

EFFECTS OF INDOOR AGING CONDITIONS ON DEINKING OF NEWSPRINTS

Captain Somporn Yotoo

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Imaging Technology

Department of Imaging and Printing Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491865

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของภาวะการเก็บรักษากระดาษในที่ร่มต่อการดึงหมึกออกจากกระดาษหนังสือพิมพ์
โดย	ร้อยเอก สมพร อยู่โต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สมพร ชัยอารีย์กิจ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมณะเสวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรณู หาญสืบสาย)

สมพร ใจต๋องกิจ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ สมพร ชัยอารีย์กิจ)

สุภาภรณ์ นพคุณดิลรัตน์

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาภรณ์ นพคุณดิลรัตน์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. กุณทีนี สุวรรณกิจ)

สมพร อยู่โต ร้อยเอก : ผลของภาวะการเก็บรักษากระดาษในที่ร่มต่อการดึงหมึกออกจากกระดาษ
หนังสือพิมพ์. (EFFECTS OF INDOOR AGING CONDITIONS ON DEINKING OF
NEWSPRINTS) อ.ที่ปรึกษา : อ.สมพร ชัยอารีย์กิจ, 97 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผล ระยะเวลาในการเก็บกระดาษและสภาพในการเก็บกระดาษ ต่อ
ประสิทธิภาพการดึงหมึกพิมพ์ออกจากกระดาษด้วยวิธีลอยฟองอากาศ โดยการทดลองเริ่มจากการเก็บ
กระดาษหนังสือพิมพ์ในระยะเวลาและสภาพการเก็บที่แตกต่างกัน เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแล้วนำ
หนังสือพิมพ์นั้นไปผ่านกระบวนการตีเยื่อ โดยใช้เวลาในการตีเยื่อเท่ากับ 30 นาที อัตราความเร็วของเครื่อง
ตีเยื่อเท่ากับ 170 รอบต่อนาที ค่าความเข้มข้นของเยื่อเท่ากับร้อยละ 5 ความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 11 โดยมี
การเติมสารเคมีในระหว่างการตีเยื่อ ดังนี้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 2,
โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 3, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น
เท่ากับร้อยละ 1 และ สารลดแรงตึงผิว (Surfactant) ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง
ตามลำดับ จากนั้นนำเยื่อที่ได้ไปผ่านการดึงหมึกออกด้วยวิธีลอยฟองอากาศ โดยใช้อัตราการไหลของ
ฟองอากาศเท่ากับ 3 ลิตรต่อนาที ความเข้มข้นของเยื่อเท่ากับร้อยละ 0.8 และใช้เวลาในการลอยฟองอากาศ
เท่ากับ 10 นาที จากนั้นนำเยื่อที่ได้ไปวัดค่าสภาพระบายได้ (Freeness) ปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield) และนำ
เยื่อที่เหลือไปทำแผ่นทดสอบ (Handsheet) จากนั้นนำแผ่นทดสอบที่ได้ไปวัดค่าความขาวสว่าง (Brightness)
และปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเยื่อ (ERIC-Effective Residual Ink Concentration) จากผลการทดลองพบว่า
เมื่อระยะเวลาในการเก็บกระดาษนานขึ้นแนวโน้มของค่าความขาวสว่างที่ได้จะลดลงและปริมาณหมึกพิมพ์
ที่เหลืออยู่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดึงหมึกออกดีขึ้น ในส่วนของสภาพการเก็บกระดาษนั้น
พบว่า การเก็บกระดาษในสภาพเปียกนั้นมีผลทำให้ค่าความขาวสว่างต่ำกว่าและปริมาณหมึกที่เหลืออยู่สูง
กว่าการเก็บกระดาษในสภาพแห้งทำให้ประสิทธิภาพในการดึงหมึกออกลดลง

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

4872492823 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEY WORD: Deinking / Flotation / Brightness / ERIC

CAPT.SOMPORN YOOTO : EFFECTS OF INDOOR AGING CONDITIONS ON DEINKING OF NEWSPRINTS. THESIS ADVISOR : SOMPORN CHAIARREKIJ, M.S., 97 pp.

This research was aimed to study the effects of aging times and aging conditions on deinking efficiency of local newspapers. The experiments were started by aging newspapers at different times and conditions. Then, the newspapers were repulped for 30 min using the speed of the pulper of 170 rpm. Pulp consistency was 5% and pH was equal to 11. Chemicals which were 2% Sodium hydroxide (NaOH), 3% Sodium silicate (Na₂SiO₃), 1% Hydrogen peroxide (H₂O₂) and 0.5% surfactant based on oven dry pulp weight were also added in the pulper. After repulping, flotation deinking was performed using 3 L/min air flow rate, 0.8% consistency and 10 min flotation time. After deinking, freeness values of both pulps before and after flotation were determined. Flotation yield was also calculated. Handsheets were then made to measure brightness and ERIC (ERIC-Effective Residual Ink Concentration) values. The results indicated that both aging times and aging conditions have strong influence on deinking efficiency. Longer aging time before deinking decreases pulp brightness and increases ERIC values. Newspapers kept under wet condition before deinking provide pulp with lower brightness and higher ERIC values as compared to paper kept under dry condition.

Department Imaging and Printing Technology
Field of study Imaging Technology
Academic year 2006

Student's signature.....*Somporn Yooto*.....
Advisor's signature.....*Somporn Chaiarrekij*.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ สมพร ชัยอารีย์กิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รศ.ดร.อรรณู หาญสืบสาย ประธานกรรมการ ผศ.ดร.สุภาภรณ์ นพคุณดิลรัตน์ และ ดร.กุนทีนิ สุวรรณกิจ กรรมการ ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) สำหรับเงินสนับสนุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณบริษัท The Post Publishing (มหาชน) จำกัด สำหรับการอนุเคราะห์หนังสือพิมพ์ Post today ที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนและน้องๆ ที่ช่วยเหลือทั้งในด้านกำลังใจ กำลังใจ และกำลังความคิดด้วยความใจดี และที่สำคัญที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ซึ่งคอยเป็นกำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยด้วยความรักความเมตตาตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉุ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
- กระบวนการดึงหมึกออกจากกระดาษ (Deinking process).....	4
- สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการดึงหมึกออก (Deinking chemicals).....	8
- กระบวนการดึงหมึกออกด้วยวิธีลอยฟองอากาศ (Flotation deinking).....	12
- การย้อนกลับไปติดที่เส้นใยของหมึก (Ink redeposition) ในขั้นตอนการตีเยื่อ.....	17
- การถูกกักอยู่ในเครือข่ายฟองอากาศของเส้นใย (Physical entrapment) ในขั้นตอนการลอยฟองอากาศ.....	18
- การเก็บกระดาษ (Aging of paper).....	19
- ความสามารถในการดึงหมึกพิมพ์ออก (Deinkability).....	20
- เภณท์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของเยื่อกระดาษ.....	22
- วารสารปริทรรศน์.....	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	26
- อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้.....	28
- วิธีกาทดลอง.....	28
- การวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	53
รายการอ้างอิง.....	55

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก.....	58
- ภาคผนวก ข.....	65
- ภาคผนวก ค.....	67
- ภาคผนวก ง.....	94
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	97

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1	21
ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดึงหมักพิมพ์ออก กลไกการแห้งตัวและกระบวนการในการพิมพ์.....	21
ตารางที่ 2	33
ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อเมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อต่างกัน...	33
ตารางที่ 3	33
ค่าปริมาณหมักที่เหลืออยู่ (ERIC) ในเยื่อเมื่อใช้อุณหภูมิในการตีเยื่อกระจายต่างกัน.	33
ตารางที่ 4	34
ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อ เมื่อใช้ ความเข้มข้นของเยื่อ (Consistency) ต่างกัน.....	34
ตารางที่ 5	35
ค่าปริมาณหมักที่เหลืออยู่ (ERIC) ในเยื่อ เมื่อใช้ ความเข้มข้นของเยื่อ (Consistency) ต่างกัน.....	35
ตารางที่ 6	35
ค่าสภาพระบายได้ (Freeness) ของเยื่อเมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อต่างกัน.....	35
ตารางที่ 7	35
ค่าสภาพระบายได้ (Freeness) ของเยื่อเมื่อใช้ ความเข้มข้นของเยื่อ (Consistency) ต่างกัน.....	35
ตารางที่ 8	36
ปริมาณผลผลิต (Yield) ของเยื่อเมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อต่างกัน.....	36
ตารางที่ 9	36
ปริมาณผลผลิต (Yield) ของเยื่อเมื่อใช้ความเข้มข้นของเยื่อ (Consistency) ต่างกัน.....	36
ตารางที่ 10	38
ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ค่าปริมาณหมักที่เหลืออยู่ (ERIC) และ ค่าสภาพระบายได้ (Freeness) ของตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านการดึงหมักออก.....	38
ตารางที่ 11	39
ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 1 เดือนก่อนการดึงหมักออก.....	39
ตารางที่ 12	39
ค่าปริมาณหมักที่เหลืออยู่ (ERIC) ในเยื่อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 1 เดือนก่อนการดึงหมักออก.....	39
ตารางที่ 13	40
ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 2 เดือนก่อนการดึงหมักออก.....	40
ตารางที่ 14	41
ค่าปริมาณหมักที่เหลืออยู่ (ERIC) ในเยื่อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 2 เดือนก่อนการดึงหมักออก.....	41
ตารางที่ 15	42
ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 3 เดือนก่อนการดึงหมักออก.....	42
ตารางที่ 16	42
ค่าปริมาณหมักที่เหลืออยู่ (ERIC) ในเยื่อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 3 เดือนก่อนการดึงหมักออก.....	42

ตารางที่ 16	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ (ERIC) ในเชื้อจากกระดาษ ที่ผ่านการเก็บนาน 3 เดือนก่อนการคั่งหมึกออก.....	42
ตารางที่ 17	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของค่าความขาวสว่าง ของเชื้อก่อนการคั่งหมึกออก.....	43
ตารางที่ 18	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของค่าความขาวสว่าง ของเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	44
ตารางที่ 19	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของค่าความขาวสว่าง ที่เพิ่มขึ้นหลังการคั่งหมึกออก.....	45
ตารางที่ 20	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของค่าปริมาณหมึกพิมพ์ ที่เหลืออยู่ในเชื้อก่อนการคั่งหมึกออก.....	46
ตารางที่ 21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของปริมาณหมึกพิมพ์ ที่เหลืออยู่ในเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	48
ตารางที่ 22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของการลดลง ของปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	49
ตารางที่ 23	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของค่าสภาพระบายได้ ของเชื้อก่อนการคั่งหมึกออก.....	51
ตารางที่ 24	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของค่าสภาพระบายได้ ของเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	51
ตารางที่ 25	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (Yield).....	52
ตารางที่ 26	การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณผลผลิตที่ได้.....	52
ตารางที่ 27	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการคั่งหมึกออก ของเชื้อจากกระดาษที่ไม่ผ่านการเก็บ (ความเข้มข้นในการตีกระจายเชื้อ เท่ากับร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 50 °C).....	67
ตารางที่ 28	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการคั่งหมึกออก ของเชื้อจากกระดาษที่ไม่ผ่านการเก็บ (ความเข้มข้นในการตีกระจายเชื้อ เท่ากับร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 65 °C).....	68
ตารางที่ 29	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างหลังการคั่งหมึกออกด้วยวิธีการล้าง ของเชื้อจากกระดาษที่ไม่ผ่านการเก็บ (ความเข้มข้นในการตีกระจายเชื้อ เท่ากับร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 50 °C และ 65 °C)	68

ตารางที่ 31	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างของเยื่อก่อนและหลังการดึงหมึกออก (ใช้น้ำที่บีบออกมาใส่กลับไปในขั้นตอนการตีกระจายเยื่อความเข้มข้นในการตีกระจายเยื่อเท่ากับร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 50 °C).....	70
ตารางที่ 32	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 1 เดือน (สภาพแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก).....	71
ตารางที่ 33	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 1 เดือน (สภาพและแห้งห่อหุ้มด้วยพลาสติก).....	72
ตารางที่ 34	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 1 เดือน (สภาพเปียก-แช่น้ำ).....	73
ตารางที่ 35	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 2 เดือน (สภาพแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก).....	74
ตารางที่ 36	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 2 เดือน (สภาพแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก).....	75
ตารางที่ 37	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 2 เดือน (สภาพเปียก-แช่น้ำ).....	76
ตารางที่ 38	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 3 เดือน (สภาพแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก).....	77
ตารางที่ 39	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 3 เดือน (สภาพแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก).....	78
ตารางที่ 40	ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่และความขาวสว่างก่อนและหลังการดึงหมึกออกของเยื่อจากกระดาษที่เก็บ 3 เดือน (สภาพเปียก-แช่น้ำ).....	79
ตารางที่ 41	ค่าสภาพระบายได้ของเยื่อเมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อต่างกัน.....	80
ตารางที่ 42	ค่าสภาพระบายได้ของเยื่อเมื่อใช้ความเข้มข้นในการตีกระจายเยื่อต่างกัน.....	80
ตารางที่ 43	ค่าสภาพระบายได้ของเยื่อก่อนการดึงหมึกออก.....	81
ตารางที่ 44	ค่าเฉลี่ยของค่าสภาพระบายได้ของเยื่อก่อนการดึงหมึกออก.....	81
ตารางที่ 45	ค่าสภาพระบายได้ของเยื่อหลังการดึงหมึกออก.....	82
ตารางที่ 46	ค่าเฉลี่ยของค่าสภาพระบายได้ของเยื่อหลังการดึงหมึกออก.....	82
ตารางที่ 47	ปริมาณผลผลิตที่ได้เมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อต่างกัน.....	83
ตารางที่ 48	ปริมาณผลผลิตที่ได้เมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อต่างกัน.....	83
ตารางที่ 49	ปริมาณผลผลิตที่ได้.....	84

ตารางที่ 48	ปริมาณผลผลิตที่ได้เมื่อใช้อุณหภูมิในการตีกระจายเชื้อต่างกัน.....	83
ตารางที่ 49	ปริมาณผลผลิตที่ได้.....	84
ตารางที่ 50	ค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิตที่ได้.....	84
ตารางที่ 51	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความขาวสว่างของเชื้อก่อนการคั่งหมึกออก.....	85
ตารางที่ 52	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความขาวสว่างของเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	86
ตารางที่ 53	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความขาวสว่างของเชื้อที่เพิ่มขึ้น หลังการคั่งหมึกออก.....	87
ตารางที่ 54	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ ในเชื้อก่อนการคั่งหมึกออก.....	88
ตารางที่ 55	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ ในเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	89
ตารางที่ 56	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของการลดลงของปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ ในเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	90
ตารางที่ 57	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าสภาพระบายได้ของเชื้อก่อนการคั่งหมึกออก.....	91
ตารางที่ 58	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าสภาพระบายได้ของเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	92
ตารางที่ 59	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณผลผลิตที่ได้.....	93

สารบัญภาพ

๖

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 1 เครื่องตีกระจายเชื้อ.....	4
ภาพที่ 2 เครื่องทำความสะอาดเชื้อแบบสกรีน.....	5
ภาพที่ 3 เครื่องทำความสะอาดเชื้อแบบ Centrifugal cleaner.....	6
ภาพที่ 4 การดึงหมึกออกโดยวิธีการล้างและวิธีการลอยฟองอากาศ.....	6
ภาพที่ 5 การดึงหมึกออกโดยวิธีการล้าง.....	7
ภาพที่ 6 การดึงหมึกออกโดยวิธีการลอยฟองอากาศ.....	8
ภาพที่ 7 โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว.....	11
ภาพที่ 8 Micelle.....	11
ภาพที่ 9 การทำงานของ Collector.....	12
ภาพที่ 10 อิทธิพลของขนาดอนุภาคหมึกที่มีต่อประสิทธิภาพ ของการดึงหมึกออกด้วยวิธีการล้างและวิธีการลอยฟองอากาศ.....	13
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความขาวสว่างของเชื้อและเวลาที่ใช้ในการลอยฟองอากาศ.....	13
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความขาวสว่างของเชื้อและปริมาณผลผลิตที่ได้.....	14
ภาพที่ 13 การยึดติดระหว่างอนุภาคหมึกและฟองอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม.....	15
ภาพที่ 14 การไหลของอนุภาคของหมึกตามแนว Streamlines.....	16
ภาพที่ 15 อิทธิพลของขนาดฟองอากาศต่อประสิทธิภาพการดึงหมึกพิมพ์ออก.....	17
ภาพที่ 16 ค่าความขาวสว่างของเชื้อจากกระดาษที่เก็บไว้ในช่วงต่างๆ ของปี.....	20
ภาพที่ 17 ค่าปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเชื้อจากกระดาษที่เก็บไว้ในช่วงต่างๆ ของปี.....	20
ภาพที่ 18 ความสามารถในการดึงหมึกพิมพ์ออกของกระดาษเคลือบผิวและไม่เคลือบผิว.....	21
ภาพที่ 19 แผนผังการเก็บกระดาษก่อนทำการดึงหมึกออก.....	27
ภาพที่ 20 ขั้นตอนการตีกระจายเชื้อ.....	29
ภาพที่ 21 กระบวนการหลังจากการตีกระจายเชื้อแล้วของเชื้อส่วนที่ 1.....	30
ภาพที่ 22 กระบวนการหลังจากการตีกระจายเชื้อแล้วของเชื้อส่วนที่ 2.....	31
ภาพที่ 23 ค่าความขาวสว่างของเชื้อก่อนการดึงหมึกออก.....	43
ภาพที่ 24 ค่าความขาวสว่างของเชื้อหลังการดึงหมึกออก.....	44
ภาพที่ 25 ค่าความขาวสว่างของเชื้อที่เพิ่มขึ้นหลังการดึงหมึกออก.....	45
ภาพที่ 26 ปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเชื้อก่อนการดึงหมึกออก.....	46
ภาพที่ 27 ปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเชื้อหลังการดึงหมึกออก.....	47

ภาพที่ 28	การลดลงของปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเชื้อหลังการคั่งหมึกออก.....	48
ภาพที่ 29	ค่าสภาพระบายได้ของเชื้อจากกระดาษที่เก็บแบบแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก.....	49
ภาพที่ 30	ค่าสภาพระบายได้ของเชื้อจากกระดาษที่เก็บแบบแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก.....	50
ภาพที่ 31	ค่าสภาพระบายได้ของเชื้อจากกระดาษที่เก็บแบบเปียก.....	50
ภาพที่ 32	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่ไม่มีการเก็บ.....	58
ภาพที่ 33	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่ใช้อุณหภูมิในการตีเชื้อเท่ากับ 50 °C.....	58
ภาพที่ 34	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่ใช้อุณหภูมิในการตีเชื้อเท่ากับ 65 °C.....	59
ภาพที่ 35	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่ใช้ความเข้มข้นในการตีเชื้อเท่ากับร้อยละ 5.....	59
ภาพที่ 36	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่ใช้ความเข้มข้นในการตีเชื้อเท่ากับร้อยละ 10.....	60
ภาพที่ 37	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 1 เดือน (สภาพแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก)...	60
ภาพที่ 38	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 1 เดือน (สภาพแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก).	61
ภาพที่ 39	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 1 เดือน (สภาพเปียก-แช่น้ำ).....	61
ภาพที่ 40	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 2 เดือน (สภาพแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก)...	62
ภาพที่ 41	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 2 เดือน (สภาพแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก).	62
ภาพที่ 42	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 2 เดือน (สภาพเปียก-แช่น้ำ).....	63
ภาพที่ 43	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 3 เดือน (สภาพแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก)...	63
ภาพที่ 44	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 3 เดือน (สภาพแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก).	64
ภาพที่ 45	แผ่นทดสอบที่ผลิตจากกระดาษที่เก็บ 3 เดือน (สภาพเปียก-แช่น้ำ).....	64
ภาพที่ 46	เครื่องกระจายเชื้อ.....	94
ภาพที่ 47	เครื่องลอยฟองอากาศ.....	94
ภาพที่ 48	เครื่องทำแผ่นทดสอบ.....	95
ภาพที่ 49	เครื่องวัดค่าสภาพระบายได้.....	95
ภาพที่ 50	เครื่องหาความชื้นในกระดาษ.....	96
ภาพที่ 51	คู่มือ.....	96