ความมันวาว ความเรียบและความต้านทานการถอนผิวของกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

จากตารางที่ 17 กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความเรียบสูงกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากความเรียบของกระดาษส่งผลต่อเวลาที่อากาศเดินทางผ่านผิวกระดาษที่แนบชิดกับเครื่องตรวจวัด กระดาษที่มีผิวเรียบสูงกว่าใช้เวลานานกว่ากระดาษที่มีผิวเรียบต่ำกว่า ผลความเรียบที่ได้นี้มีความสอดคล้องกับภาพถ่าย SEM ของผิวกระดาษ (ภาพที่ 26) ซึ่งจะสังเกตเห็นว่ากระดาษที่เติม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความเรียบที่ผิวดีกว่า นอกจากนี้กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ส่งผลให้มีความต้านทานการถอนผิวสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารกันซึมช่วยประสานเส้นใยเข้าด้วยกันได้ดีกว่า จึงส่งผลให้มีความแข็งแรงที่ผิวดีกว่า อย่างไรก็ตาม ความมันวาวของกระดาษทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นปริมาณของสารกันซึมที่เติมไม่ส่งผลมากนักต่อความมันวาวของกระดาษทั้งสองชนิด

ตารางที่ 17: ความมันวาว ความเรียบ และความต้านทานการถอนผิวของกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

ชนิดกระดาษ	ความมันวาว (%)	ความเรียบ (Second)	ความต้านทานการถอนผิว (N/m)
0.1% AKD	6.10 ± 0.07	5.80 ± 0.46	0.062
0.3% AKD	6.08 ± 0.28	8.86 ± 0.84	0.073

2. คุณภาพงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

2.1. น้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

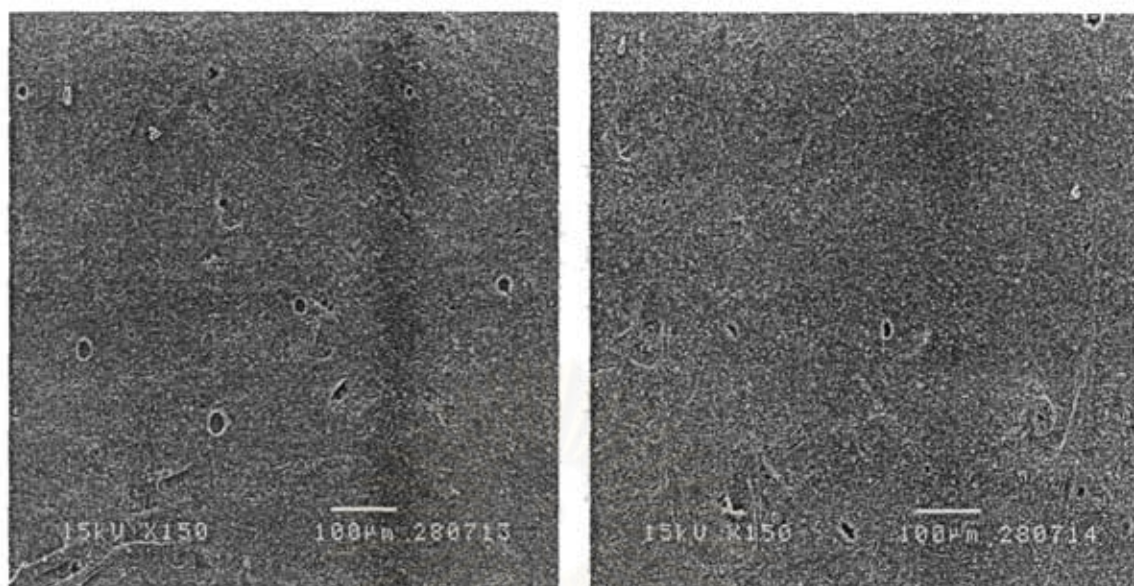
ตารางที่ 18 แสดงน้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด พิมพ์ที่ความหนาของหมึกพิมพ์ขณะเปียกที่ 12 และ 24 ไมโครเมตร ผลพบว่าการพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร ส่งผลให้มีน้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษสูงการพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร การพิมพ์บนกระดาษที่มีปริมาณ AKD 0.1% มีแนวโน้มของน้ำหนักหมึกพิมพ์บนกระดาษสูงกว่าการพิมพ์บนกระดาษที่มีปริมาณ AKD 0.3% ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% มีความพรุนที่ผิวหน้ากระดาษสูงกว่าหมึกพิมพ์มีการซึมลงไปใ้ผิวกระดาษได้บางส่วน จึงส่งผลให้น้ำหนักของหมึกพิมพ์บนผิวกระดาษเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 18: น้ำหนักของหมึกพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยมีความหนาของหมึกพิมพ์ขณะเปียกแตกต่างกัน

ชนิดกระดาษ	น้ำหนักหมึกพิมพ์บนกระดาษ (g/m ²)	
	ความหนา 12 ไมโครเมตร	ความหนา 24 ไมโครเมตร
0.1% AKD	17.03 ± 0.64	21.78 ± 0.48
0.3% AKD	15.70 ± 0.56	20.50 ± 0.15

2.2. สันฐานวิทยาของกระดาษหลังพิมพ์

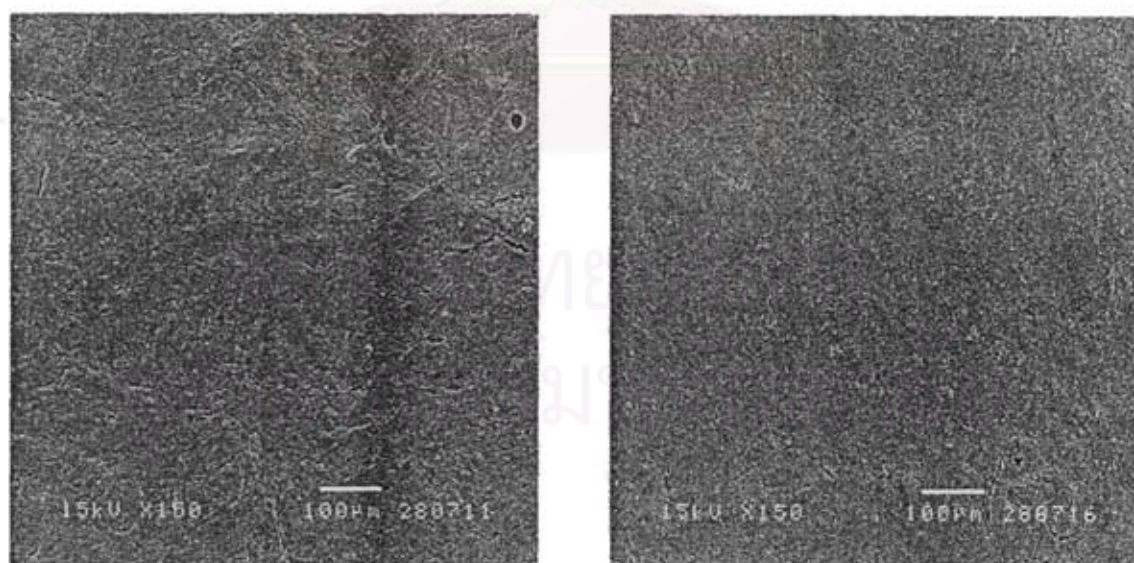
สันฐานวิทยาของกระดาษจากปาล์มน้ำมันทั้งสองชนิด คือที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง หลังทำการพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ที่เตรียมได้ ที่ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร โดยใช้แท่งปาดหมึกแบบขดลวด ซึ่งเป็นเครื่องเคลือบอัตโนมัติ (K Control coater) แสดงในภาพที่ 29 และภาพที่ 30 จากผลการทดลองพบว่า การพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร สามารถปิดผิวกระดาษได้ดีกว่าการพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร และการพิมพ์หมึกพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ส่งผลให้ได้การปิดผิวของหมึกพิมพ์ที่ดีกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระดาษที่เติม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความเรียบที่ดีกว่าและมีรูพรุนที่ผิวกระดาษต่ำกว่า ส่งผลให้ได้ชั้นความหนาของหมึกพิมพ์ที่สม่ำเสมอกว่าบนผิวกระดาษ



(ก)

(ข)

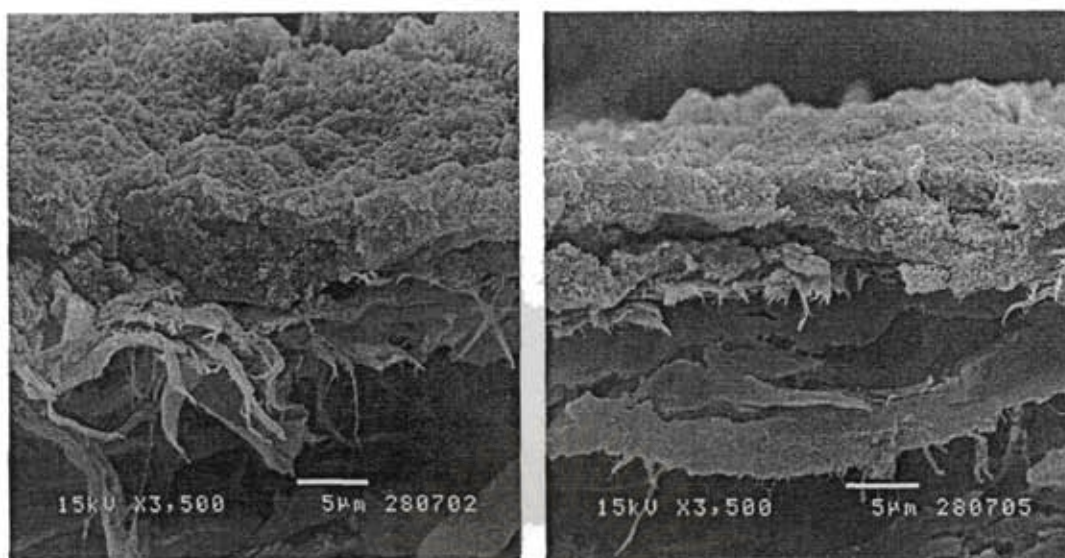
ภาพที่ 29: ภาพถ่าย SEM ผิวน้ำงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความหนาหมึกพิมพ์ขณะเปียก 12 ไมโครเมตร (ก) ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (ข) ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง



(ก)

(ข)

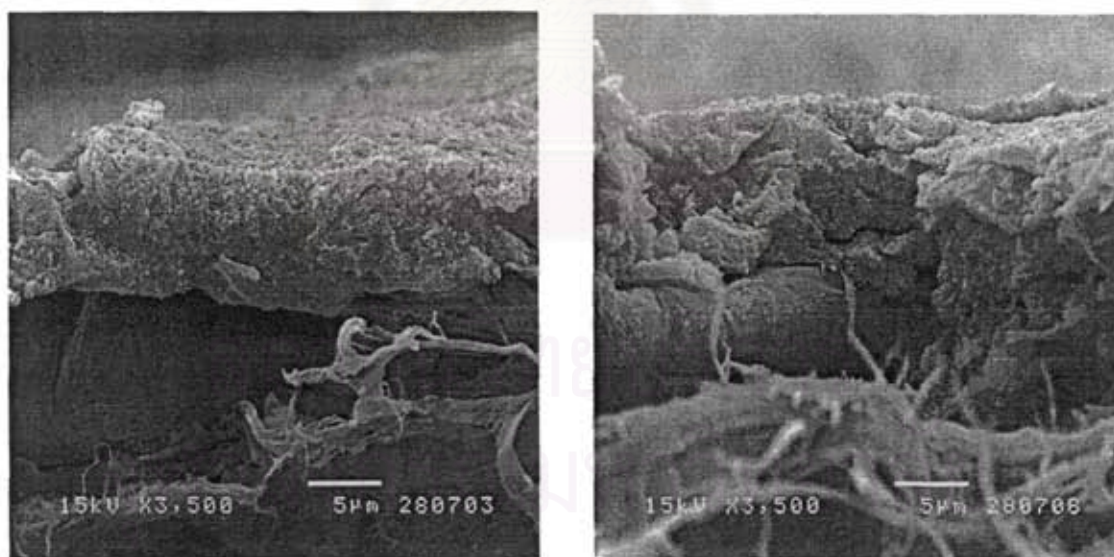
ภาพที่ 30: ภาพถ่าย SEM ผิวน้ำงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความหนาหมึกพิมพ์ขณะเปียก 24 ไมโครเมตร (ก) ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (ข) ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง



(ก)

(ข)

ภาพที่ 31: ภาพถ่ายตัดขวาง SEM ผิวหน้างานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความหนาหมึกพิมพ์ ขณะเปียก 12 ไมโครเมตร (ก) ใส AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ใส AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ



(ก)

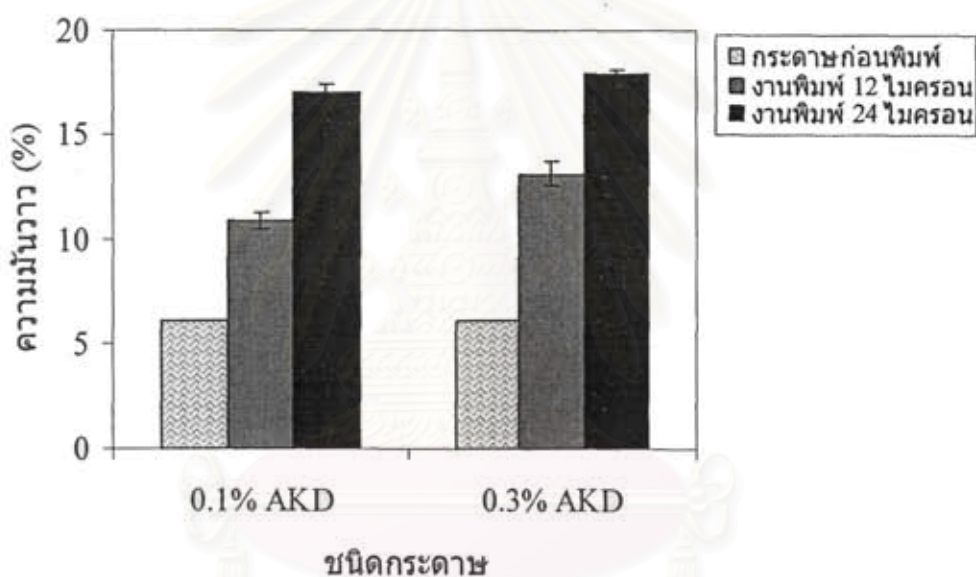
(ข)

ภาพที่ 32: ภาพถ่ายตัดขวาง SEM ผิวหน้างานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน ที่ความหนาหมึกพิมพ์ ขณะเปียก 24 ไมโครเมตร (ก) ใส AKD 0.1% ของน้ำหนักระดาษ (ข) ใส AKD 0.3% ของน้ำหนักระดาษ

ภาพตัดขวางของงานพิมพ์บนกระดาษที่เติม AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักระดาษ พิมพ์ที่ ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร แสดงในภาพที่ 31 และภาพที่ 32 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงชั้นความ

หนาของหมึกพิมพ์บนผิวหน้าของกระดาษหลังอบแห้ง ผลพบว่าความหนาของหมึกพิมพ์ที่ได้จากการพิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 12 ไมโครเมตร มีความหนาประมาณ 5 ไมโครเมตร หลังอบแห้ง และเมื่อทำการพิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร มีความหนาประมาณ 8-10 ไมโครเมตร หลังอบแห้ง ซึ่งจะสังเกตเห็นถึงความสม่ำเสมอของความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ที่ต่ำกว่าการพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร นอกจากนี้กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ส่งผลให้ได้ชั้นของหมึกพิมพ์ที่มีความหนามากกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความพรุนที่ผิวหน้ากระดาษที่มีต่ำกว่า

2.3. ความมันวาวและความเรียบของกระดาษหลังพิมพ์



ภาพที่ 33: ความมันวาวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร

ผลความมันวาวของงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันทั้งสองชนิด คือ ที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมโครเมตร แสดงในภาพที่ 33 จากผลการทดลองพบว่า ความมันวาวของกระดาษหลังพิมพ์มีค่าสูงกว่ากระดาษก่อนพิมพ์ เหตุผลเนื่องมาจากความมันวาวที่ได้เสริมมาจากสารยึดพอลิเล็กไทด์ในหมึกพิมพ์ ซึ่งกระดาษทั้งสองชนิดก่อนพิมพ์มีความมันวาวที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ที่เตรียมได้ กลับพบว่าความมันวาวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าสูงกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ทั้งที่ความหนา 12 และ 24 ไมโครเมตร ทั้งนี้เนื่องจากกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความพรุนที่ผิวสูงกว่าและมีความเรียบต่ำกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อ

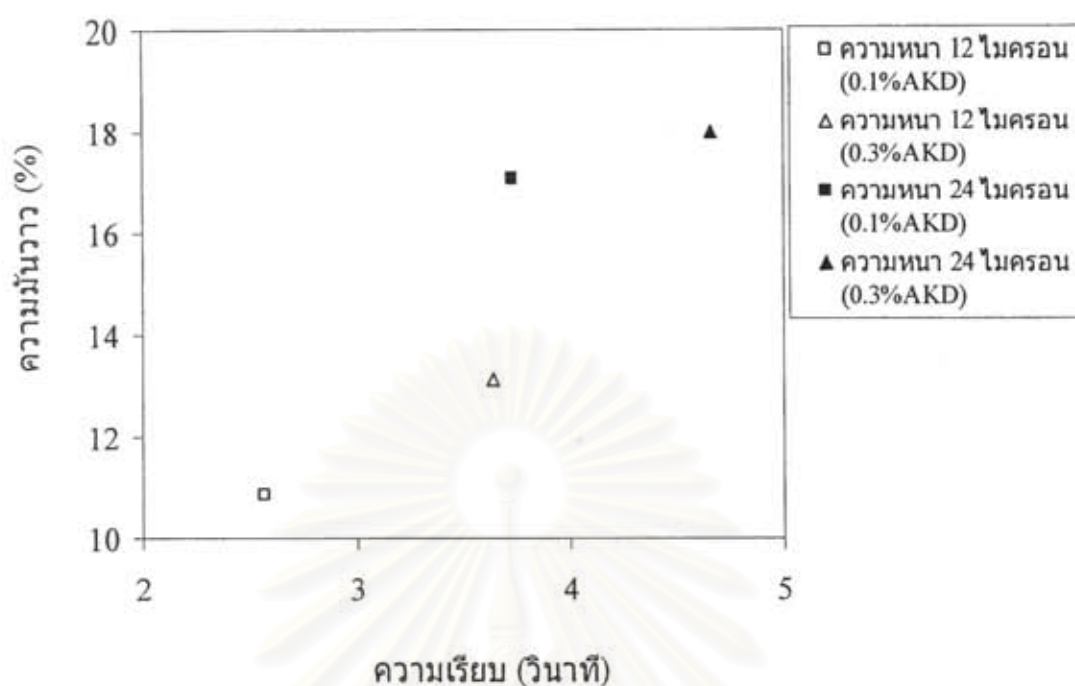
แห้ง ทำให้หมึกพิมพ์สามารถดูดซึมลงไปใ้เนื้อกระดาษได้บางส่วน ส่งผลให้ความสม่ำเสมอของชั้นหมึกพิมพ์บนผิวกระดาษต่ำกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง นอกจากนี้ความมันวาวของงานพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร มีค่าสูงกว่างานพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความหนาของชั้นหมึกพิมพ์มีผลต่อความมันวาวของงานพิมพ์

ตารางที่ 19 แสดงค่าความเรียบของงานพิมพ์ โดยงานพิมพ์ที่ให้อากาศผ่านผิวหน้าได้เร็วแสดงว่ามีความเรียบของงานพิมพ์ต่ำกว่าที่ให้อากาศผ่านผิวหน้าได้ช้า ดังนั้น กระดาษที่มีความเรียบสูงการไหลผ่านของอากาศบนผิวหน้าจะใช้เวลานานกว่ากระดาษที่มีความเรียบต่ำ จากผลพบว่างานพิมพ์บนกระดาษทั้งสองชนิดมีความเรียบที่ต่ำกว่ากระดาษก่อนพิมพ์ (ตารางที่ 17 เปรียบเทียบกับตารางที่ 19) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเคลือบหมึกพิมพ์ด้วยเครื่องเคลือบอัตโนมัติโดยใช้แท่งปาดหมึก (K bar) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเรียบของงานพิมพ์ที่ได้ อย่างไรก็ตามงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความเรียบสูงกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และความเรียบของงานพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร มีค่าสูงกว่างานพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร ซึ่งสามารถอธิบายโดยใช้เหตุผลเดียวกับความมันวาวของงานพิมพ์ในส่วนก่อนหน้า

ตารางที่ 19: ความเรียบของงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยมีความหนาของหมึกพิมพ์ขณะเป็ยกแตกต่างกัน

ชนิดกระดาษ	ความเรียบงานพิมพ์ (Second)	
	ความหนา 12 ไมโครเมตร	ความหนา 24 ไมโครเมตร
0.1% AKD	2.57 ± 0.12	3.73 ± 0.29
0.3% AKD	3.63 ± 0.12	4.67 ± 0.12

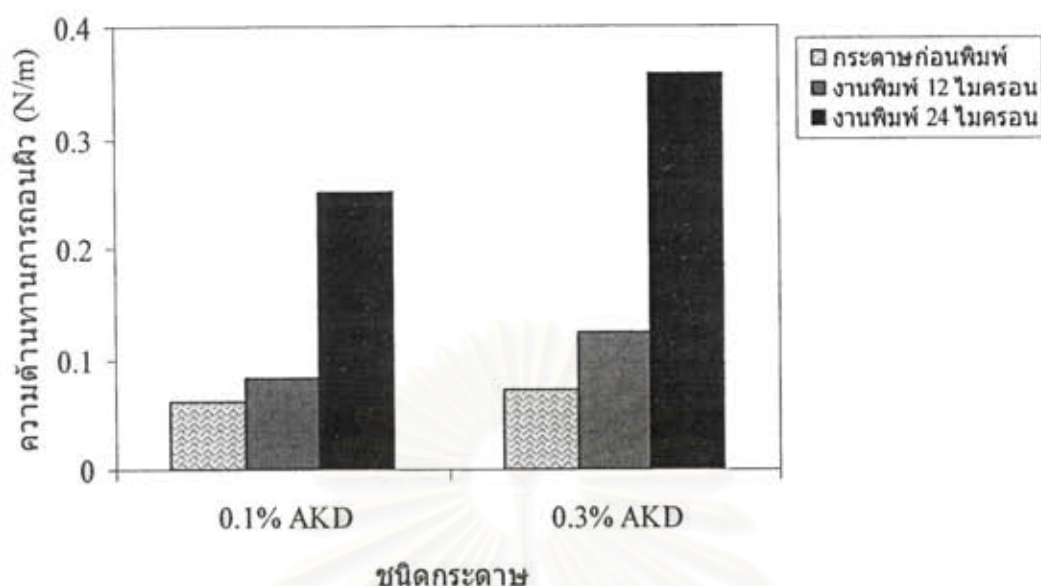
ผลจากความสัมพันธ์ระหว่างความมันวาวและความเรียบของงานพิมพ์บนกระดาษสองชนิดที่ความหนา 12 และ 24 ไมโครเมตร ดังปรากฏในภาพที่ 34 แสดงให้เห็นว่า งานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความเรียบสูงกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่เติม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ส่งผลให้งานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความมันวาวสูงกว่า นอกจากนี้งานพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตรมีความมันวาวและความเรียบสูงกว่างานพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร จึงสามารถสรุปได้ว่าความมันวาวของงานพิมพ์ที่เพิ่มขึ้นเกิดจากความหนาของชั้นหมึกพิมพ์และความเรียบของกระดาษที่มีมากขึ้น โดยงานพิมพ์ที่มีความหนาและกระดาษที่มีความเรียบสูงกว่าจะส่งผลให้ความมันวาวของงานพิมพ์มีเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 34: ความสัมพันธ์ระหว่างความมันวาวและความเรียบของงานพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ที่ความหนาขณะเป็ยก 12 และ 24 ไมโครเมตร

2.4. ความต้านทานการถอนผิวของกระดาษหลังพิมพ์

ความต้านทานการถอนผิวบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันทั้งสองชนิด คือ ที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ก่อนและหลังพิมพ์ที่ความหนาขณะเป็ยก 12 และ 24 ไมโครเมตร แสดงในภาพที่ 35 จากผลการทดลองพบว่างานพิมพ์บนกระดาษทั้งสองชนิดมีค่าความต้านทานการถอนผิวสูงกว่ากระดาษก่อนพิมพ์ แสดงให้เห็นถึงผลการยึดติดระหว่างหมึกพิมพ์ที่เตรียมกับผิวกระดาษ ซึ่งมีการยึดติดในระดับที่สูงกว่าสารกันซึมในกระดาษ ค่าความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง พิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร มีค่าเท่ากับ 0.12 นิวตันต่อเมตร ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ที่มีค่าเท่ากับ 0.08 นิวตันต่อเมตร แสดงให้เห็นถึงการยึดติดของหมึกพิมพ์เกิดขึ้นได้ดีกว่าบนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เนื่องจากมีความเรียบของกระดาษที่สูงกว่า ส่วนค่าความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร สำหรับกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าเท่ากับ 0.36 นิวตันต่อเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าเท่ากับ 0.25 นิวตันต่อเมตร ดังนั้นการพิมพ์หมึกพิมพ์ที่ความหนาสูงขึ้นส่งผลให้การยึดติดระหว่างหมึกพิมพ์และกระดาษดีขึ้นตามไปด้วย



ภาพที่ 35: ค่าความต้านทานการถอนผิวบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของ น้ำหนักเยื่อแห้ง ก่อนและหลังพิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 12 และ 24 ไมครอน

การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์ที่พิมพ์ได้จากการใช้เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้

1. คุณภาพของภาพพิมพ์บริเวณพื้นตาย

การวิจัยนี้กำหนดสภาวะการพิมพ์ภาพบริเวณพื้นตาย โดยการใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีความละเอียด (Ink anilox resolution) แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 150 เส้นต่อนิ้ว (lpi), 200 lpi, 250 lpi และ 350 lpi หรือคิดเป็นปริมาตรบ่อหมึก (Cell volume) 16 ml/m^2 , 11 ml/m^2 , 9 ml/m^2 และ 7 ml/m^2 ตามลำดับ ทั้งหมด 4 สภาวะ เมื่อถ่ายโอนหมึกพิมพ์ลงแม่พิมพ์เพล็กซ์ไครราฟิแล้ว ทำการพิมพ์ลงบนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด คือกระดาษจากปาล์มน้ำมันซึ่งผสมสารกันซึม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และกระดาษจากปาล์มน้ำมันซึ่งผสมสารกันซึม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพของภาพพิมพ์พื้นตาย 2 ลักษณะ คือ ความดำ (Print Density) โดยการวัดค่าด้วยเครื่องวัดความดำ และความเรียบสม่ำเสมอ (Evenness) โดยวิเคราะห์ค่าจากภาพสแกนจากเครื่องกราฟแบบแท่นราบ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

1.1. ความดำ (Print Density)

ตารางที่ 20: ค่าเฉลี่ยความดำบริเวณพื้นตายเมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก (Ink anilox resolution) 4 ระดับ บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน

ชนิดกระดาษ	ค่าเฉลี่ยความดำบริเวณพื้นตาย (Average print density of solid area)			
	Ink resolution 150 lpi (16 ml/m ²)	Ink resolution 200 lpi (11 ml/m ²)	Ink resolution 250 lpi (9 ml/m ²)	Ink resolution 350 lpi (7 ml/m ²)
0.1% AKD	1.2909	1.2838	1.2016	0.9634
0.3% AKD	1.2883	1.2801	1.2262	0.9991

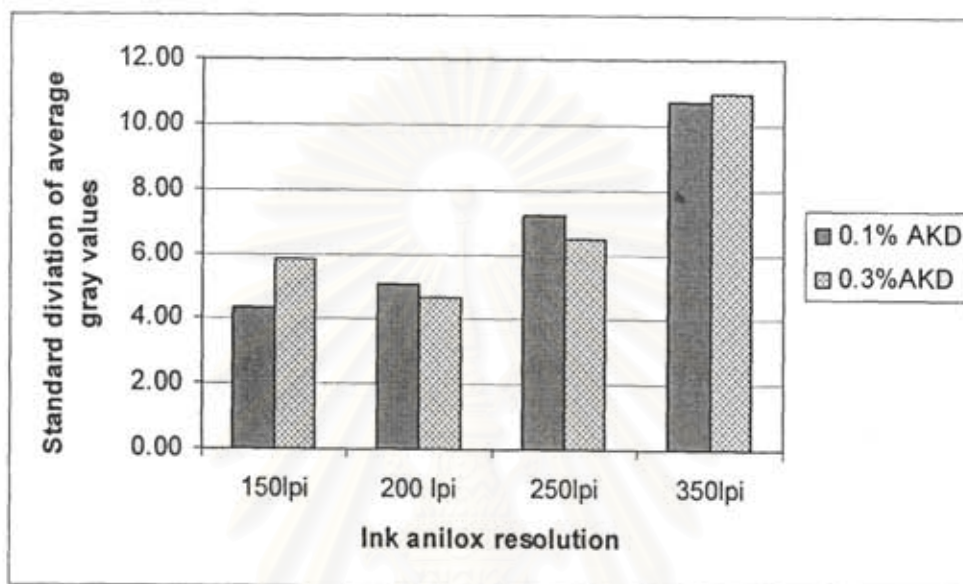
จากตารางที่ 20 พิจารณาเปรียบเทียบค่าความดำเฉลี่ยบริเวณพื้นตายระหว่างกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เมื่อพิมพ์ด้วยปริมาตรหมึกเท่ากัน พบว่า

- เมื่อใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกละเอียด 150 lpi ซึ่งมีปริมาตรมากที่สุด กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าความดำน้อยกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันผสม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เท่ากับ 0.0027
- เมื่อใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกละเอียด 200 lpi กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าความดำน้อยกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันผสม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เท่ากับ 0.0037
- เมื่อใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกละเอียด 250 lpi กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าความดำมากกว่ากระดาษเยื่อปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เท่ากับ 0.0246
- เมื่อใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกละเอียด 350 lpi ซึ่งมีปริมาตรหมึกน้อยที่สุด กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าความดำมากกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เท่ากับ 0.0357

เมื่อใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีปริมาตรหมึกพิมพ์ 7 และ 9 ml/m² (250 และ 350 lpi) หมึกพิมพ์มีการซึมลงสู่เนื้อกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% มากกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ทำให้เห็นเนื้อกระดาษมากกว่า ค่าความดำจึงน้อยกว่า ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่าความดำเมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งหมึกที่มีปริมาตรหมึกพิมพ์ 11 และ 16 ml/m² (150 และ 200 lpi) ค่าความดำบริเวณพื้นตายบนกระดาษทั้ง 2 ชนิด มีค่าแตกต่างกันน้อยมาก (แตกต่างที่ทศนิยมตำแหน่งที่ 3) อธิบายได้ว่าเมื่อพิมพ์หมึกพิมพ์ปริมาตรมากขึ้นจนถึงระดับที่หมึกซึมลงไปเนื้อกระดาษเต็มที่ และความหนาของชั้นฟิล์มหมึกที่

เหลือกองอยู่บนผิวหน้ากระดาษหนาจนไม่สามารถเห็นทะลุถึงผิวกระดาษได้แล้ว ความหนาของชั้นฟิล์มหมึกจะไม่มีผลต่อค่าความดำอีกต่อไป ค่าความดำจะคงที่ที่ค่าความดำซึ่งเป็นค่าสูงสุดของหมึกพิมพ์นั้น

1.2. ความเรียบสม่ำเสมอ (Evenness)



ภาพที่ 36: ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เฉลี่ยของค่าระดับสีเทาของภาพสแกนบริเวณพื้นตาย ซึ่งพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกละเอียด 150 lpi, 200 lpi, 250 lpi และ 350 lpi บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

ความเรียบสม่ำเสมอของภาพพิมพ์บริเวณพื้นตาย สามารถพิจารณาได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีเทาของภาพพิมพ์สแกนบริเวณพื้นตาย โดยทั่วไปเมื่อทำการพิมพ์พื้นตาย บริเวณพื้นตายนั้นควรมีความเข้มสีเท่ากันทั่วทั้งบริเวณ หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งมีความเข้มสีมากหรือน้อยกว่าบริเวณส่วนใหญ่ ภาพพิมพ์พื้นตายก็จะไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นหากภาพพิมพ์พื้นตายมีความเรียบสม่ำเสมอแล้ว เมื่อนำไปสแกนจะได้ค่าระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลในภาพเท่ากัน หากภาพมีความเรียบสม่ำเสมอน้อย จำนวนพิกเซลที่มีค่าสีเทาแตกต่างออกไปจะมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีเทาก็จะมากขึ้นไปด้วย

จากภาพที่ 36 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อพิมพ์พื้นตายด้วยลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีความละเอียดต่ำลง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับสีเทาก็มีแนวโน้มต่ำลง ทั้งในภาพพื้นตายที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ นั่นคือเมื่อพิมพ์ด้วยลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีปริมาตรหมึกพิมพ์มากขึ้น จะได้ภาพพิมพ์พื้นตายที่มีแนวโน้มความเรียบสม่ำเสมอมากขึ้น ยกเว้นที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกละเอียด 150 lpi ซึ่งเป็นความละเอียดต่ำที่สุด และได้ชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์บนกระดาษหนาที่สุด กลับมีค่าความ

เบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าที่พิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกละเอียด 200 lpi ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อกระดาษที่ใส่สาร AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง รับหมึกปริมาณมากเกินไปกว่าที่หมึกจะสามารถซึมผ่านผิวกระดาษลงไปได้เร็วพอ หมึกที่ยังไม่สามารถถูกดูดซับลงไปเยื่อกระดาษจึงเหลืออยู่บนผิวด้านบน และถูกถอนกลับขึ้นมาโดยแรงดึงดูดของผิวแม่พิมพ์ ทำให้หมึกที่เหลืออยู่บนกระดาษน้อยลง จึงสามารถปิดผิวกระดาษได้เรียบสม่ำเสมอมากกว่าเมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกละเอียด 200 lpi ซึ่งจ่ายปริมาตรหมึกน้อยกว่า

หากพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างกระดาษ 2 ชนิด เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกละเอียด 200 และ 250 lpi ภาพพื้นตายบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่าที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ผลการทดสอบเช่นนี้มีแนวโน้มเป็นไปตามทฤษฎีที่ว่า กระดาษที่ใส่สารกันซึม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ซึ่งมีความสามารถในการกันซึมได้ดีกว่าจะให้ภาพพิมพ์พื้นตายที่มีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่ากระดาษที่ใส่สารกันซึม AKD เพียง 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

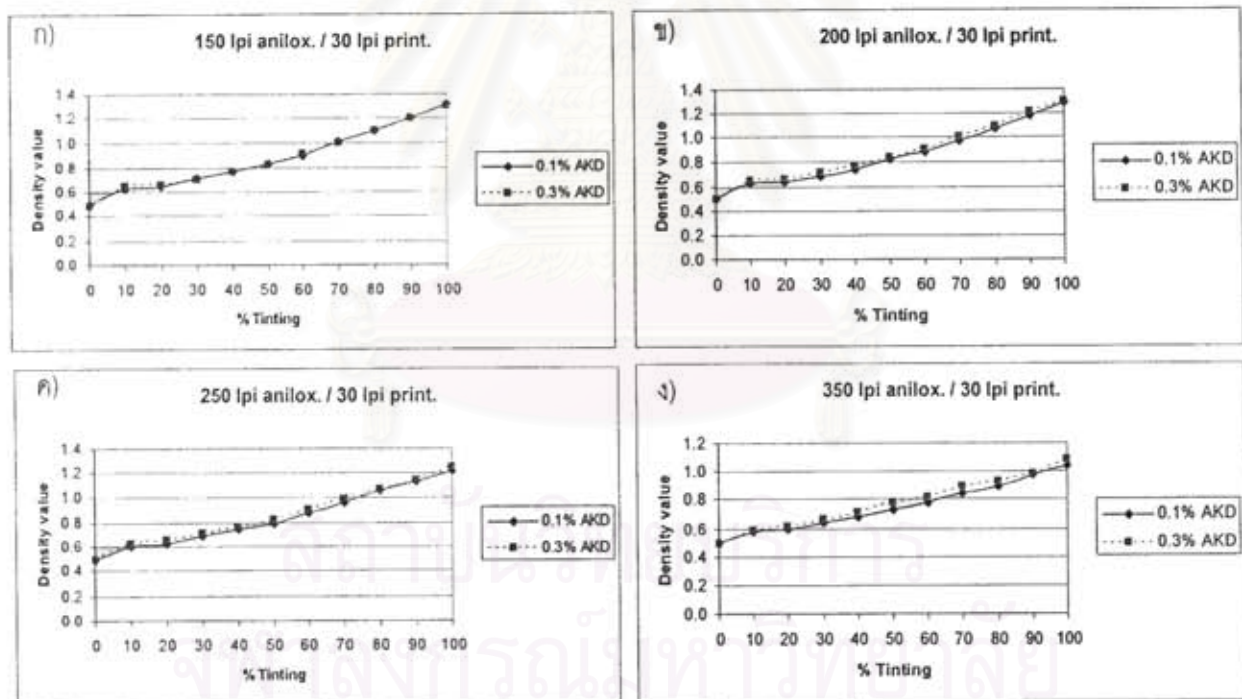
อย่างไรก็ตาม เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกละเอียด 150 และ 350 lpi ภาพพื้นตายบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง กลับมีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่าที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง นั่นเป็นเพราะสาเหตุ 2 ประการ คือ

- เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกละเอียด 150 lpi มีปริมาณหมึกที่จะต้องถูกถ่ายโอนมาก เมื่อพิมพ์หมึกพิมพ์ลงไปบนผิวกระดาษ หมึกพิมพ์ถูกดูดซึมลงไปกระดาษที่ผสมสารกันซึม 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ได้ช้ากว่ากระดาษผสมสารกันซึม 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง หมึกพิมพ์ที่ยังไม่แห้งตัวจึงถูกผิวแม่พิมพ์ดึงดูดกลับขึ้นไปได้มาก ภาพพิมพ์พื้นตายบนกระดาษผสม AKD 0.3% จึงมีความสม่ำเสมอต่ำกว่าภาพพื้นตายบนกระดาษที่มีความสามารถในการดูดซึมหมึกได้ดีกว่าอย่างกระดาษที่ผสม AKD เพียง 0.1%
- เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกละเอียด 350 lpi บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่สารกันซึม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ภาพพื้นตายมีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่าที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เล็กน้อย เนื่องจากลักษณะของกระดาษจากปาล์มน้ำมันซึ่งในเนื้อกระดาษมีเยื่อบางส่วนที่มีสีเข้มกระดาษอยู่ทั่ว เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลลอกที่มีปริมาตรป้อนหมึกน้อย หมึกพิมพ์บนผิวกระดาษมีชั้นฟิล์มบางจนสามารถเห็นผิวกระดาษได้ชัดเจน ความเรียบสม่ำเสมอที่ได้จึงเป็นความเรียบสม่ำเสมอของสีผิวกระดาษร่วมกับความเรียบของหมึกที่พิมพ์อยู่บนผิวกระดาษ ความเรียบสม่ำเสมอของภาพสแกนกระดาษทั้ง 2 ชนิดจึงใกล้เคียงกัน

2. คุณภาพของภาพพิมพ์บริเวณฮา์ฟโทน

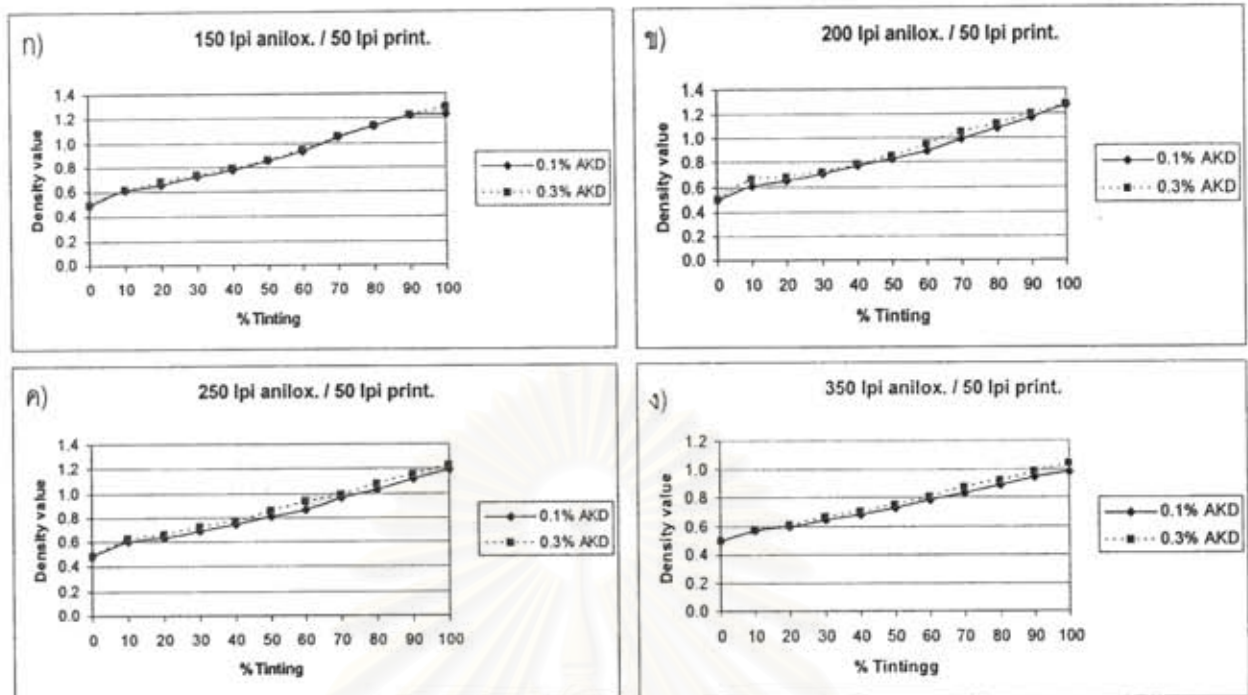
ในการวัดคุณภาพของภาพพิมพ์บริเวณฮา์ฟโทนสำหรับการวิจัยนี้ กำหนดสภาวะการพิมพ์ภาพบริเวณฮา์ฟโทน 2 ขั้นตอน คือ ใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีความละเอียดแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 150 lpi, 200 lpi, 250 lpi และ 350 lpi (หรือคิดเป็นปริมาตรบ่อหมึก 16 ml/m^2 , 11 ml/m^2 , 9 ml/m^2 และ 7 ml/m^2 ตามลำดับ) และใช้ความละเอียดการพิมพ์แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 35, 50, 65 และ 85 เส้นต่อนิ้ว (line per inch, lpi) รวมทั้งหมด 16 สภาวะ พิมพ์ลงบนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด คือ กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพของภาพพิมพ์ฮา์ฟโทน 3 ลักษณะ คือ ความดำช่วงฮา์ฟโทน (Density of halftone) ความเปรียบต่าง (Contrast) และค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) วัดโดยเครื่องวัดความดำ ซึ่งได้ผลดังนี้

2.1. ความดำช่วงฮา์ฟโทน (Density of halftone)



ภาพที่ 37: ค่าความดำบริเวณฮา์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอกและความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น

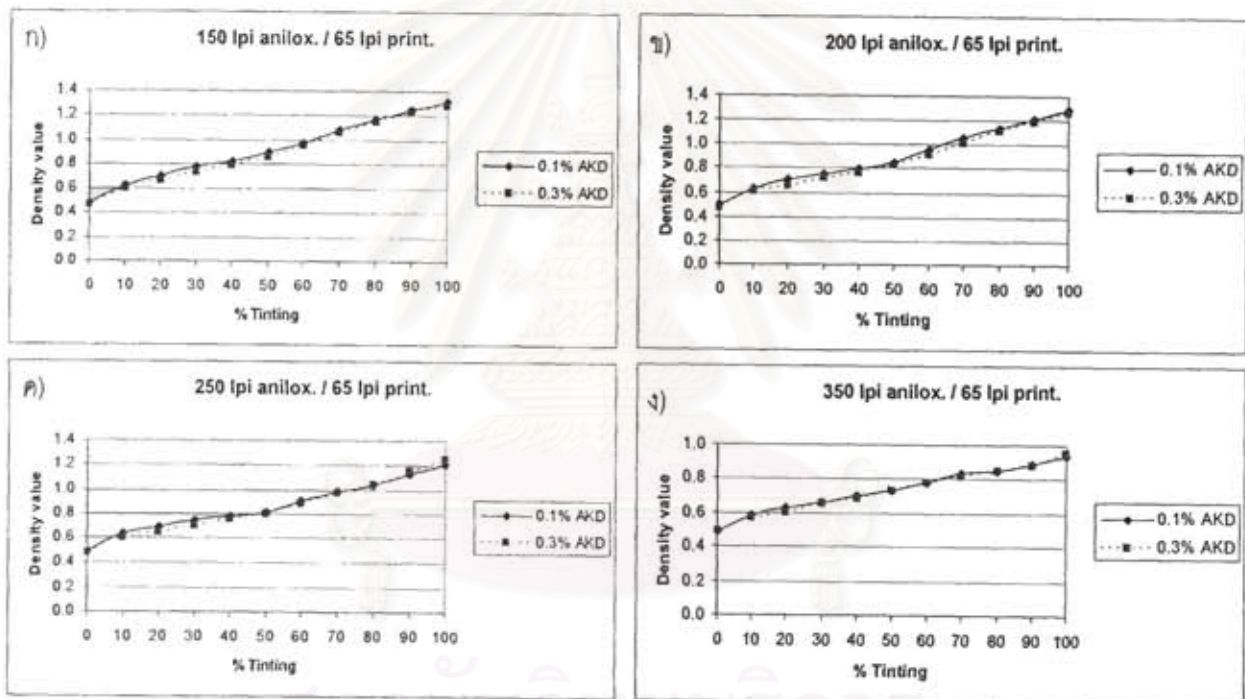
ก) 150 lpi/30 lpi ข) 200 lpi/30 lpi ค) 250 lpi/30 lpi และ ง) 350 lpi/30 lpi



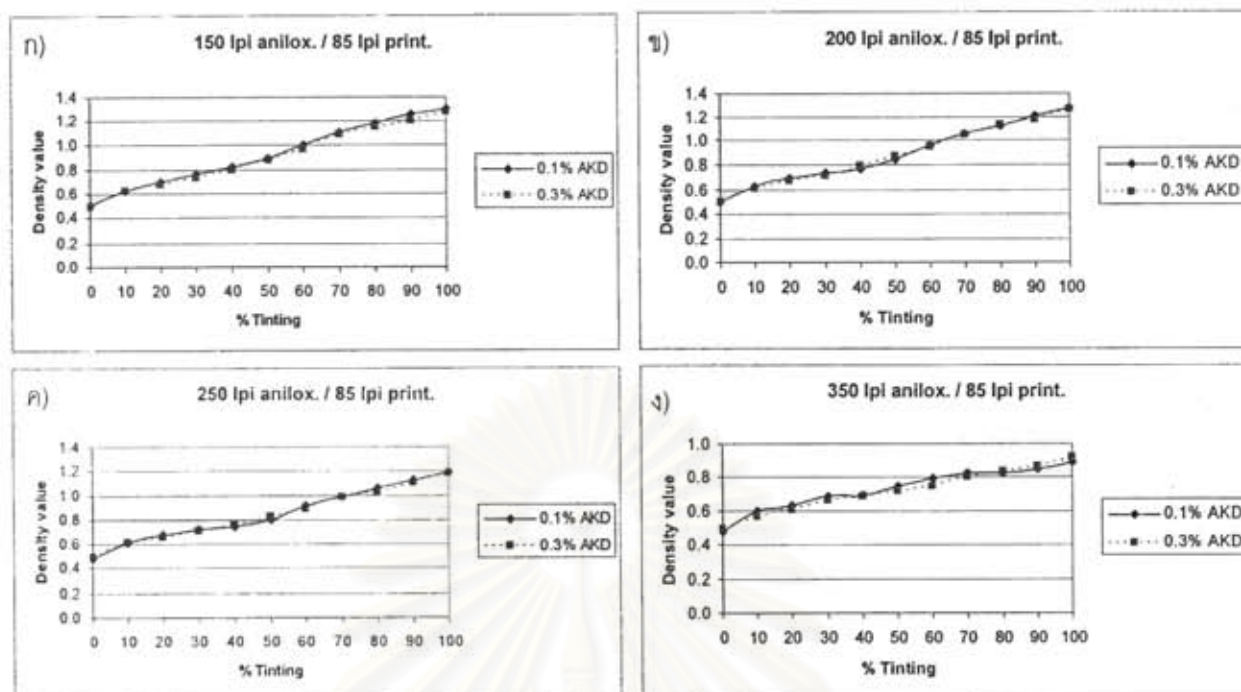
ภาพที่ 38: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอกและความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น
 n) 150 lpi/50 lpi จ) 200 lpi/50 lpi ค) 250 lpi/50 lpi และ ง) 350 lpi/50 lpi

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างภาพฮาล์ฟโทนที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง จากกราฟความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อความละเอียดการพิมพ์เป็น 30 และ 50 lpi ดังแสดงในภาพที่ 37 ก) ถึง ง) และภาพที่ 38 ก) ถึง ง) จะเห็นว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ให้ความดำของภาพฮาล์ฟโทนสูงกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เล็กน้อยทุกช่วงเปอร์เซ็นต์สกรีน (%Tinting) แม้จะใช้ลูกกลิ้งแอนนิลอกที่มีความละเอียดแตกต่างกันก็ตาม นั่นคือกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% มีความสามารถในการกันซึมได้ดีกว่า ทำให้ภาพจุดสกรีนที่มีความสม่ำเสมอและหมึกพิมพ์กองอยู่บนผิวมากกว่า จึงได้ค่าความดำสูงกว่ากระดาษที่ใส่สารกันซึมเพียง 0.1% แม้จะมีความแตกต่างจะไม่มากนัก

แต่เมื่อใช้ความละเอียดการพิมพ์สูงขึ้นเป็น 65 และ 85 lpi (ภาพที่ 39 และ ภาพที่ 40) พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ค่าความดำของภาพฮาล์ฟโทนที่ได้กลับมีแนวโน้มไม่ชัดเจน บางช่วงโทนค่าเท่ากัน บางช่วงมีค่ามากกว่า และบางช่วงมีค่าน้อยกว่า แต่ทั้งนี้ค่าที่ต่างกันนั้นน้อยมาก นั่นอาจเป็นเพราะการพิมพ์ที่ความละเอียดสูงขึ้น (ขนาดเม็ดสกรีนเล็กลง) ทำให้การถ่ายโอนและรับหมึกบนพื้นที่จุดพิมพ์เล็กๆ เป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์เต็มที่ และพื้นที่พิมพ์มีความสม่ำเสมอน้อยกว่าการพิมพ์ด้วยเม็ดสกรีนใหญ่ๆ ทำให้ความแตกต่างในการรับหมึกพิมพ์ของกระดาษจากปาล์มน้ำมันทั้งที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มีค่าน้อยมาก รวมถึงมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน



ภาพที่ 39: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอกและความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น
 ก) 150 lpi/65 lpi ข) 200 lpi/65 lpi ค) 250 lpi/65 lpi และ ง) 350 lpi/65 lpi



ภาพที่ 40: ค่าความดำบริเวณฮาล์ฟโทน 0-100% เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอกและความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น
 ก) 150 lpi/85 lpi ข) 200 lpi/85 lpi ค) 250 lpi/85 lpi และ ง) 350 lpi/85 lpi

หากสังเกตลักษณะกราฟในภาพที่ 37 ถึงภาพที่ 40 เมื่อใช้ความละเอียดการพิมพ์เป็น 30 และ 50 lpi (ภาพที่ 37 และภาพที่ 38) กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงมากกว่าเมื่อใช้ความละเอียดการพิมพ์เป็น 65 และ 85 lpi (ภาพที่ 39 และภาพที่ 40) นั่นคือเมื่อพิมพ์ด้วยเม็ดสกรีนที่ใหญ่กว่า (ความละเอียดการพิมพ์ต่ำ) สามารถควบคุมการไล่โทนให้เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอได้ดีกว่าการพิมพ์ด้วยเม็ดสกรีนที่เล็กกว่า (ความละเอียดการพิมพ์สูง)

2.2. ความเปรียบต่าง (Contrast)

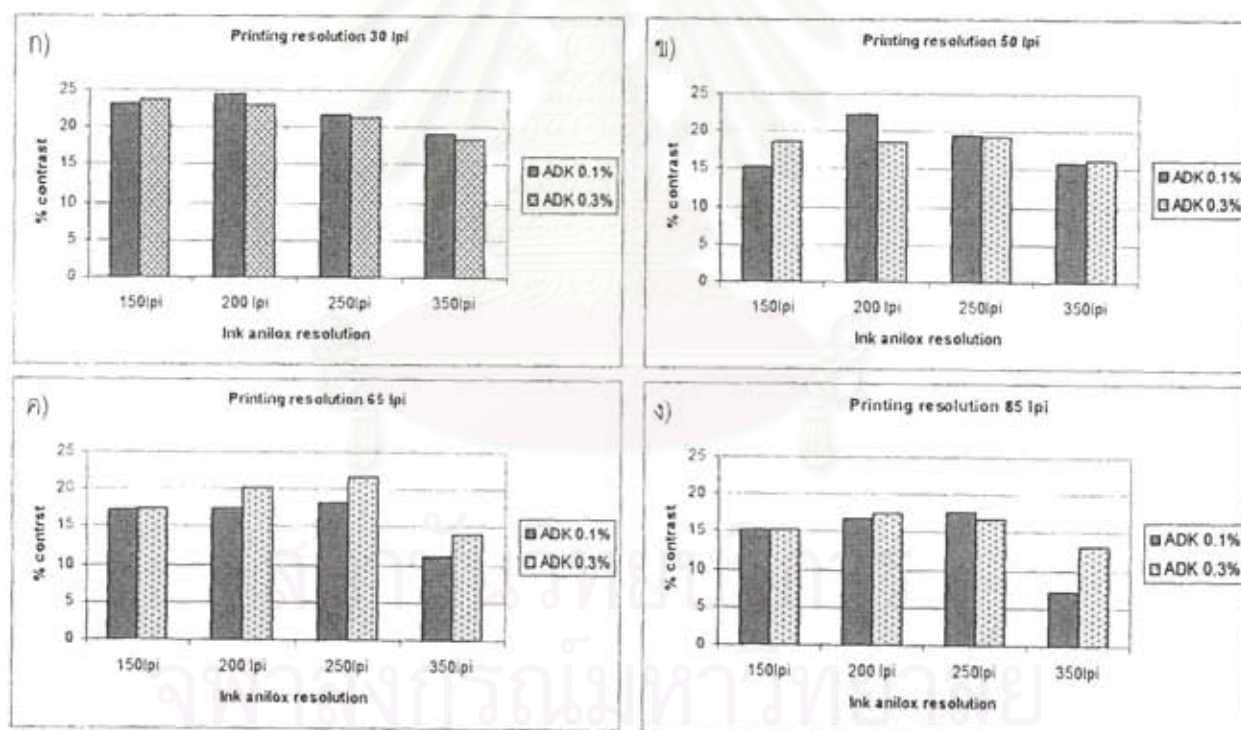
เมื่อพิจารณาภาพที่ 41 โดยเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างระหว่างกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง (โดยพิจารณาจากกราฟแท่งแต่ละคู่) พบว่า

จากภาพ ก) ที่สภาวะความละเอียดการพิมพ์เป็น 30 lpi จะเห็นว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% ทั้ง 4 ระดับความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยส่วนใหญ่กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% มีแนวโน้มให้ค่าความเปรียบต่างสูงกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.3%

จากภาพ ข) ที่สภาวะความละเอียดการพิมพ์เป็น 50 lpi จะเห็นว่าที่สภาวะการพิมพ์ที่ใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 250 และ 350 lpi มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนที่ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 150 lpi กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างสูงกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% แต่เมื่อใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 200 lpi กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% กลับให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างต่ำกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1%

จากภาพ ค) ที่สภาวะความละเอียดการพิมพ์เป็น 65 lpi จะเห็นว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.3% มีแนวโน้มให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างสูงกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ทั้งสิ้น

จากภาพ ง) ที่สภาวะความละเอียดการพิมพ์เป็น 85 lpi กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างเท่ากับกับกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% เมื่อใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 150 lpi และให้ค่าสูงกว่า เมื่อใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 200 และ 250 lpi แต่ให้ค่าต่ำกว่ามากเมื่อใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 350 lpi



ภาพที่ 41: เปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างของงานพิมพ์ เมื่อพิมพ์โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก (Ink anilox resolution) 150, 200, 250 และ 350 lpi บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันซึ่งใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ที่ความละเอียดการพิมพ์ (Printing resolution) เป็น
 ก) 30 lpi ข) 50 lpi ค) 65 lpi และ ง) 85 lpi

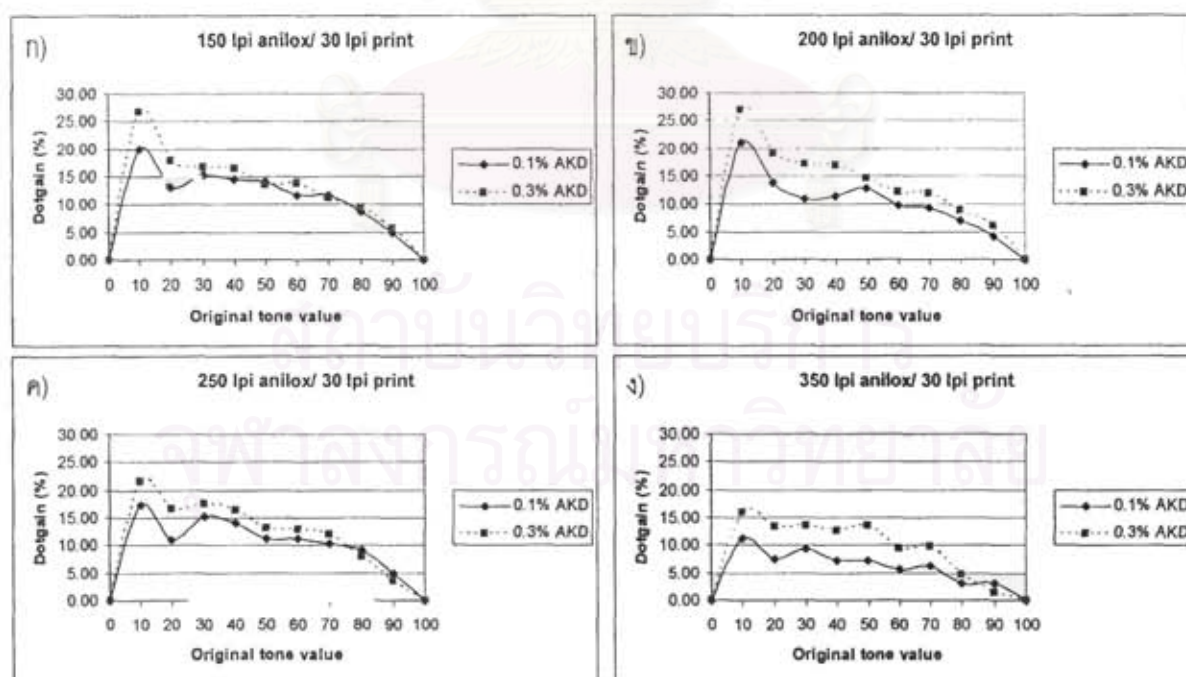
จากการพิจารณาข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าความเปรียบต่างที่ได้จากการพิมพ์ที่สภาวะต่างๆ บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3 % มีค่ามากกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1 % รวมทั้งหมด 9 สภาวะ มีค่าเท่ากับ 1 สภาวะ และน้อยกว่า 6 สภาวะ โดยไม่สามารถบอกแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ AKD 0.1%

หรือ 0.3% กับค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างการพิมพ์ได้ นั่นคือ ความเปรียบต่างการพิมพ์ที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3 %

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่าง ภาพที่ 41 ก) ข) ค) และง) โดยรวมแล้วค่าความเปรียบต่างของการพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 30 lpi นี้มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับค่าความเปรียบต่างที่ความละเอียดการพิมพ์อื่นๆ และค่าความเปรียบต่างของการพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 50, 65 และ 85 lpi มีค่าต่ำลงตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะในการพิมพ์เม็ดสกรีนใหญ่กว่า ช่องว่างระหว่างเม็ดสกรีนจะใหญ่กว่า และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดเม็ดสกรีนบวมต่ำกว่าด้วย จึงทำให้ความเปรียบต่างระหว่างโทน 70% และ 100% สูงกว่าการพิมพ์ด้วยขนาดเม็ดสกรีนที่เล็กกว่า

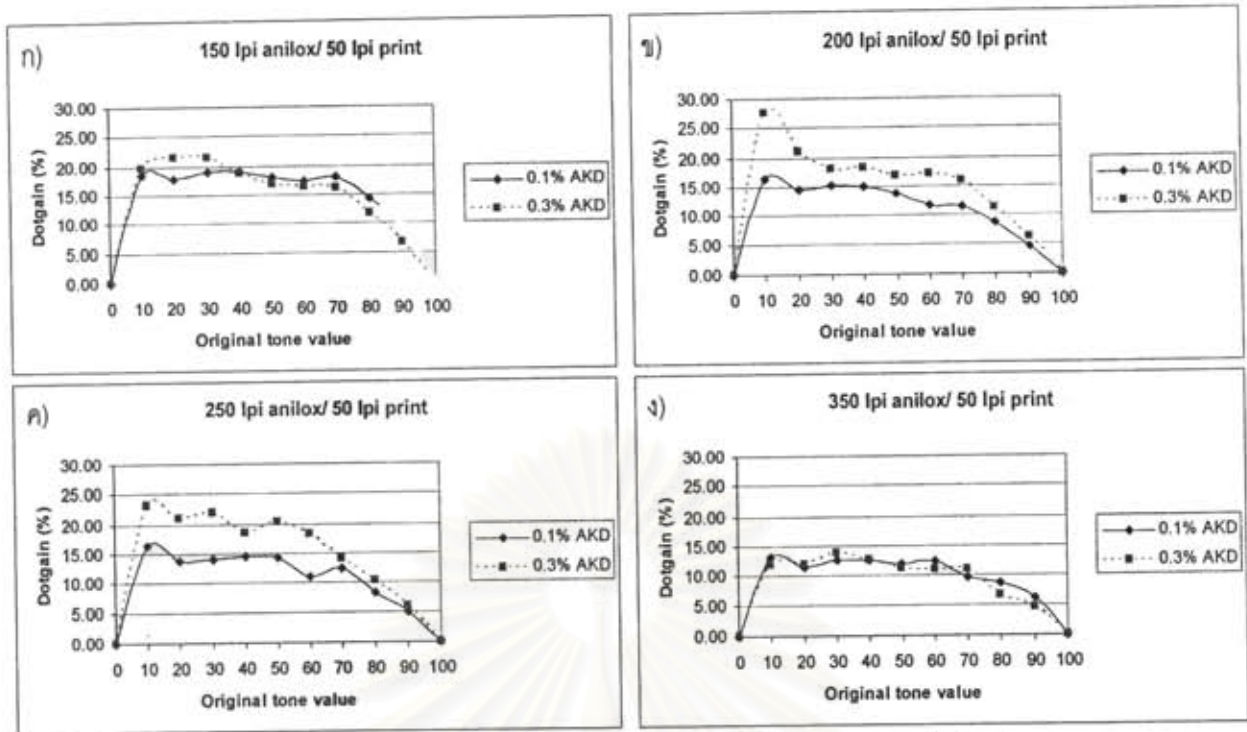
เมื่อเปรียบเทียบค่าความเปรียบต่างระหว่างสภาวะความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 4 ระดับ พบว่าที่ 350 lpi นั้นมีค่าความเปรียบต่างต่ำที่สุดในทุกความละเอียดการพิมพ์ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากที่ 350 lpi เป็นการพิมพ์ด้วยหมึกปริมาณต่ำสุด ชั้นฟิล์มหมึกพิมพ์บางจนเห็นพื้นผิวกระดาษ ค่าความเปรียบต่างของทุกช่วงโทนจึงต่ำลงไปด้วย เมื่อคำนวณเป็นค่าความเปรียบต่างระหว่าง 70% และ 100% ออกมาจึงมีค่าต่ำกว่าที่พิมพ์โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 150, 200 และ 250 lpi

2.3. ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain)



ภาพที่ 42: เปอร์เซนต์เม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจาก ป่าลัมน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น

n) 150 lpi/30 lpi ข) 200 lpi/30 lpi ค) 250 lpi/30 lpi และ ง) 350 lpi/30 lpi



ภาพที่ 43: เปอร์เซนต์เม็ดสกรีนรวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก

และความละเอียดการพิมพ์ (Ink anilox resolution / Printing resolution) เป็น

ก) 150 lpi/50 lpi ข) 200 lpi/50 lpi ค) 250 lpi/50 lpi และ ง) 350 lpi/50 lpi

เมื่อพิจารณาผลเปอร์เซนต์เม็ดสกรีนรวม โดยเปรียบเทียบระหว่างกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่สารกันซึม AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่สารกันซึม AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ได้ผลดังนี้

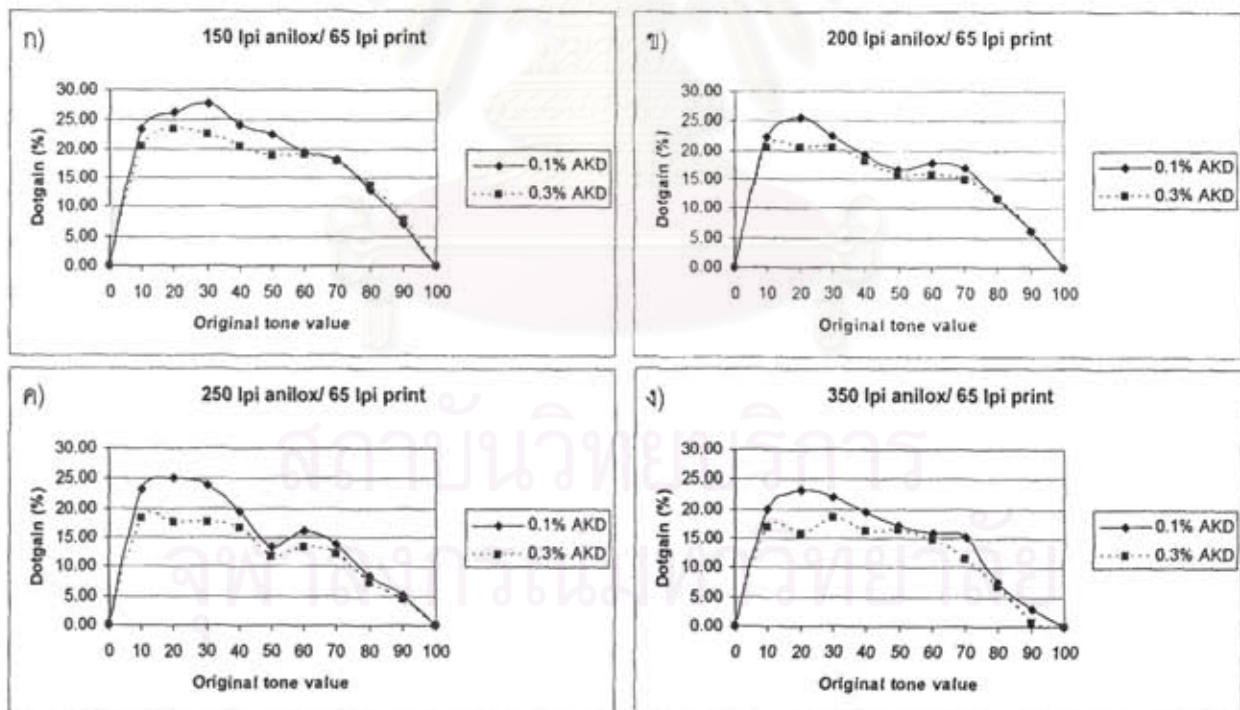
ที่ความละเอียดการพิมพ์ 30 lpi (ภาพที่ 42) และ 50 lpi (ภาพที่ 43) ซึ่งมีเม็ดสกรีนขนาดใหญ่กว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% มีเปอร์เซนต์เม็ดสกรีนรวมสูงกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% มีเพียงสภาวะการพิมพ์ 150 lpi / 50 lpi (ภาพที่ 43 ก) และ 350 lpi / 50 lpi (ภาพที่ 43 ง) ที่เปอร์เซนต์เม็ดสกรีนรวมของกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% มีค่าใกล้เคียงกัน ในทางทฤษฎีแล้วเมื่อพิมพ์บนกระดาษที่กันซึมได้มากกว่าน่าจะทำให้ได้เม็ดสกรีนรวมต่ำกว่า แต่ที่ผลไม่เป็นเช่นนั้นอาจเป็นเพราะการกดแม่พิมพ์ที่มีพื้นที่เม็ดสกรีนแต่ละเม็ดใหญ่ ลงบนกระดาษที่มีสมบัติความต้านทานการซึมมาก หมึกที่ยังไม่แห้งและไม่สามารถซึมผ่านผิวหน้ากระดาษลงไปได้ จะถูกกด และดันออกด้านข้างของเม็ดสกรีน จึงทำให้เม็ดสกรีนรวมมากกว่าการพิมพ์บนกระดาษที่มีสารกันซึมน้อยกว่า

แต่เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 65 และ 85 lpi (ภาพที่ 44 และ ภาพที่ 45) ซึ่งมีเม็ดสกรีนขนาดเล็กกว่า กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% มีเปอร์เซนต์เม็ดสกรีนรวมต่ำกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ทั้งสิ้น ซึ่งก็เป็นไปตามทฤษฎี นั่นคือเมื่อพิมพ์บนกระดาษที่มีสมบัติการกันซึมได้มากกว่า ค่าเม็ดสกรีนรวมที่เกิดขึ้นจะต่ำกว่าด้วย แต่มีอยู่เฉพาะช่วงโทนกลาง (Mid-tone, 40-50%)

ของสภาวะการพิมพ์ 200 lpi / 85 lpi (ภาพที่ 45 ข) และ 250 lpi / 85 lpi (ภาพที่ 45 ค) ที่มีค่าการบวมของเม็ดสกรีนบนกระดาษเยื่อปาล์มน้ำมันผสม AKD 0.1% ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการกดแม่พิมพ์เช่นเดียวกับที่ได้อธิบายไปแล้วข้างต้นในกรณีของภาพที่ 43 ก และภาพที่ 43 ง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 16 สภาวะการพิมพ์ พบว่า ภาพที่ 16 ง ซึ่งเป็นกรพิมพ์ด้วยความละเอียดลูกกลิ้งหมึก 350 lpi ร่วมกับความละเอียดการพิมพ์ 30 lpi (350 lpi / 30 lpi) บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% มีเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวมต่ำที่สุด นั่นคือ ค่าเม็ดสกรีนบวมสูงสุดน้อยกว่า 12 %

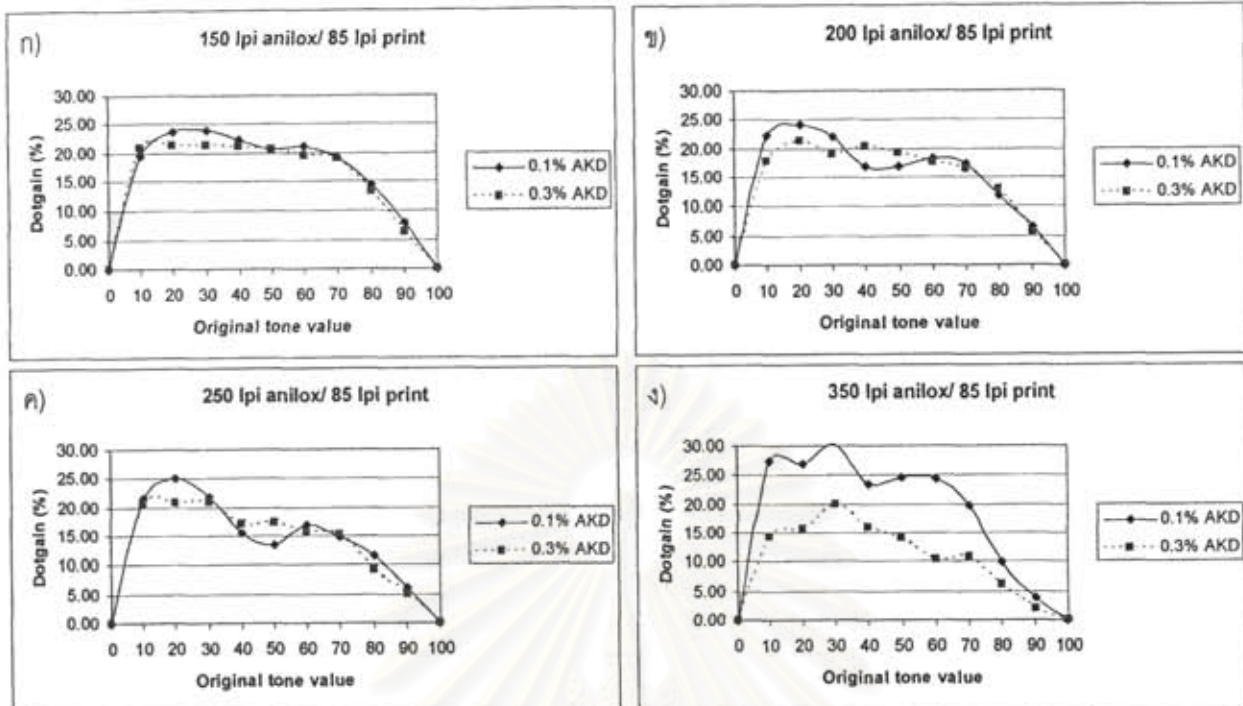
เมื่อพิจารณารูปกราฟจากทุกสภาวะการพิมพ์ (ภาพที่ 42 ถึงภาพที่ 45) ทั้งที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง พบว่า กราฟที่ได้เป็นกราฟรูปคล้ายครึ่งวงกลมแต่เบี้ยว และมีกรบวมของเม็ดสกรีนสูงสุดในช่วงโทนสว่าง (Highlight tone) คือประมาณ 10-20 %



ภาพที่ 44: เปอร์เซนต์เม็ดสกรีนบวม (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก

และความละเอียดการพิมพ์ (lnk anilox resolution / Printing resolution) เป็น

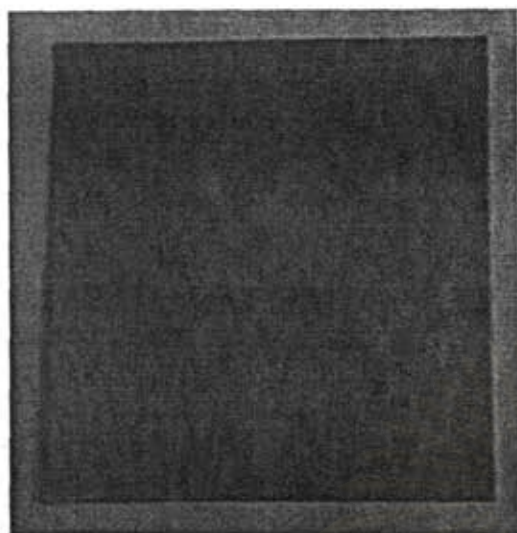
ก) 150 lpi/65 lpi ข) 200 lpi/65 lpi ค) 250 lpi/65 lpi และ ง) 350 lpi/65 lpi



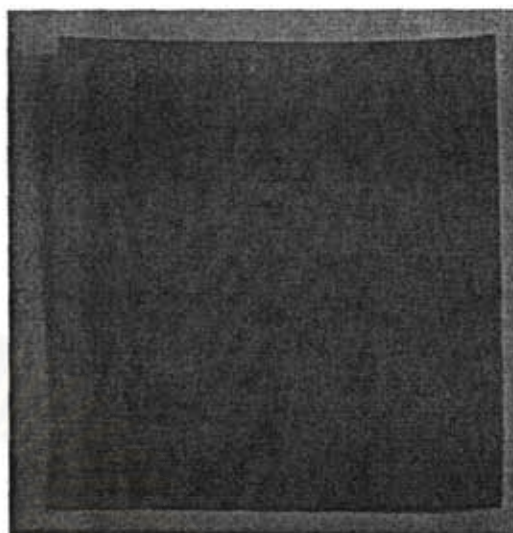
ภาพที่ 45: เปอร์เซนต์เม็ดสกรีนบวก (%Dot gain) ของภาพฮาล์ฟโทน 0-100% ซึ่งพิมพ์บนกระดาษจาก ปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหมึกเยื่อแห้ง โดยใช้ความละเอียดลูกกลิ้งหมึก และความละเอียดการพิมพ์ (lnk anilox resolution / Printing resolution) เป็น
 ก) 150 lpi/85 lpi ข) 200 lpi/85 lpi ค) 250 lpi/85 lpi และ ง) 350 lpi/85 lpi

ผลการทดลองตอนที่ 4: การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

ภาพที่ 46 แสดงภาพถ่ายของงานพิมพ์ก่อนนำไปฝังดิน ซึ่งพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ชีวภาพที่เตรียมได้ บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่สารกันซึม AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหมึกเยื่อแห้ง ที่ความหนาขณะ เบียด 24 ไมโครเมตร ส่วนภาพที่ 47 แสดงภาพถ่ายของงานพิมพ์ซึ่งพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ชีวภาพที่เตรียมได้ บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่สารกันซึม AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหมึกเยื่อแห้ง ที่ความหนาขณะ เบียด 24 ไมโครเมตร หลังจากนำไปฝังดินเป็นระยะเวลา 1 เดือน ผลการทดลองพบว่า งานพิมพ์บน กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% สามารถย่อยสลายได้เร็วกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% โดยปริมาณ การย่อยสลายมีประมาณร้อยละ 60 และ 50 สำหรับงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% มีปริมาณความชื้นในกระดาษสูง กว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ซึ่งความชื้นที่อยู่ในเนื้อกระดาษเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการย่อยสลายของ งานพิมพ์ ดังนั้นงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% จึงสามารถย่อยสลายได้เร็วกว่า

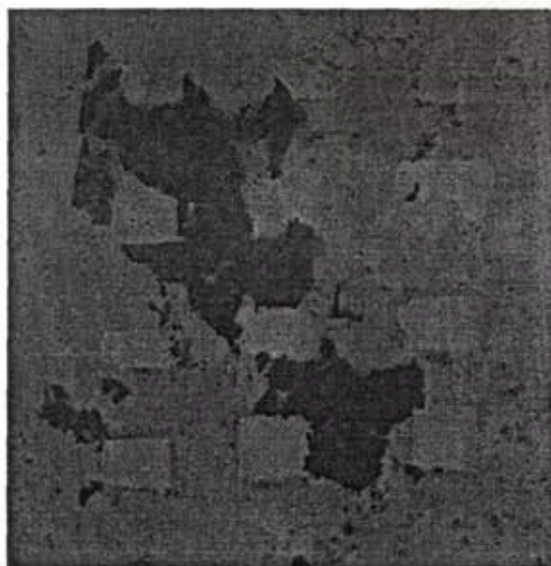


(ก)

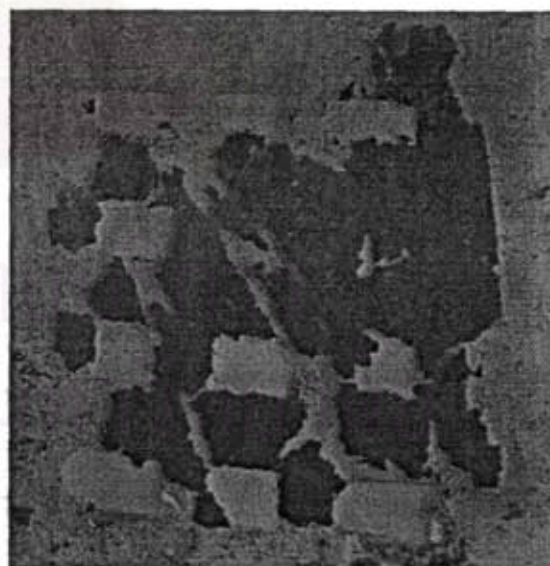


(ข)

ภาพที่ 46: ภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ชีวภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน พิมพ์ที่
ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร โดย (ก) กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ
(ข) กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ



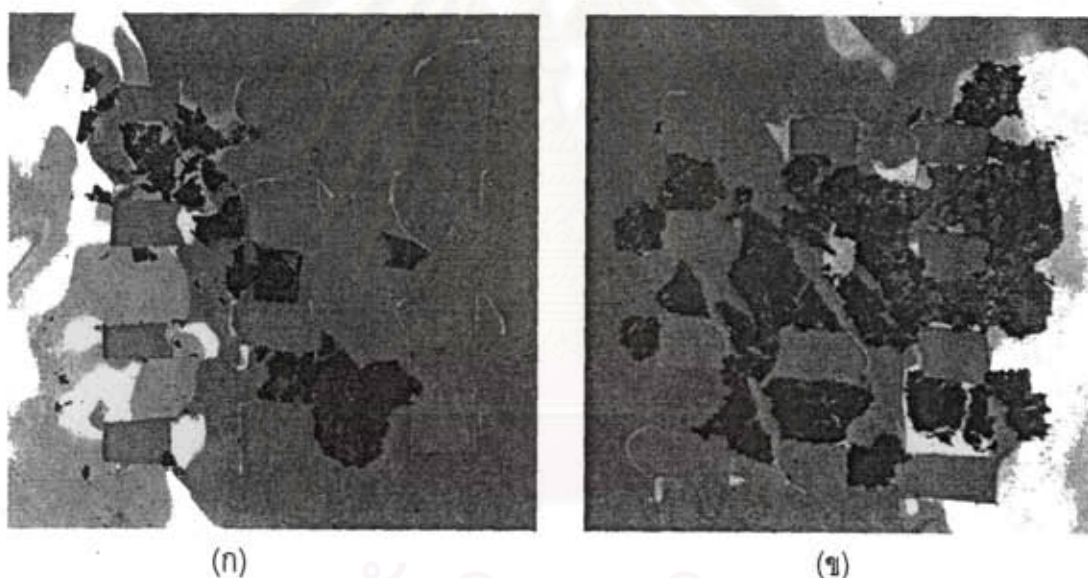
(ก)



(ข)

ภาพที่ 47: ภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ชีวภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน พิมพ์ที่
ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร หลังจากผ่านการฝังดินเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดย
(ก) กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ (ข) กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ

จากภาพที่ 48 แสดงภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีม่วงภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เมื่อนำไปฝังดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่างานพิมพ์ที่ผ่านการฝังดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน มีการย่อยสลายของงานพิมพ์มากกว่าการฝังดินเป็นระยะเวลา 1 เดือน งานพิมพ์ที่ผ่านการฝังดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน ปริมาณการย่อยสลายมีประมาณร้อยละ 70 และ 60 สำหรับงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้งานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% สามารถย่อยสลายได้มากกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของการฝังงานพิมพ์ที่ระยะเวลา 1 เดือน



ภาพที่ 48: ภาพถ่ายงานพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีม่วงภาพที่เตรียมได้บนกระดาษจากปาล์มน้ำมัน พิมพ์ที่ความหนาขณะเปียก 24 ไมโครเมตร หลังจากผ่านการฝังดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน โดย (ก) กระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และ (ข) กระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองตอนที่ 1: การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อสมบัติของกระดาษ คือ เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้น ทำให้ค่าความขาวสว่างสูงขึ้น และค่า Kappa number ลดลง เนื่องจากลิกนินในชิ้นไม้ไปทำปฏิกิริยากับ Hydroxyl ion (OH⁻) ในสารเคมีที่ใช้ต้มเยื่อ ทำให้ลิกนินถูกกำจัดออกไป ส่งผลให้ค่าความขาวสว่างสูงขึ้นและค่าปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อลดลง อย่างไรก็ตาม การใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มากเกินไปมีผลทำให้ความแข็งแรงของกระดาษลดลงได้ ทั้งนี้เกิดจากคาร์โบไฮเดรตของเส้นใย อันได้แก่ เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส เมื่ออยู่ได้สภาวะที่เป็นเบสสูงเกินไป จะถูกทำลายโดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า Peeling reaction ซึ่งปฏิกิริยานี้ไปทำให้ Glycosidic bond เกิดการแตกออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงบริเวณ End groups ของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ส่งผลให้ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้และสภาพความแข็งแรงของเยื่อลดลง
2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อสมบัติของกระดาษ คือ เมื่อใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากขึ้น ทำให้ค่าความขาวสว่างสูงขึ้น เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้าไปทำปฏิกิริยากับ Chromophoric groups ของลิกนิน ทำให้ความขาวสว่างของเยื่อเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าควบคุมสภาวะการฟอกเยื่อไม่ดี จะส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของกระดาษลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวกลายเป็น Hydroxy radical (OH[•]) หากระบบมีอุณหภูมิสูงเกิน 90 °C หรือมีความเป็นเบสสูงเกินไป (ค่า pH มากกว่า 11.5) หรือมีโลหะหนัก เช่น ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) เป็นต้น ซึ่ง Hydroxy radical นั้นนอกจากทำลายลิกนินตามปฏิกิริยาการฟอกเยื่อแล้ว Hydroxy radical ยังสามารถไปทำลายคาร์โบไฮเดรตด้วย จึงส่งผลให้ความแข็งแรงของกระดาษลดลง
3. เส้นใยปาล์มน้ำมันสามารถนำมาผลิตกระดาษได้ โดยส่วนของปาล์มน้ำมันที่ให้สมบัติของกระดาษดีที่สุด คือ ส่วนแกนใบ รองลงมา คือ โคนกาบใบ ซึ่งสังเกตได้จากค่าสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงแสง รวมถึงเยื่อที่ผลิตได้ ซึ่งเยื่อที่ผลิตได้จากแกนใบและโคนกาบใบ จะให้เส้นใยที่มีลักษณะสมบูรณ์ และมีความยาวของเส้นใยมากกว่าในส่วนของใบ

สรุปผลการทดลองตอนที่ 2: การเตรียมหมึกเฟล็กโซกราฟีฐานน้ำจากพอลิเอทิลีนไกล

จากงานวิจัยนี้ สามารถเตรียมสารยึดจากพอลิเอทิลีนไกลที่มีลิกนินชนิดไม่เติมและเติมพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol, PEG) ผลที่ได้คือ ขนาดอนุภาคขนาดเล็กอยู่ในช่วง 147.9-182.7 นาโนเมตร และขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 750.6-920.2 นาโนเมตร อุณหภูมิสภาพแก้วอยู่ในช่วง 42.2-61.8 °C และมีปริมาณของแข็งที่ร้อยละ 10

สารยึดจากพอลิเล็กไทด์อิมัลชันที่ผสม PEG ที่ร้อยละ 10 ได้อนุภาคขนาดเล็กและอุณหภูมิสภาพ แก้วที่ต่ำ จึงส่งผลให้อิมัลชันชนิดนี้มีเสถียรภาพที่ดี และสามารถเกิดเป็นฟิล์มที่มีความยืดหยุ่นที่ดีกว่าสาร ยึดจากพอลิเล็กไทด์ไม่ผสม PEG และผสม PEG ในปริมาณที่น้อยกว่า เมื่อนำสารยึดที่ผสม PEG ที่ร้อย ละ 10 ผสมกับสารสี เตรียมที่อัตราส่วนของสารสี (สีดำ) ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ได้นมิกพิมพ์ที่มีสมบัติดังนี้ ความหนืดของนมิกพิมพ์มีสมบัติการไหลแบบพฤติกรรมแรงเฉือนลด และช่วงความหนืดของนมิกพิมพ์ คือ 473-788 มิลลิพาสคัลวินาที ขนาดอนุภาคของนมิกพิมพ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 283.3 นาโนเมตร นมิกพิมพ์ที่ เตรียมได้มีแรงตึงผิว 30.4 มิลลินิวตันต่อเมตร ค่าศักย์ซีต้าของนมิกพิมพ์มีค่าเป็นลบ และร้อยละปริมาณ ของแข็งในนมิกพิมพ์คือ 26.1

สรุปผลการทดลองตอนที่ 3: การวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์

เมื่อนำนมิกพิมพ์ที่เตรียมได้จากการทดลองตอนที่ 2 ไปพิมพ์บนกระดาษที่ผลิตได้จากส่วนของ แกนใบจากปาล์มน้ำมัน ที่เตรียมได้จากการทดลองตอนที่ 1 โดยมีสารใส่สารกันซึม AKD 2 ระดับ คือ 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ในขั้นตอนการเตรียมแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ) จากปาล์มน้ำมัน โดยในการพิมพ์นั้นจะพิมพ์โดยใช้เครื่องเคลือบอัตโนมัติที่ความหนาขณะเปียกเท่ากับ 12 และ 24 ไมโครเมตร พบว่า การพิมพ์นมิกพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร ส่งผลให้มีน้ำหนักของนมิกพิมพ์บน กระดาษสูงกว่าการพิมพ์นมิกพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร การพิมพ์นมิกพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตรสามารถปิดผิวกระดาษได้ดีกว่าการพิมพ์นมิกพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร และการพิมพ์ นมิกพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ส่งผลให้ได้การปิดผิวของนมิกพิมพ์ที่ดีกว่ากระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ความมันวาวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% มีค่าสูงกว่างานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ทั้งที่ความหนา 12 และ 24 ไมโครเมตร งานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% มีความเรียบสูงกว่างานพิมพ์ บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% และความเรียบของงานพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร มีค่าสูงกว่างานพิมพ์ ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร ความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% มีค่าสูง กว่าความต้านทานการถอนผิวของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ส่วนค่าความต้านทานการถอนผิว ของงานพิมพ์ที่ความหนา 24 ไมโครเมตร มีค่าสูงกว่างานพิมพ์ที่ความหนา 12 ไมโครเมตร

จากนั้นเมื่อนำนมิกพิมพ์ที่เตรียมได้จากการทดลองตอนที่ 2 ไปพิมพ์บนกระดาษที่ผลิตได้จากส่วน ของแกนใบจากปาล์มน้ำมัน ที่เตรียมได้จากการทดลองตอนที่ 1 โดยมีสารใส่สารกันซึม AKD 2 ระดับ คือ 0.1% และ 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ในขั้นตอนการเตรียมแผ่นกระดาษจากปาล์มน้ำมัน โดยในการพิมพ์ นั้นจะพิมพ์โดยใช้เครื่องทดสอบการพิมพ์ได้ พบว่า

คุณภาพงานพิมพ์กรณีพิมพ์ภาพพื้นตาย

ความดำ (Print density)

ค่าความดำเฉลี่ยบริเวณพื้นตายบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% มีค่ามากกว่าที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% แต่เมื่อพิมพ์ด้วยปริมาตรหมึกพิมพ์มากขึ้นถึงระดับที่หมึกพิมพ์ปิดผิวหน้ากระดาษแล้ว (ค่าความดำสูงสุด) ไม่ว่าจะพิมพ์บนกระดาษชนิดใดค่าความดำก็จะไม่เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป

ความเรียบสม่ำเสมอ (Evenness)

- เมื่อพิมพ์ภาพพื้นตายด้วยลูกกลิ้งหมึกที่มีความละเอียดต่ำกว่า ส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มความเรียบสม่ำเสมอมากกว่า ทั้งบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% ยกเว้นกรณีที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ภาพพื้นตายที่พิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งแอนนิลออกที่ความละเอียด 150 lpi มีความเรียบสม่ำเสมอต่ำกว่า 200 lpi
- เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งหมึกละเอียด 200 และ 250 lpi ภาพพื้นตายบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% มีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่าที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1%
- แต่เมื่อพิมพ์โดยใช้ลูกกลิ้งหมึกละเอียด 150 และ 350 lpi ภาพพื้นตายบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% มีความเรียบสม่ำเสมอมากกว่าที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3%

คุณภาพงานพิมพ์กรณีพิมพ์ภาพฮาล์ฟโทน

ความดำช่วงฮาล์ฟโทน (Density of halftone)

- เมื่อความละเอียดการพิมพ์เป็น 30 และ 50 lpi จะเห็นว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ให้ความดำของภาพฮาล์ฟโทนสูงกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% เล็กน้อย
- แต่เมื่อใช้ความละเอียดการพิมพ์สูงขึ้นเป็น 65 และ 85 lpi ทั้งการพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% ให้ค่าความดำของภาพฮาล์ฟโทนใกล้เคียงกัน
- เมื่อความละเอียดการพิมพ์เป็น 30 และ 50 lpi สามารถควบคุมการไล่โทนให้เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอได้ดีกว่าการพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 65 และ 85 lpi สำหรับทั้งที่พิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3%

ความเปรียบต่าง (Contrast)

- ทั้งกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างไม่ต่างกัน
- เมื่อพิมพ์บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% โดยใช้ความละเอียดการพิมพ์สูงขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างจะลดลง

- การใช้ปริมาณหมึกพิมพ์น้อยลงพิมพ์ลงบนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1 และ 0.3% จะ มีผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเปรียบต่างต่ำลง ก็ต่อเมื่อปริมาณหมึกที่ใช้ที่นั่นน้อยจนพิมพ์แล้วเห็น พื้นผิวกระดาษ

ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain)

- เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 30 และ 50 lpi กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ให้ เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวมต่ำกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3%
- แต่เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 65 และ 85 lpi กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% กลับให้เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวมต่ำกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1%
- เปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนบวมมีค่าต่ำที่สุด เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดลูกกลิ้งแอนนิลอก 350 lpi ร่วมกับ ความละเอียดการพิมพ์ 30 lpi บนกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1%
- ทั้งกระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% มีการบวมของเม็ดสกรีนสูงสุดในช่วงโทน สว่าง (Highlight tone) คือประมาณ 10 -20 %

กล่าวโดยสรุปคือ

1. กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% ให้คุณภาพการพิมพ์ดีกว่ากระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ในด้านความดำพื้นตาย ความเรียบสม่ำเสมอของพื้นตาย (เมื่อใช้ความละเอียด ลูกกลิ้งแอนนิลอก 200 และ 250 lpi) ความดำฮาล์ฟโทน (เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียด 30 และ 50 lpi) และสามารถให้ค่าเม็ดสกรีนบวมต่ำกว่า (เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียด 65 และ 85 lpi)
2. อย่างไรก็ตาม กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.3% กลับให้คุณภาพการพิมพ์ด้อยกว่า กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% ในด้านความเรียบพื้นตาย (เมื่อใช้ความละเอียดลูกกลิ้ง แอนนิลอก 150 และ 350 lpi) และให้ค่าเม็ดสกรีนบวมสูงกว่า (เมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียด 30 และ 50 lpi)
3. ในขณะที่ในด้านความดำฮาล์ฟโทนเมื่อพิมพ์ด้วยความละเอียดการพิมพ์ 65 และ 85 lpi และใน ด้านความเปรียบต่าง กระดาษจากปาล์มน้ำมันที่ใส่ AKD 0.1% และ 0.3% สามารถพิมพ์ได้ คุณภาพใกล้เคียงกัน

สรุปผลการทดลองตอนที่ 4: การทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์

เมื่อนำชิ้นงานพิมพ์บนกระดาษทั้งสองชนิดฝังดินเป็นระยะเวลา 1 และ 2 เดือน ผลพบว่า การย่อย สลายของงานพิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.1% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง สามารถย่อยสลายได้เร็วกว่างาน พิมพ์บนกระดาษที่ใส่ AKD 0.3% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และเมื่อระยะเวลาการฝังดินเพิ่มขึ้นเป็น 2 เดือน ส่งผลให้การย่อยสลายเกิดได้ในปริมาณสูงขึ้น

การดำเนินงานในช่วงต่อไป

การดำเนินงานโครงการวิจัยสำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 นั้น ประกอบไปด้วยแผนงานวิจัยต่างๆ ดังนี้คือ

1. ทดสอบการย่อยสลายของหมักพิมพ์บนสิ่งพิมพ์ต่อ เนื่องจากในปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 นี้ ได้ทดลองฝังงานพิมพ์ได้เพียง 2 เดือนเท่านั้น ซึ่งตามโครงการที่วางไว้การทดลองการย่อยสลายของหมักพิมพ์นั้น จะต้องนำตัวอย่างสิ่งพิมพ์นั้นไปฝังดินและขุดตัวอย่างสิ่งพิมพ์นั้นขึ้นมาวิเคราะห์ทุกเดือน (โดยไม่มีการใช้ตัวอย่างซ้ำ) จนกระทั่งครบ 9 เดือนเป็นอย่างน้อย หรือหมักพิมพ์บนสิ่งพิมพ์นั้นได้ย่อยสลายไปก่อนครบกำหนดเวลา
2. ผลิตแผ่นทดสอบ (แผ่นกระดาษ) จากเยื่อปาล์มน้ำมันผสมกับเยื่อพาณิชย์ ซึ่งในที่นี้คือ เยื่อจากไม้เนื้ออ่อน (Softwood pulp) และเยื่อจากไม้เนื้อแข็ง (Hardwood pulp) ในอัตราส่วนต่างๆ กัน เพื่อศึกษากายภาพของเยื่อจากปาล์มน้ำมันที่จะนำมาผลิตเป็นกระดาษที่ใช้ในงานบรรจุภัณฑ์ เช่น กระดาษผิวกล่อง (Liner) เป็นต้น
3. นำแผ่นกระดาษที่ผลิตได้จากข้อ 2 มาทดสอบสมบัติทางกายภาพและเชิงแสง อาทิเช่น ความแข็งแรงต่อแรงดึง ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ ความต้านทานแรงฉีก ความขาวสว่าง ความทึบแสง เป็นต้น เพื่อดูว่ากระดาษที่ผลิตได้จากการนำเยื่อปาล์มมาผสมกับเยื่อพาณิชย์ในอัตราส่วนใดที่ให้คุณภาพของกระดาษดีที่สุด
4. นำหมักพิมพ์มาทดสอบพิมพ์ลงกระดาษที่ผลิตได้จากเยื่อปาล์มน้ำมันผสมกับเยื่อพาณิชย์ตามข้อ 2
5. ทดสอบสมบัติและวิเคราะห์คุณภาพและของสิ่งพิมพ์ที่ผลิตได้
6. นำแผ่นกระดาษที่เตรียมได้จากเยื่อปาล์มน้ำมันผสมกับเยื่อพาณิชย์ ตามข้อ 2 มาแปรรูปเป็นกระดาษกล่องลูกฟูก โดยนำกระดาษที่มีเยื่อปาล์มน้ำมันผสมนี้มาใช้เป็นกระดาษผิวกล่อง
7. นำแผ่นกระดาษลอนลูกฟูกที่ผลิตได้จากข้อ 6 มาทดสอบสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์ เช่น ความต้านทานแรงกดของลอนลูกฟูก (Concora medium test -CMT) และความต้านทานแรงกดของกระดาษกล่องลูกฟูก (Edge crush test - ECT) เป็นต้น เพื่อดูว่ากระดาษที่ผลิตได้จากการนำเยื่อปาล์มมาผสมกับเยื่อพาณิชย์ในอัตราส่วนใดที่ให้คุณภาพของกระดาษกล่องลูกฟูกดีที่สุด

อุปสรรคในการดำเนินงานที่พบและแนวทางแก้ไข

1. อุปสรรคในการทดสอบสมบัติของกระดาษและสิ่งพิมพ์บางชิ้นมีการชำรุด (แนวทางแก้ไข: ซ่อมแซมให้ใช้งานได้ แต่ถ้าหากมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วน อาจต้องส่งตัวอย่างออกไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการนอกภาควิชา) อุปสรรคทดสอบบางอย่างไม่มีในห้องปฏิบัติการของภาควิชาฯ ต้องส่งตัวอย่างออกไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการนอกภาควิชาฯ ซึ่งอาจทำให้มีความล่าช้า เนื่องจากมีผู้ใช้บริการมาก (แนวทางแก้ไข: ส่งตัวอย่างให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และวางแผนงานการทดลองล่วงหน้าให้ดี)
2. ความล่าช้าของการได้รับเงินทุนวิจัยแต่ละงวด ทำให้การดำเนินงานวิจัยบางส่วนเป็นไปได้อย่างล่าช้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีราคาแพง เพราะคณบดีวิจัยไม่มีเงินมากพอที่จะจ่ายล่วงหน้าไปก่อนได้ (แนวทางแก้ไข: มหาวิทยาลัยและคณะจ่ายงวดเงินสนับสนุนการวิจัยให้ตรงเวลา)
3. วัตถุดิบบางชนิดจำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้เกิดความล่าช้าในการทดลอง (แนวทางแก้ไข: วางแผนการทดลองล่วงหน้าให้ดีและสัมพันธ์กับเงินสนับสนุนวิจัยที่ได้รับในแต่ละงวด)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Food and Agriculture Organization, "Outlook for Pulp and Paper to 2010", FAO Report, FAO, Rome, 1988.
2. พรรณนีย์ วิชาชู, "ปาล์มน้ำมัน...จากน้ำมันพืชถึงไบโอดีเซล", <http://www.kasetcity.com/Thaibioenergy/Plam/QAview.asp?id=49>, Accessed date: March 17, 2009.
3. "ความเป็นมาและความสำคัญของปาล์มน้ำมัน", <http://aomamm777.multiply.com/journal/item/4>, Accessed date: March 17, 2009.
4. Supaphol, P., Polylactide: A Review., วิศวกรรมสาร มก., ฉบับที่ 40, 2543, หน้า 94 –114.
5. Smook, G.A., Handbook for Pulp and Paper Technologists, 2nd ed., Angus Wilde Publication, Vancouver, BC, 1996, pp.11, 77-79.
6. Sjostrom, E., Wood Chemistry: Fundamentals and Applications, 2nd ed., Academic Press, San Diego, CA, 1993, pp.13, 46-49.
7. Dence, C.W., and Reeve, D.W., Pulp Bleaching: Principles and Practices, TAPPI Press, Atlanta, GA, 1996, pp. 166-167, 349-356.
8. "องค์ความรู้ด้านปาล์มน้ำมัน", <http://203.151.46.10/anda/krabi/km-palm/index.asp>, Accessed date: March 17, 2009.
9. วารี ช้วนรักษธรรม, "นวัตกรรม "น้ำมันปาล์ม" จากอุตสาหกรรมอาหารสู่แหล่งพลังงานทดแทนของไทย", <http://teenet.tei.or.th/Knowledge/palmoil.html>, Accessed date: March 17, 2009.
10. Law, K.N., Daud, W.R.W., Ghazali, A., "Morphological and Chemical Nature of Fiber Strands of Oil Palm Empty-Fruit Bunch (OPEFB)", Bio Resources, Vol. 2 (3), 2007, pp.351-362.
11. Wanrosli, W.D., Zainuddin, Z., Law, K.N., and Asro, R., "Pulp from Oil Palm Fronds by Chemical Processes", Industrial Crops and Products, Vol. 25, 2007, pp.89-94.
12. Khalil, H.P.S.A., Alwani, M.S., and Omar, A.K.M., "Chemical Composition, Anatomy, Lignin Distribution, and Cell Wall Structure of Malaysian Plant Waste Fibers", Bio Resources, Vol. 1 (2), 2006, pp.220-232.
13. Wanrosli, W.D., Zainuddin, Z., and Roslan, S., "Upgrading of Recycled Paper with Oil Palm Fiber Soda Pulp", Industrial Crops and Products, Vol. 21, 2005, pp. 325-329.

14. Foundation of Flexographic Technical Association, Flexography Principles and Practices, 4th ed., Foundation of Flexographic Technical Association, Inc., New York, NY, 1991, pp. 4-31.
15. อรัญ หาญสืบสาย, ระบบพิมพ์แบบต่างๆ และการนำไปใช้, สมาคมแยกสีแม่พิมพ์เพื่ออุตสาหกรรมกราฟิกไทย, โรงพิมพ์ตะวันออก, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 2548, หน้า 69-85.
16. "Laser Engraved Ceramic Anilox Roll", <http://www.devonintl.com/packaging-solutions/Printing.html>, Accessed date: March 23, 2009.
17. "Laser Engraving >> Laser engraved ceramic anilox roll", <http://www.shlasergroup.com/en/ProductShow.asp?ID=93>, Accessed date: March 23, 2009.
18. "Sumei's Flexo Photo-Polymer Plate Will Be Displayed at Site", <http://www.sino-corrugated.com/EN/Detail.asp?id=728>, Accessed date: March 23, 2009.
19. Leach, R.H., Pierce, R.J., Hickman, E.P., Mackenzie, M.J., and Smith, H.G., The Printing Ink Manual, 5th ed., TJ Press, Cornwall, UK, 1993, pp. 435-460.
20. Rentzhog, M., Fogden, A., "Print Quality and Resistance for Water-Based Flexography on Polymer-Coated Board: Dependence on Ink Formulation and Substrate Pretreatment", Progress in Organic Coating, Vol. 57, 2006, pp.183-194.
21. Olsson, R., Yang, L., and Lestelius, M., "Water Retention of Flexographic Inks and Its Influence on Final Print Gloss", Nordic Pulp and Paper Research Journal, Vol. 22, 2007, pp. 287-292.
22. Shah, A., Hasan, F., Hameed, A., and Ahmed, S., "Biological Degradation of Plastic: A Comprehensive Review", Biotechnology Advances, Vol. 26, 2008, pp. 246-265.
23. Lunt, J., "Large-Scale Production, Properties and Commercial Applications of Poly (lactic acid) Polymer", Polymer Degradation and Stability, Vol. 59, 1998, pp. 145-152.
24. Oda, Y., Yonetsu, A., Urakami, T., and Tonomura, K. "Degradation of Polylactide by Commercial Proteases" Journal of Polymers and the Environment, Vol. 8, 2000, pp. 29-32.
25. Thellen C., Orroth, C., Froio, D., Ziegler, D., Lucciarni, J., Farrell, R., D'Souza, N. A., and Ratto, J. A., "Influence of Montmorillonite Layered Silicate on Plasticized Poly(L-lactide) Blown Films" Polymer, Vol. 46, 2005, pp. 11716-11727.

26. Ouchi T., Kontani T., and Ohya, Y., "Modification of Polylactide upon Physical Properties by Solution-Cast Blends from Polylactide and Polylactide-Grafted Dextran" *Polymer*, Vol. 44, 2003, pp. 3927-3933.
27. Roland M., "The Tone System", http://www.thetonesystem.com/inkjet_basics.html, Accessed date: March 23, 2009.
28. Kipphan, H., *Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods*, Springer, Heidelberg, Germany, 2001, pp.14-116.
29. พรทวี พึ่งรัศมี และ อรุณ หาญสีบสาย, สารานุกรมเรื่องกระดาษพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, บริษัทด้านอุตสาหกรรมพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 2537, หน้า 81-87.
30. "IGT F1 Printability Tester for Flexo and Gravure Inks", <http://www.igt.nl/gb/awm/bestanden/products/f1-uk.pdf>, Accessed date: March 23, 2009.
31. "R730, R730P Color Reflection Densitometers", http://www.ihara-us.com/products/prod_densitometer_r730.html, Accessed date: March 17, 2009.
32. "Canon CanonScan LiDE 60 Flatbed Scanner", http://www.canon-europe.com/For_Home/Product_Finder/Scanners/Flatbed/canonscan_lide60/index.asp, Accessed date: March 17, 2009.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ระยะเวลาที่ทำวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2550 ถึง 30 กันยายน 2552)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปีงบประมาณ 2551 (เดือน)												ปีงบประมาณ 2552 (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. รวบรวมข้อมูลและเก็บตัวอย่างจากส่วนต่างๆ ของป่าต้นน้ำ	↔																							
2. เตรียมอุปกรณ์และเตรียมพื้นที่จากป่าต้นน้ำ		↔																						
3. ต้นไม้จากส่วนต่างๆ ของป่าต้นน้ำ			↔																					
4. ฟอตอนีป่าต้นน้ำ				↔																				
5. ทดสอบสมบัติของเยื่อที่ผลิตได้					↔																			
6. ทำแผ่นทดสอบโดยใช้เยื่อป่าต้นน้ำ						↔																		
7. ทดสอบสมบัติของแผ่นทดสอบ							↔																	
8. ทำแผ่นกระดาษจากเยื่อป่าต้นน้ำร่วมกับเนื้อพลาซิดซ์ จากนั้นทดสอบสมบัติของแผ่นกระดาษที่ผลิตได้								↔																
9. ปรับรูปกระดาษให้เป็นกระดาษกลองสูงทุก									↔															
9. ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษ																								
10. รวบรวมข้อมูลและเตรียมอุปกรณ์ในการผลิตหมึกพิมพ์จากพอลิเอทิลีนไทแรน																								
11. ทดลองผลิตหมึกพิมพ์ที่ผลิตโดยใช้วิธีอัตราส่วนของพอลิเอทิลีนไทแรน																								
12. ทดสอบสมบัติของหมึกพิมพ์																								
13. พิมพ์กระดาษที่ผลิตได้จากป่าต้นน้ำ																								
14. ทดสอบสมบัติของสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ได้																								
15. ทดสอบการย่อยสลายของหมึกพิมพ์																								
16. วิเคราะห์ผลสรุปผลและจัดทำรายงาน																								

ประวัติคณะนักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. นางสาวสมพร ชัยอารีย์กิจ
Miss Somporn Chairrekij
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 31009-00073-73-3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ภาควิชาภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330
โทร (02) 218-5572, 218-5581-2
โทรสาร (02) 255-3021
5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2549	PhD candidate (Paper Science and Engineering) State University of New York (SUNY), College of Environmental Science and Forestry (ESF)
พ.ศ. 2544	M.S. (Paper Science and Engineering) Western Michigan University, USA
พ.ศ. 2533	B.S. (Photographic Science and Printing Technology) Chulalongkorn University, Thailand
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิมการศึกษ) ระบุสาขาวิชาการ
Wastepaper recycling
Deinking technology
Conventional and non-impact printing
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
 - งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
 - 1) ผลของภาวะการเก็บกระดาษต่อการดิ่งหมึกพิมพ์ออกจากกระดาษหนังสือพิมพ์ในประเทศ, 2549-2551, สถานภาพวิจัย: หัวหน้าโครงการวิจัย, ทุนวิจัย: "ทุนนักวิจัยใหม่" จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
 - 2) การใช้ประโยชน์จากกากของมันสำปะหลังในการผลิตกระดาษลูกฟูก, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมโครงการวิจัย, ทุนวิจัย: บริษัท เยนเนอร์ล สตาฟส์ จำกัด

- 3) การใช้ไคโตซานร่วมกับเซลลูโลสในการดั่งหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำออกจากกระดาษ, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 4) การผลิตเยื่อกระดาษจากนุ่น, 2549-2550, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 5) การผลิตเยื่อกระดาษจากกากเหลือของมันเส้น, พฤษจิกายน-ธันวาคม 2549, ร่วมกับภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ, สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย
- 6) Deinking of Office Paper Under Neutral Conditions, August-September 2006, ร่วมกับ Professor Dr. Akira Isogai จาก University of Tokyo, สถานภาพวิจัย: ผู้ทำวิจัยหลัก
- 7) การผลิตเยื่อกระดาษจากกล้วย, 2548-2549, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 8) ผลกระทบของกระดาษนิตยสารเก่าที่มีต่อการดั่งหมึกพิมพ์จากกระดาษหนังสือพิมพ์โดยวิธีลอยหมึกพิมพ์, 2547-2548, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 9) การผลิตกระดาษคราฟต์จากเยื่อเปลือกทุเรียน, 2547-2548, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 10) Optimizing De-inking Potential of Local Old Newspaper, 2546-2547, ร่วมกับ Associate professor Dr. Mousa M. Nazhad จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย
- 11) การหาวิธีที่เหมาะสมในการดั่งหมึกออกจากเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น, 2546-2547, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 12) การใช้เอ็นไซม์ไคลาเนสช่วยในการฟอกเยื่อจากขานอ้อย, 2546-2547, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 13) การผลิตเยื่อกระดาษจากผักสามดาว, 2546-2547, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 14) อิทธิพลของสารกันซึมที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกระดาษพิมพ์อิงค์เจ็ทชนิดไม่เคลือบผิว, 2546-2547, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 15) ผลของจำนวนรอบการแห้งตัวและการตีเยื่อที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกระดาษรีไซเคิล, 2546-2547, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 16) การผลิตเยื่อกระดาษจากเปลือกทุเรียน, 2545-2546, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- 17) การผลิตเยื่อกระดาษจากไม้มะม่วง, 2545-2546, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย

18) การแยกหมึกพิมพ์อิงก์เจ็ตรูาน้ำออกจากกระดาษ, 2545-2546, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย

• งานวิจัยที่กำลังทำ

1) การผลิตเยื่อกระดาษจากข้าวโพดและพืชเศรษฐกิจของจังหวัดน่าน (เริ่มทำวิจัยเมื่อเดือนตุลาคม 2551 โดยโครงการนี้เป็นโครงการย่อยและได้รับทุนวิจัยจากโครงการวิทยาเพื่อพื้นถิ่น คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2551-2554, สถานภาพวิจัย: หัวหน้าโครงการวิจัย)

2) การใช้เส้นใยุ่นช่วยเพิ่มสมบัติทางกายภาพของกระดาษ (เริ่มทำวิจัยเมื่อเดือนพฤษภาคม 2550 และได้ทำสำเร็จแล้วประมาณ 50% โดยโครงการนี้เป็นโครงการย่อยในส่วนของเมธีวิจัยอาวุโส ศ.ดร. สุกดา เกียรติกำจรวงศ์ สถานภาพวิจัย: หัวหน้าโครงการวิจัย)

• ผลงานทางวิชาการ

1. สุพิธา สุขจำเริญ, กุณทีนี สุวรรณกิจ, และ สมพร ชัยอารีย์กิจ, การผลิตเยื่อและกระดาษจากข้าวโพด, 12th National Graduate research Conference, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2552.
2. สุธิดา มุลาลินน์, สมพร ชัยอารีย์กิจ, หรรษา ปุณณะพยัคฆ์ และสีหนาท ประสงค์สุข, การผลิตเยื่อและกระดาษจากหญ้าคาและหญ้าแฝก, 12th National Graduate research Conference, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2552.
3. Chaiarekij, S., and Sukjamroen, S., "Papermaking of Various Cornstalk Stem Parts", 4th Mathematics and Physical Sciences Graduate Congress, Faculty of Science, National University of Singapore, Singapore (December 17-19, 2008).
4. Prasongsuk, S., Chaiarekij, S., and Mulalin, S., "Use of Cogon and Vetiver Grasses for Pulping and Papermaking", 4th Mathematics and Physical Sciences Graduate Congress, Faculty of Science, National University of Singapore, Singapore (December 17-19, 2008).
5. อภิพร อภิรักษ์ชัยสกุล, กุณทีนี สุวรรณกิจ, สมพร ชัยอารีย์กิจ และ สุกดา เกียรติกำจรวงศ์, การใช้เส้นใยุ่นในการปรับปรุงสมบัติกระดาษ, การประชุมวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 4, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2551.

6. ปณิตดา กลิ่นบัว, ณัฐธยาน์ พงศ์สถาปตี และ สมพร ชัยอารีย์กิจ, การใช้ไคโตซานร่วมกับเอนไซม์เซลลูเลสในการกำจัดหมึกจากกระดาษที่พิมพ์ด้วยโทนเนอร์ด้วยวิธีลอยฟองอากาศ, การประชุมวิชาการ “นเรศวรวิจัย” ครั้งที่ 4, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2551.
7. อุทุมพร วงศ์สายสุวรรณ, สุนีย์ วัฒนชันะกิจ และสมพร ชัยอารีย์กิจ, อนุสิทธิบัตร เรื่องการผลิตกระดาษจากเส้นใยุ่น ได้รับการจดสิทธิบัตร วันที่ 13 มิถุนายน 2551 เลขที่จดทะเบียน 4279 โดยจดสิทธิบัตรผ่านทางสถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. วรณนภา คุณวุฒิมพร, สุนทรี พงศ์ถาวรภิญโญ และสมพร ชัยอารีย์กิจ, การใช้ไคโตซานร่วมกับเซลลูเลสในการดึงหมึกพิมพ์เฟล็กโซกราฟีฐานน้ำออกจากกระดาษ, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 16, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 13-14 มีนาคม 2551.
9. พิรุฬห์ โพธิ์ทอง, อิทธิพัทธ์ รุติกุลไพศาล และสมพร ชัยอารีย์กิจ, การผลิตกระดาษจากปาล์มน้ำมัน, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 16, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 13-14 มีนาคม 2551.
10. Yooto, S., Phutatham, P., Kanokanan, J., and Chairrekij, S., “Effects of Aging Conditions on Deinking of Newsprints”, Oral Presentation at Technology and Innovation for Sustainable Development (TISD conference), Khon Kaen, Thailand (January 28-29, 2008).
11. อุทุมพร วงศ์สายสุวรรณ, สุนีย์ วัฒนชันะกิจ และสมพร ชัยอารีย์กิจ, การผลิตเยื่อกระดาษจากุ่น, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 15, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 15-16 มีนาคม 2550.
12. ปัญญาวุฒิ ผุฏฐธรรม, จักรพันธ์ กนกอนันต์ และสมพร ชัยอารีย์กิจ, ผลของภาวะการเก็บกระดาษแบบกลางแจ้งที่มีต่อการดึงหมึกพิมพ์ออกจากกระดาษหนังสือพิมพ์ในประเทศ, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 15, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 15-16 มีนาคม 2550.
13. เมทินี ปิงสว่างวงศ์, ตินททัย ทองประดับ และ สมพร ชัยอารีย์กิจ, การผลิตเยื่อกระดาษจากกล้วย, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 14, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 16-17 มีนาคม 2549.
14. Chairrekij, S., and Ramarao, B.V., “The Use of Flotation Column in Deinking of Recycled Pulp”, Oral Presentation at Technology and Innovation for

- Sustainable Development (TISD conference), Khon Kaen, Thailand (January 25-26, 2006).
15. Nazhad, M.M., and Chairrekij, S., "Optimising De-inking Potential of Local Old Newspaper" Oral Presentation at Seminars on RTG Joint Research Projects, Pathumthani, Thailand (August 8, 2005).
 16. Chairrekij, S., and Ramarao, B.V., "Kinetics of De-inking of Waste Paper in Batch and Continuous Modes by Column Flotation" Oral Presentation at AIChE Annual Meeting 2004, Austin, TX (November 7-12, 2004).
 17. สัญญา จงเสถียร, นัฐภูมิ ลีวิบูลย์ศิลป์, สมพร ชัยอารีย์กิจ และ กุณทีนี สุวรรณกิจ, ผลกระทบของกระดาษชนิดยาสารเก่า ต่อการดึงหมึกพิมพ์จากกระดาษหนังสือพิมพ์ โดยวิธีลอยหมึกพิมพ์, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 13, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 16-17 มีนาคม 2548.
 18. ขฎวรรัตน์ อิศระมโนรส, สมพร ชัยอารีย์กิจ และ กุณทีนี สุวรรณกิจ, การผลิตกระดาษคราฟต์จากเยื่อเปลือกทุเรียน, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 13, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 16-17 มีนาคม 2548.
 19. ชรัส ตามไท, กัลยาณี ตันทวรรณนะ, กัญญารัตน์ วรรณอาภา และ สมพร ชัยอารีย์กิจ, การหาวิธีที่เหมาะสมในการดึงหมึกออกจากเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ท้องถิ่น, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 12, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 18-19 มีนาคม 2547.
 20. แสงชัย เตชะวรรณพงษ์ และ สมพร ชัยอารีย์กิจ, การใช้เอ็นไซม์ไซลาลเนสช่วยในการฟอกเยื่อจากขาน้อย, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 12, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 18-19 มีนาคม 2547.
 21. สุนันท์ อุดมสุด, การผลิตเยื่อกระดาษจากผักสามดาว, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 12, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 18-19 มีนาคม 2547.
 22. ณัฐธยาน์ วงษ์อัยรา, กุณทีนี สุวรรณกิจ และ สมพร ชัยอารีย์กิจ, อิทธิพลของสารกันซึมที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกระดาษพิมพ์อิงก์เจ็ตชนิดไม่เคลือบผิว, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 12, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 18-19 มีนาคม 2547.
 23. ฉันทพล แสงธีรกิจ และสมพร ชัยอารีย์กิจ, ผลของจำนวนรอบการแห้งตัวและการตีเยื่อที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกระดาษรีไซเคิล, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 12, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 18-19 มีนาคม 2547.

24. Francis, R.C., Chairrekij, S., and Ramarao, B.V., "Preliminary Results on Hydrogen Peroxide Addition to Chlorine Dioxide Bleaching Stages", *Journal of Wood Chemistry and Technology*, Volume 23, Issue 2, 2003.
25. นพวรรณ รักฝึกฝน และสมพร ชัยอารีย์กิจ, การผลิตเยื่อกระดาษจากเปลือกทุเรียน, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 11 ประจำปี 2546 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วันที่ 18-19 มีนาคม 2546.
26. ธงชัย วุฒิจันทร์, การผลิตเยื่อกระดาษจากไม้มะม่วง, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 11 ประจำปี 2546 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วันที่ 18-19 มีนาคม 2546.
27. ชุติกร สุขป้อม และสมพร ชัยอารีย์กิจ, การแยกหมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทฐานน้ำออกจากกระดาษ, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 11 ประจำปี 2546 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วันที่ 18-19 มีนาคม 2546.
28. สมพร ชัยอารีย์กิจ, "สงวนป่าด้วยการรีไซเคิลกระดาษ", โปสเตอร์งานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในส่วนของคณะวิทยาศาสตร์ เดือนธันวาคม 2545.
29. สมพร ชัยอารีย์กิจ, "การเอาหมึกออกของหมึกเฟลกโซฐานน้ำด้วยเอ็นไซม์", โปสเตอร์งานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในส่วนของคณะวิทยาศาสตร์ เดือนธันวาคม 2545.
30. Chairrekij, S., and Aravamuthan, R., "Enzymatic Deinking of Flexographic Water-Based Inks", Oral Presentation at 28th Congress of Science and Technology of Thailand, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand (October 24-26, 2002).
31. Chairrekij, S., and Ramarao, B.V., "Kinetics of Deinking of Recycled Fibers by Column Flotation" Oral Presentation at AIChE Annual Meeting 2001, Reno, NV (November 4-9, 2001).
32. Chairrekij, S., and Aravamuthan, R., "Enzymatic Deinking of Flexographic Water-Based Inks", Poster Presentation at 2001 TAPPI Pulping Conference, Sheraton Seattle Hotel & Towers, Seattle, WA (November 4-7, 2001).
33. Chairrekij, S., Dhingra, H., and Ramarao, B.V., "Deinking of Recycled Pulps Using Column Flotation: Energy and Environmental Benefits", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 28, No. 3, p. 219-226 (2000).

34. Chairrekij, S., Gupta, H., Amato, W.S., Bandyopadhyay, A., and Ramarao, B.V., "Deinking of Recycled Pulps Using Column Flotation", Chapter 7, ESPRA Research Report # 112 (June 2000).
35. Chairrekij, S., Gupta, H., Amato, W.S., and Ramarao, B.V., "Experimental Results on Deinking of Recycled Fibers by Column Flotation", Wood and Cellulose Conference, Sheraton Hotel, Syracuse, NY (April 9-11, 2000).
36. Chairrekij, S., Gupta, H., Amato, W.S., and Ramarao, B.V., "Deinking of Recycled Pulp Using Column Flotation", Poster Presentation at Wood and Cellulose Conference, Sheraton Hotel, Syracuse, NY (April 2000).
37. Chairrekij, S., Dhingra, H., and Ramarao, B.V., "Deinking of Recycled Pulps Using Column Flotation: Energy and Environmental Benefits", 3rd ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry 'Industry and Innovation in the 21st Century' (1999).

ผู้ร่วมวิจัย 1

1. นางสาวกุนทีณี สุวรรณกิจ
Miss Kuntinee Suvarnakich
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 31009-00156-53-1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร (02) 218-5587, 218-5581-2
โทรสาร (02) 255-3021
5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546	Ph.D. (Paper Science and Engineering) University of Washington, U.S.A.
พ.ศ. 2538	B.S. (Photographic Science and Printing Technology) Chulalongkorn University, Thailand
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

สมบัติของเส้นใย
สมบัติของกระดาษ และการทดสอบ

ปัญหาการพิมพ์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

● งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. การใช้เส้นใยนุ่มช่วยเพิ่มสมบัติทางกายภาพของกระดาษ, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย
2. การใช้ประโยชน์จากกากของมันสำปะหลังในการผลิตกระดาษลูกฟูก, 2550-2551 สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย
3. ผลของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีต่อความคงทนของกระดาษที่ใส่สารเพิ่มความขาวสว่าง, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
4. สมบัติทางกายภาพของกระดาษฐานที่ส่งผลต่อการรับสารเคลือบและคุณภาพทางการพิมพ์อิงค์เจ็ต, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
5. ผลของสารเพิ่มความขาวสว่างต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงแสงของกระดาษที่ผ่านการเร่งอายุการเก็บ, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
6. การใช้ไคโตซานเป็นสารเพิ่มความฟ้ามในกระดาษ, 2550-2551, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
7. ผลกระทบของสารเพิ่มความขาวสว่างเชิงแสงที่มีต่อความคงทนของกระดาษ, 2549-2550, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
8. การผลิตเยื่อกระดาษจากกากเหลือของมันเส้น, พฤศจิกายน-ธันวาคม 2549, ร่วมกับภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ, สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย
9. Relationships Between Macroscopic Paper Structure and Water-Absorption Behavior of Paper, July-August 2006, ร่วมกับ Professor Dr. Akira Isogai จาก University of Tokyo, สถานภาพวิจัย: ผู้ทำวิจัยหลัก
10. การผลิตเยื่อจากลำต้นมันสำปะหลังด้วยกระบวนการโซดา, 2548-2549, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
11. การหาลักษณะเฉพาะของกระดาษพิมพ์เขียนด้วยเทคนิค FFT, 2548-2549, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
12. ผลกระทบของกระดาษนิตยสารเก่าที่มีต่อการดึงหมึกพิมพ์จากกระดาษหนังสือพิมพ์โดยวิธีลอยหมึกพิมพ์, 2547-2548, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย

13. การผลิตกระดาษคราฟต์จากเยื่อเปลือกทุเรียน, 2547-2548, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 14. การประเมินคุณภาพของเส้นในการพิมพ์อิงก์เจ็ตด้วย Virtual Microdensitometer, 2547-2548, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 15. อิทธิพลของสารกันซึมที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกระดาษพิมพ์อิงก์เจ็ตชนิดไม่เคลือบผิว, 2546-2547, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 16. Measurement of Single Fiber Profiles and Their Effects on Paper Sheet Properties, 2000-2003, ร่วมกับ Professor Dr. Richard Gustafson จาก University of Washington, สถานภาพวิจัย: ผู้ทำวิจัยหลัก
 17. A New Fiber Analyzer for Research and Industrial Applications, 1998-2000, ร่วมกับ Professor Dr. Richard Gustafson จาก University of Washington, สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย
 18. การจัดการสีในระบบ Desktop Publishing, 2537-2538, สถานภาพวิจัย: ผู้ทำวิจัยหลัก
- งานวิจัยที่กำลังทำ
 1. การผลิตเยื่อและกระดาษจากส่วนต่างๆ ของข้าวโพดและพืชท้องถิ่นอื่นๆ (เริ่มทำวิจัยเมื่อเดือนมีนาคม 2551 และได้ทำสำเร็จแล้วประมาณ 30% โดยโครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการวิทยาเพื่อแผ่นดิน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถานภาพวิจัย: ผู้ร่วมวิจัย)
 2. การปรับปรุงสมบัติของกระดาษด้วยโคโคซาน สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 - ผลงานทางวิชาการ
 1. Poonpon, P., Pattanaruedee, S., Pongstabodee, S., and Suvarnakich, K., The Use of Natural Additives as Bulking Agent in Paper. 9th National Grad Research Conference, Burapha University, Chonburi, Thailand, March 14-15, 2008.
 2. Osatanon, S., Chairrekij, S., and Suvarnakich, K., The Use of Cassava Residue to Substitute Hardwood Pulp in Paper, 9th National Grad Research Conference, Burapha University, Chonburi, Thailand, March 14-15, 2008.

3. Piboonhirunthumrong, P., Chairrekij, S., and Suvarnakich, K., The Use of Cassava Residue as a Dry Strength Agent in Paper, 9th National Grad Research Conference, Burapha University, Chonburi, Thailand, March 14-15, 2008.
4. Poonpon, P., Pongstabodee, S., Pattanaruedee, S. and Suvarnakich, K., Influence of Chitosan on Physical Properties of Paper, 3rd Mathematics and Physical Sciences Graduate Congress, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, December 12-14, 2007.
5. Suvarnakich, K., Enomae, T. and Isogai, A., Relationship Between Macroscopic Paper Structure and Water Absorption Behavior, Japan Tappi Journal, Vol. 62 (3), 325-332.
6. Puangart, R. and Suvarnakich, K., Effect of Calcium Carbonate on the Performance of Paper with an Optical Brightening Agent, 16th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 13-14 March 2008.
7. Jaroenpanyapary, W., Kanjanathanalert, T. and Suvarnakich, K., Base Paper Properties Affecting Coating Receptivity and Ink-Jet Printing Quality, 16th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 13-14 March 2008.
8. Kridpitayadecha, C. and Suvarnakich, K., Soda Pulping of Cassava Stems, 14th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 16-17 March 2006.
9. Danulaks, C. and Suvarnakich, K., Characterization of Printing/Writing Paper Using Fast Fourier Transform Technique, Proc. 14th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 16-17 March 2006.
10. Jongsatian, S., Leeviboonsin, N., Chairrekij, S. and Suvarnakich, K., The Effects of Old Magazines on Deinking of Newsprint by Flotation, Proc. 13th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 16-17 March 2005.

11. Pathomchaiwal, A., Suvarnakich, K., Cherdhirunkorn, K., and Koopipat, C., Evaluation of Line Quality of Inkjet Printing with a Virtual Microdensitometer, Proc. 13th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 16-17 March 2005.
12. Itsaramanoros, C., Chairrekij, S., and Suvarnakich, K., Making Kraft Paper from Durian Peel Pulp, Proc. 13th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 16-17 March 2005.
13. Wongaiyara, N., Suvarnakich, K., and Chairrekij, S., Effects of Sizing on Physical Properties of Uncoated Inkjet Paper, Proc. 12th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 18-19 March 2004.
14. Udomsud, S., Suvarnakich, K. and Chairrekij, S., Pulping of *Monchoria Hasta Solms.*, Proc. 12th Academic Conference Arranged by Faculty of Science, Chulalongkorn University, 18-19 March 2004.
15. Gustafson, R., Callis, J., Mathews, J., Bruckner, C., Robinson, J., Suvarnakich, K. (Inventors). Method and Apparatus for Assaying Wood Pulp Fibers, Patent Application CA2555968 A1, September 10, 2004; WO2004076740 A2, September 10, 2004; WO2004076740 A3, December 16, 2004; US2005019948 A1, January 27, 2005; EP1639347 A2 March 29, 2006.
16. Suvarnakich, K., Measurement of Single Fiber Properties and Their Effects on Paper Sheet Properties [PhD Dissertation], Seattle (WA): University of Washington, 2003.
17. Mathews J, Robinson J, Bruckner C, Suvarnakich K, Callis JB, Liu Y, Gustafson R., A New Fiber Analyzer For Research and Industrial Applications. Pulp Digester Modeling and Control Workshop, Annapolis, MD, June 28, 2001.
18. Bruckner C, Suvarnakich K, Robinson J, Gustafson R, Callis J., Single-Fiber Kappa Number Analyzer, NORM'99, Symposium on Process Analytical Chemistry I, 54th Northwest Regional Meeting of the American Chemical Society, Portland, OR, June 20-23, 1999.

19. Suvarnakich, K., Tarasanit, T., and Vacheeravothan, V., Color Management in Desktop Publishing System [Senior Project], Bangkok: Chulalongkorn University (in Thai), Bangkok, Thailand, 1995.

ผู้ร่วมวิจัย 2

1. นางสาวสิริวรรณ พัฒนาคดี
Miss Siriwan Phattananudee
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1008-00741-70-0
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330
โทร (02) 218-5568, (02) 218-5581-2
โทรสาร (02) 254-6530
5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546	Ph.D. (Polymer Science and Engineering) Lehigh University, USA
พ.ศ. 2540	M.S. (Polymer Science and Engineering) Lehigh University, USA
พ.ศ. 2535	B.S. (Material Science/Polymers) Chulalongkorn University, Thailand
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
อิมัลชันพอลิเมอร์
คอลลอยด์
วัสดุทางการพิมพ์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
 - งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
 1. การปรับสภาพผิวด้วยสารกลุ่มอะมิโนบนผ้าไหมสำหรับการพิมพ์อิงค์เจ็ท
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย
 2. การสังเคราะห์ซูเปอร์แอบซอร์บเมนท์อะคริเลตโคอิทาโคนิกคอมโพสิต
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย

3. งานของ การยัดติระหว่างหมึกพิมพ์ ฐานตัวทำละลายและพอลิโพรพิลีนปรับผิว
ด้วยคอโรนาดีสชาร์จโดยวิธีของเหลว 3 ชนิด
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 4. ผลการจัดเรียงตัวของโครงสร้างพอลิเอทิลีนต่อการปรับสภาพผิวด้วยอาร์กอน
พลาสมา
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 5. การปรับผิวพอลิแลกไทด์ด้วยวิธีคอโรนาดีสชาร์จและอาร์กอนพลาสมา
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 6. หมึกพิมพ์ชนิดสีย้อมสำหรับผ้าไหมเคลือบไคโตซาน
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 7. ผลของสารก่อผลึกต่อสมบัติทางกายภาพของพอลิแลกไทด์ผสมพอลิโพรพิลีน
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 8. ผลของการดูดซึมไอระเหยอินทรีย์ต่อบรรจุภัณฑ์พลาสติก
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย
 9. ผลของน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเอทิลีนต่อความเข้ากันได้กับพอลิแลกไทด์
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย
 10. สารยัดขนาดนาโนเมตรในหมึกพิมพ์อิงค์เจ็ทชนิดสารสีสำหรับการพิมพ์อิงค์เจ็ท
บนผ้าไหม
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย
 11. สารเคลือบผิวกระดาษจากพอลิแลกไทด์ผสมมอนต์โมริลโลไนต์
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
- งานวิจัยที่กำลังทำ
 1. การเตรียมอนุภาคของบิวทิลอะครีเลตโคเมทิลเมทาครีเลตหล่อหุ้มด้วยไคโตซาน
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 2. การเตรียมหมึกพิมพ์ชีวภาพสำหรับการพิมพ์ด้วยระบบพิมพ์เฟล็กโซกราฟีบนกระดาษบรรจุภัณฑ์
สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
 - ผลงานทางวิชาการ
ผลงานวิจัย

1. Phattanarudee S., El-Aasser M.S., and Silebi C.A., "Aggregation of Polystyrene Latexes Stabilized with Conventional, Reactive, and Polymeric Surfactants", Proceedings of the 8th Pacific Polymer Conference, Polymer Society (Thailand), Bangkok, November 24-27 (2003).
2. Phattanarudee S., Pathomwattanukul P., Moontongsong C., Noppakundilograt S., and Kiatkamjornwong S., "Improvement of Surface Energy of Polypropylene by Corona Discharge and Argon Plasma Treatments", Proceedings of the 10th International Conference on Radiation Curing, RadTech Asia 2005, Shanghai, China, May 24-26, p. 635-638.
3. Kiatkamjornwong S., Phattanarudee S., Jiratumnikul N. "Status of Radiation Curing in Thailand", Proceedings of the 10th International Conference on Radiation Curing, 23-26 May 2005, Shanhai Exhibition Hall, Shanghai, PR. China, pp. 34-39.
4. Noppakundilograt S, Phattanarudee S., Kiatkamjornwong S, Kumekawa R, Ogura M, Hoshino Y. Imaging Parameters Influencing the Rewritable Process of Titanium Dioxide Electrophoresis, Journal of Imaging Science and Technology 2007; 51:190-195. (TJTTP)
5. Phattanarudee S., Chakvattanatham K., and Kiatkamjornwong S., Pretreatment of Silk Fabric Surface with Amino Compounds for Ink Jet Printing, Progress in Organic Coatings 64 (2009) 405-418.
6. Noreewon P. and Phattanarudee S, "Preparation of Polylactide/Montmorillonite Nanocoating for Paper", Proceedings of the 9th National Graduate Research Conference, Burapa University, March, 14-15 (2008).
7. Taweerat V. and Phattanarudee S., "Synthesis of Butyl acrylate and Methyl methacrylate Copolymer Encapsulated with Chitosan", Proceedings of the 10th National Graduate Research Conference, Sukhothai Thammathirat Open University, September, 11-12 (2008).

8. Varapaskul T., Phattanarudee S., "Preparation of Bio Flexo-ink Using Polylactide Binder for Kraft Paper Printing", Proceedings of the 12th National Graduation Research Conference, Khon Kaen University, February, 12-13 (2009).
9. กลองทอง จักรวัฒน์ธรรม **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "การปรับสภาพผิวด้วยสารกลุ่มอะมิโนบนผ้าไหมสำหรับการพิมพ์อิงค์เจ็ต" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550 (แหล่งทุน:ทุนเมธีวิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.))
10. ดวงตะวัน เพ็ญพุ่ม **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "การสังเคราะห์ซูเปอร์แอบซอร์บენტอะครีเลตโคอิทาโคนิคคอมโพสิต" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550 (แหล่งทุน:ทุนเมธีวิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.))
11. สุวรรณีย์ สุเมธวาทินกุล **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "ผลของการดูดซึมไอสารอินทรีย์ต่อบรรจุภัณฑ์พลาสติก" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550
12. อรอนงค์ ปิ่นมงคล **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "ความเข้ากันได้และการย่อยสลายของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ/พอลิแลกติกแอซิดเบลนด์" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550
13. ชุติมา ศรีตระกร พงษ์ศักดิ์ วิริยะบัณฑิตกุล สุดา เกียรติกำจรวงศ์ **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** "งานของ การยึดติดระหว่างหมึกพิมพ์ ฐานตัวทำละลายและพอลิไพรีลีนปรับผิวด้วยคอโรนาดีสชาร์จโดยวิธีของเหลว 3 ชนิด" โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2547 (แหล่งทุน: ทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
14. ดวงกมล ธนอมศักดิ์ศรี อัญชลี ตีรังคะวิบูลย์ สุดา เกียรติกำจรวงศ์ **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** "ผลการจัดเรียงตัวของโครงสร้างพอลิเอทิลีนต่อการปรับสภาพผิวด้วยอาร์กอนพลาสมา" โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2548 (แหล่งทุน: ทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

15. พรทิพย์ ตั้งจิตมานะกุล พนิดพิชา ฐิติพัฒนะกุล รัชชาติ มงคลนาวิน สุดา เกียรติกำจรวงศ์ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "การปรับผิวพอลิแลกไทด์ด้วยวิธีคอโรนาดิสซาร์จและอาร์กอนพลาสมา" โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2549 (แหล่งทุน: ทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
16. ธิดิษฐ์ วราภาสกุล สุดา เกียรติกำจรวงศ์ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "หมึกพิมพ์ชนิดสีย้อมสำหรับผ้าไหมเคลือบไคโตซาน" โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2549 (แหล่งทุน: ทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
17. ธัญจิรา บุญญาพิพรรธน์ พรอุมา หงษ์โศภณพันธ์ สุดา เกียรติกำจรวงศ์ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "ผลของสารเชื่อมขวางในสารเคลือบผิวไคโตซานสำหรับผ้าไหมพิมพ์ด้วยระบบอิงค์เจ็ต" โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550 (แหล่งทุน: ทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
18. กมลทิพย์ เจริญศิริ นลินี เขียมละออ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "การปรับผิวพอลิไพร์ฟีนด้วยวิธี คอโรนาดิสซาร์จร่วมกับกรดอะคริลิก" โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2550 (แหล่งทุน: ทุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

การนำเสนอผลงานวิชาการ

19. Phattanarudee S., Lloyd T.B., and Pearson R.A., "On the Use of the Thermodynamic Work of Adhesion to Predict Adhesive Strength", Poster presentation at Techcon Conference, Arizona, August (1996).
20. Phattanarudee S., El-Aasser M.S., and Silebi C.A., "Aggregation of Polystyrene Latexes Stabilized with Conventional, Reactive, and Polymeric Surfactants", Oral presentation at the 8th Pacific Polymer

- Conference, Polymer Society (Thailand), Bangkok, November 24-27 (2003).
21. Kumekawa T., Ogura M., Hasegawa T., Kiatkamjornwong S., Noppakundilograt S., Phattanarudee S., Hoshino Y., "Study on the Electrophoretic Property of TiO_2 Particle from the Reflection Change by Voltage Application", Japan Hard Copy (Fall) November 25-27, at Paruru Plaza Kyoto, Kyoto, Japan , pp. 65-68 (2004).
 22. Phattanarudee S., Pathomwattanukul P., Moontongsong C., Noppakundilograt S., and Kiatkarmjornwong S., "Improvement of Surface Energy of Polypropylene by Corona Discharge and Argon Plasma Treatments", Oral presentation at the 10th International Conference on Radiation Curing, RadTech Asia, Shanghai, China, May 24-26 (2005).
 23. Noreewon P. and Phattanarudee S., "Preparation of Polylactide/Montmorillonite Nanocoating for Paper", Poster Presentation at the 9th National Graduate Research Conference, Burapa University, March, 14-15 (2008).
 24. Taweerat V. and Phattanarudee S., "Synthesis of Butyl acrylate and Methyl methacrylate Copolymer Encapsulated with Chitosan", Poster Presentation at the 10th National Graduate Research Conference, Sukhothai Thammathirat Open University, September, 11-12 (2008).
 25. Varapaskul T., Phattanarudee S., "Preparation of Bio Flexo-ink Using Polylactide Binder for Kraft Paper Printing", Poster Presentation at the 12th National Graduation Research Conference, Khon Kaen University, February, 12-13 (2009).
 26. ชุติมา ศรีตระกร พงษ์ศักดิ์ วิริยะบัณฑิตกุล สุดา เกียรติกำจรวงศ์ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "งานของการยึดติดระหว่างหมึกพิมพ์ ฐานตัวทำละลายและพอลิโพรพิลีนปรับผิวด้วยคอโรนาดีสชาร์จโดยวิธีของเหลว 3 ชนิด" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 13 ประจำปี 2548 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 16-17 มีนาคม 2548
 27. ดวงกมล ถนนอมศักดิ์ศรี อัญชลี ตีรังคะวิบูลย์ สุดา เกียรติกำจรวงศ์ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "ผลการจัดเรียงตัวของโครงสร้างพอลิเอทิลีนต่อการปรับสภาพผิว

- ด้วยอาร์กอนพลาสมา" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 14 ประจำปี 2549 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 16-17 มีนาคม 2549
28. พรทิพย์ ตั้งจิตมานะกุล พนิดพิชา รัฐิพัฒนะกุล รัชชาติ มงคลนาวิน สุดา เกียรติกำจรวงศ์ **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** "การปรับผิวพอลิแลกไทด์ด้วยวิธีคอรินาติสซาร์จและอาร์กอนพลาสมา" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 15 ประจำปี 2550 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 16-17 มีนาคม 2550
29. ธีศิษฎ์ วราภาสกุล สุดา เกียรติกำจรวงศ์ **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** "หมึกพิมพ์ชนิดสีย้อมสำหรับผ้าไหมเคลือบไคโตซาน" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 15 ประจำปี 2550 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 16-17 มีนาคม 2550
30. กลองทอง จักรวัฒนธรรม **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "การปรับสภาพผิวด้วยสารเซริซินบนผ้าไหมสำหรับการพิมพ์อิงค์เจ็ต" งานประชุมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (วทท.) ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ปี 2549
31. ดวงตะวัน เพ็องฟุ้ง **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "การสังเคราะห์ซูเปอร์แอบซอร์บเบนท์อะคริเลตโคอิทาโคนิคคอมโพสิต" งานประชุมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (วทท.) ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ปี 2549
32. กลองทอง จักรวัฒนธรรม **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "การปรับสภาพผิวด้วยสารกลุ่มอะมิโนบนผ้าไหมสำหรับการพิมพ์อิงค์เจ็ต" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 15 ประจำปี 2550 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 16-17 มีนาคม 2550
33. ดวงตะวัน เพ็องฟุ้ง **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** สุดา เกียรติกำจรวงศ์ "การสังเคราะห์ซูเปอร์แอบซอร์บเบนท์อะคริเลตโคอิทาโคนิคคอมโพสิต" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 15 ประจำปี 2550 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 16-17 มีนาคม 2550
34. รัญจิรา บุญญาพิพรรณณ์ พรธูมา หงษ์โศกาพันธ์ สุดา เกียรติกำจรวงศ์ **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** "ผลของสารเชื่อมขวางในสารเคลือบผิวไคโตซานสำหรับผ้าไหมพิมพ์ด้วยระบบอิงค์เจ็ต" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2551 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 13-14 มีนาคม 2551
35. กมลทิพย์ เจริญศิริ นลินี เอี่ยมละออ **สิริวรรณ พัฒนาฤติ** "การปรับผิวพอลิโพรพิลีนด้วยวิธีคอรินาติสซาร์จร่วมกับกรดอะคริลิก" การนำเสนอแบบโปสเตอร์

การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2551 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ
13-14 มีนาคม 2551

36. ปรัชญา เคียงประคอง พนิดา ปานเคลือบทอง สิริวรรณ พัฒนาฤดี "การตรวจสอบพลังงานผิวของพลาสติกที่สามารถเสื่อมสลายได้ทางชีวภาพปรับผิวด้วยวิธีคอปโรรานาติสซาร์จ" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2552 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 12-13 มีนาคม 2552
37. ชัยยุทธ จันทร ศุภกัญจักร ธรรมารัตน์ สิริวรรณ พัฒนาฤดี "ผลของชนิดของสารเชื่อมขวางในสารเคลือบโคโตนานสำหรับผ้าไหมพิมพ์ด้วยระบบอิงก์เจ็ต" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2552 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 12-13 มีนาคม 2552
38. กิตติยา โมงขุนทด สวรรยา จรูญวัฒนา สิริวรรณ พัฒนาฤดี "สารเคลือบกระดาษจากพอลิแลกไทด์ผสมนาโนเคลย์" การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2552 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ฯ 12-13 มีนาคม 2552

ผู้ร่วมวิจัย 3

1. นางสาวกัลยา เชิดนිරัณกร
Miss Kunlaya Cherdhirunkorn
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 31001-00270-39-9
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ภาควิชาภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330
โทร (02) 218-5576, 218-5581-2
โทรสาร (02) 255-3021
5. ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2547 M.E. (Applied Computer Science)
Chiba University, Japan
พ.ศ. 2540 B.Sc. (second class honours) (Photographic Science and
Printing Technology) Chulalongkorn University, Thailand
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
Spectral Imaging

Spectral based color reproduction

Conventional and non-impact printing

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

● งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. การประเมินคุณภาพเส้นของการพิมพ์อิงค์เจ็ทด้วย Virtual Microdensitometer, 2004-2005, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย
2. พิสูจน์เอกลักษณ์ของกระดาษพิมพ์เขียนด้วยวิธี Fourier Transform, 2005-2006, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย
3. สูตรการผสมแม่สีอะคริลิกโดยเทคนิคการเทียบสเปกตรัมสีสำหรับการระบายสีเขียนหน้าหัวโขนไทย, 2006-2007, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
4. สูตรการผสมสีไทยจากแม่สีอะคริลิกโดยใช้ทฤษฎีคูเบลคา-มันด์, 2007-2008, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาและผู้ร่วมวิจัย
5. ผลของ OBA ที่มีต่อความคงทนของกระดาษ, 2007-2008, สถานภาพวิจัย: ที่ปรึกษาร่วมและผู้ร่วมวิจัย

● งานวิจัยที่กำลังทำ

สูตรการผสมสีโดยเทคนิคการเทียบสเปกตรัมสีสำหรับการระบายสีเขียนหน้าหัวโขนไทย (ทุนนักวิจัยใหม่จากสวทช): สถานภาพวิจัย: หัวหน้าโครงการ

● ผลงานทางวิชาการ

1. Cherdhirunkorn, K. 2004. Color Correction Method for RGB Images under Different Color Temperature of Illumination Based on Spectral Information.
2. Tsumura, N., Cherdhirunkorn, K., Miyake, Y. Spectral Based Colors Reproduction for E-commerce with High Compatible with High Compatibility. Proceedings of the Color Forum Japan 2002 at Tokyo, Japan, 2002, pp. 67-70.
3. Tsumura, N., Cherdhirunkorn, K., Ikeda, T., Nakao, D., Miyake, Y. Spectral Based Colors Reproduction for E-commerce with High Compatible with High Compatibility. Proceedings of the 10th Color Imaging Conference at Scottsdale, Arizona, November 12-15, 2002, pp. 246-249.

4. Cherdhirunkorn, K., Norimichi, T., and Miyake, Y. Spectral Based Color Reproduction Compatible with Standard System for Mixed Illumination Conditions. Proceedings of AIC 2003, Bangkok, Thailand, August 4 – 6, 2003, pp. 44 – 48.
5. Cherdhirunkorn, K., Norimichi, T., and Miyake, Y. 2003. Spectral Based Color Reproduction Compatible with sRGB System under Mixed Illumination Conditions for E-commerce. Proceedings of the 5th International Symposium on Multispectral Color Science at Rochester, New York, USA, May 13 – 16, 2003, pp. 264 – 269.
6. The International Congress of Imaging Science (ICIS'02), Arcadia-Ichigaya, Tokyo, May 12-17, 2002.
7. กัลยา เชิดหิรัญกร และ พรศักดิ์ โกศลชื่นวิจิตร. 2549. หน่วยที่ 4 เทคโนโลยีการจับภาพ ใน เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีก่อนพิมพ์ หน่วยที่1-7 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1, สุदारัตน์ บัวศรี บรรณาธิการ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย