

บทที่ 3

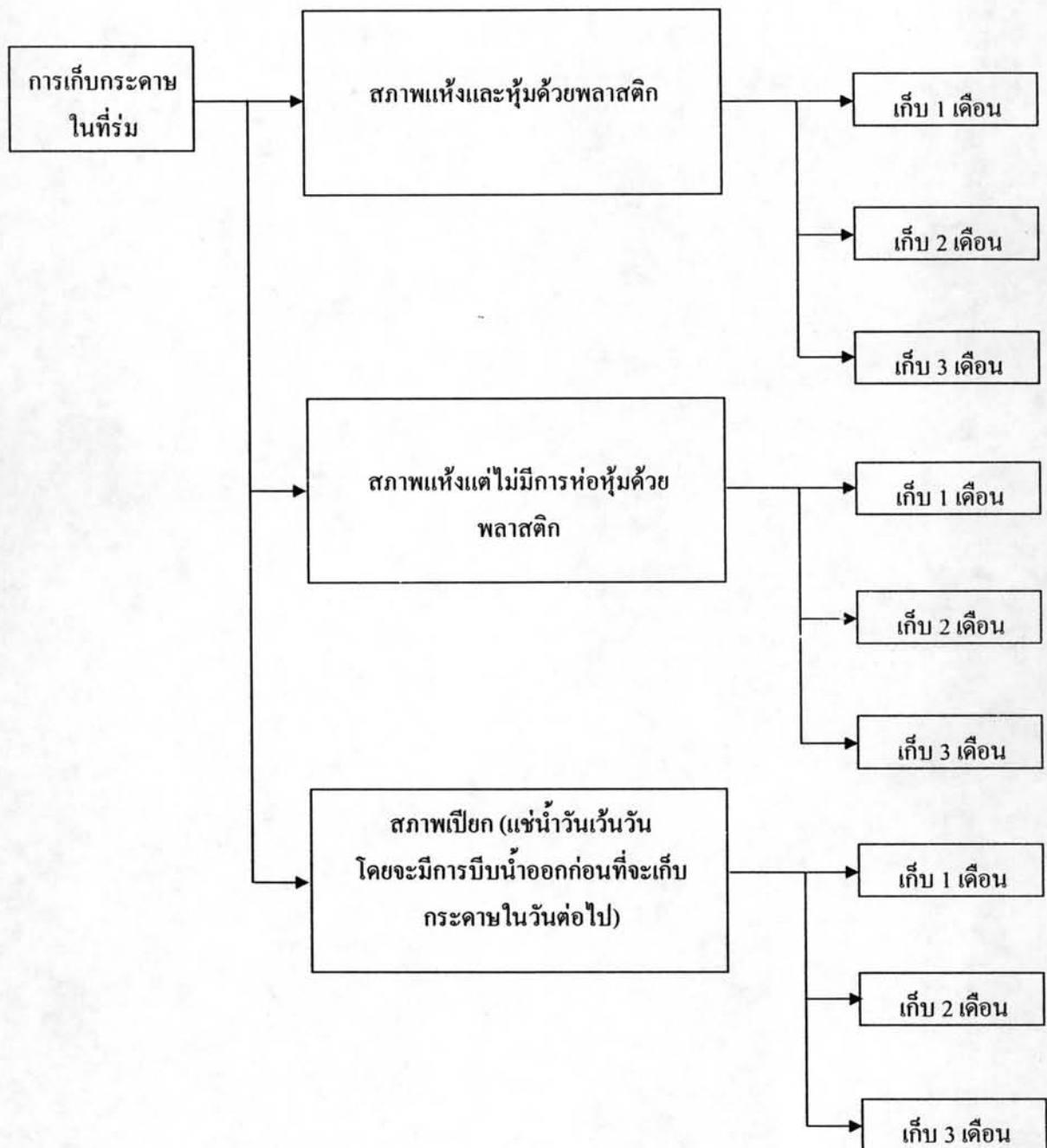
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงผลของตัวแปรที่เกี่ยวกับภาวะการเก็บกระดาษที่มีต่อประสิทธิภาพในการดึงหมึกออก โดยได้แบ่งตัวแปรที่ศึกษาออกเป็น 2 ตัวแปร และแต่ละตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้คือ

1. ระยะเวลาในการเก็บกระดาษ ซึ่งแบ่งออกเป็น 1, 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ
2. สภาพในการเก็บกระดาษซึ่งแบ่งออกเป็น แบบแห้งและห่อหุ้มด้วยพลาสติก แบบแห้งแต่ไม่ห่อหุ้มด้วยพลาสติก และแบบเปียก (แช่น้ำวันเว้นวัน)

จากตัวแปรและระดับของแต่ละตัวแปรที่กำหนดไว้ ทำให้ได้แผนผังการเก็บกระดาษก่อนการทดลองดังภาพที่ 19 ในการทดลองมีการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ผ่านการพิมพ์แล้ว และมีการควบคุมปริมาณของหมึกพิมพ์โดยตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้มาจากหนังสือพิมพ์เดียวกัน “Post Today” และเป็นฉบับวันเดียวกัน ในการทดลองมีการทำการทดลองซ้ำในแต่ละภาวะ รวมกันทั้งสิ้น 2 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณทางสถิติต่อไป

หลังจากครบระยะเวลาที่กำหนดไว้ในการเก็บกระดาษในแต่ละภาวะแล้ว นำกระดาษมาทำการตีกระจายเป็นเชื้อเพื่อแยกหมึกพิมพ์ออกจากเส้นใย จากนั้นนำเชื้อที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการดึงหมึกออกโดยใช้วิธีการลอยฟองอากาศ นำเชื้อที่ได้ทั้งในส่วนที่ผ่านการดึงหมึกออกแล้วและไม่ผ่านการดึงหมึกออกมาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาถึงผลของตัวแปรในสภาพการเก็บกระดาษ โดยตัวดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพการดึงหมึก ได้แก่ สภาพระบายได้ ความขาวสว่าง ปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ในเชื้อ และปริมาณผลผลิตที่ได้



ภาพที่ 19 แผนผังการเก็บกระดาษก่อนทำการดึงหมึกออก

การทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. กระดาษหนังสือพิมพ์ (Post Today)
2. สารลดแรงตึงผิว : TD-730 (Non-ionic surfactant) บริษัท Lion ประเทศญี่ปุ่น
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) บริษัท Merck ประเทศเยอรมัน
4. โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) บริษัท Panrec ประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป
5. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) บริษัท Poch ประเทศโปแลนด์
6. เครื่องตีกระจายเยื่อ (Pulper) ยี่ห้อ Formax รุ่น 450H บริษัท Adirondack Machine Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา
7. เครื่องลอยฟองอากาศ (Flotation cell) ยี่ห้อ Voith รุ่น Delta 25 บริษัท Voith ประเทศเยอรมัน
8. เครื่องทำแผ่นกระดาษ (Sheet former) ยี่ห้อ PTI รุ่น RK-2A KWT บริษัท Paper Testing Association ประเทศออสเตรเลีย
9. เครื่องวัดค่าสภาพระบายได้ (Freeness tester) ยี่ห้อ Regmed รุ่น CF/A บริษัท Regmed ประเทศบราซิล
10. เครื่องวัดความขาวสว่างและปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ (Brightness & ERIC tester) ยี่ห้อ Technidyne รุ่น Color-Touch PC บริษัท Technidyne Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา
11. เครื่องชั่ง (Balance) ยี่ห้อ GX-30K บริษัท A&D Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น
12. เครื่องชั่งละเอียด 3 ตำแหน่ง (balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PM 2500 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
13. เครื่องหาความชื้นของกระดาษ (Moisture balance) ยี่ห้อ Kett รุ่น FD-600 บริษัท Kett Electric Laboratory ประเทศญี่ปุ่น
14. ตู้อบ (Oven) ยี่ห้อ MMM รุ่น Venticell บริษัท MMM Medcenter Einrichtungen GmbH ประเทศเยอรมัน
15. กระดาษกรองเบอร์ 4 (Filter paper)
16. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส ยี่ห้อ Henna รุ่น HI 98128 บริษัท Henna Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 : เพื่อหาอุณหภูมิ และความเข้มข้นในการตีกระจายเยื่อที่เหมาะสม

1. นำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้ในการทดลองซึ่งยังไม่ได้มีการเก็บ มาทำการดึงหมึกออกด้วยวิธีการลอยฟองอากาศ โดยขั้นตอนในการทำการทดลองมีดังนี้

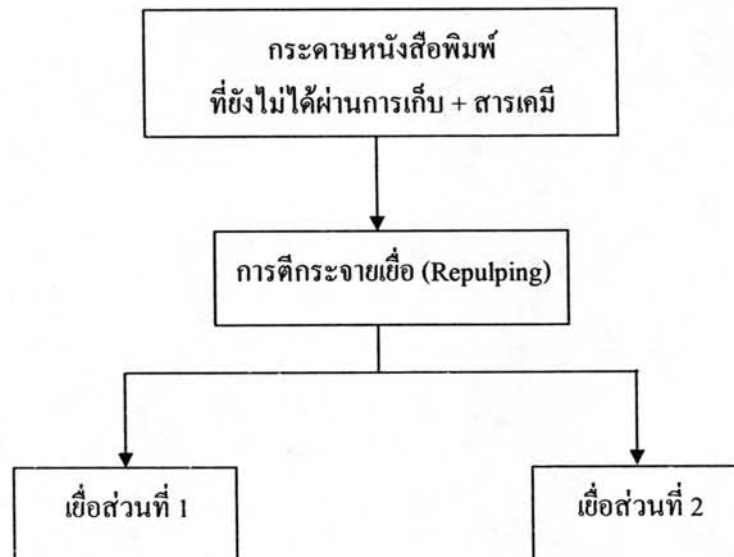
1.1 นำกระดาษหนังสือพิมพ์มาทำการตัดให้เป็นชิ้น โดยให้มีขนาดเท่าๆกัน (ประมาณ 2x2 ซม.) เพื่อช่วยให้การตีกระจายเยื่อทำได้ง่ายและดีขึ้น

1.2 นำกระดาษที่ตัดแล้วไปตีกระจายเพื่อทำให้เป็นเยื่อและเพื่อให้อนุภาคของหมึกแยกตัวออกจากเส้นใยโดยใช้เวลาในการตีกระจายเยื่อเท่ากับ 30 นาที ในขณะที่ความเข้มข้นของเยื่อที่ต้องการทดสอบเท่ากับร้อยละ 5 และ 10 อุณหภูมิที่ต้องการทดสอบเท่ากับ 50 และ 65 องศาเซลเซียส อัตราความเร็วในการตีกระจายเยื่อของเครื่องเท่ากับ 170 รอบต่อนาที ค่า pH เท่ากับ 11 (เป็นค่า pH ที่เหมาะในการทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้ได้ OOH⁻ (Perhydroxyl ion) ซึ่งเป็นสารฟอกเยื่อที่แท้จริง)

1.3 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ได้แก่ NaOH ความเข้มข้นร้อยละ 2, Na₂SiO₃ ความเข้มข้นร้อยละ 3, H₂O₂ ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ Surfactant ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเยื่อแห้งตามลำดับ โดยสารเคมีถูกใส่ลงไปพร้อมกันในเครื่องตีกระจายเยื่อ

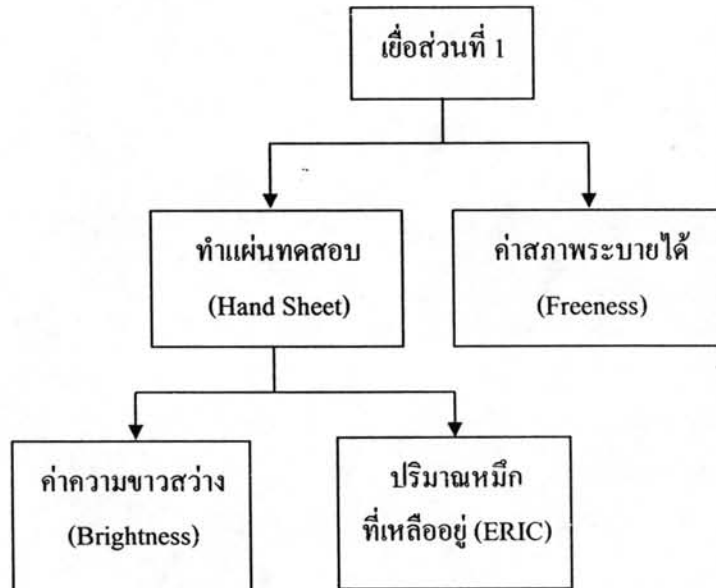
1.4 ในระหว่างการตีกระจายเยื่อจะมีการหยุดเครื่องทุกๆ 5 นาที เพื่อทำการคนเยื่อในเครื่องตีกระจายเยื่อเพื่อป้องกันไม่ให้กระดาษเกาะกันเป็นก้อน

2. เยื่อที่ได้หลังจากขั้นตอนการตีกระจายเยื่อแล้ว นำไปทำการเจือจางด้วยน้ำให้มีค่าความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 0.8 และจะแบ่งเป็น 2 ส่วน (ภาพที่ 20)



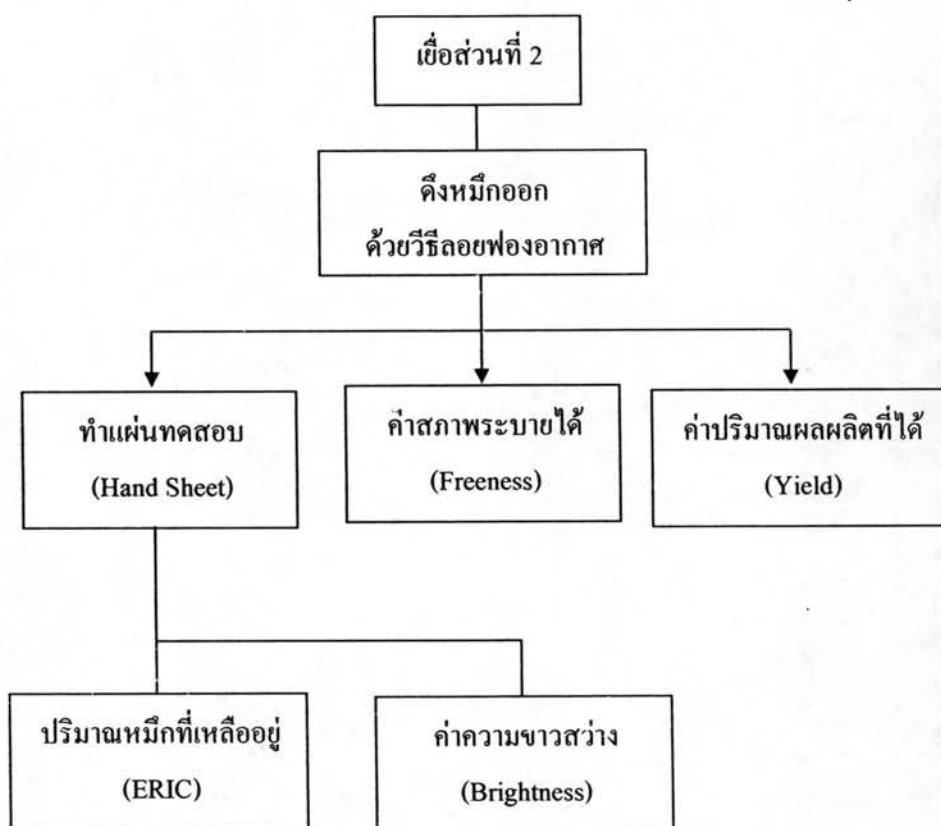
ภาพที่ 20 ขั้นตอนการตีกระจายเยื่อ

2.1 เชื้อส่วนที่หนึ่งไม่ผ่านกระบวนการดิงหมีกออก (ภาพที่ 21) และจะนำเชื่อนั้นไปวัดค่าสภาพระบายได้โดยทำการวัด 2 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย และนำเชื้อส่วนที่เหลือไปทำเป็นแผ่นทดสอบจำนวน 10 แผ่น เพื่อวัดค่าความขาวสว่างและปริมาณหมึกที่เหลืออยู่



ภาพที่ 21 กระบวนการหลังจากการตีกระจายเชื้อแล้วของเชื้อส่วนที่ 1

2.2 เชื้อส่วนที่สอง (ภาพที่ 22) ถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการดิงหมีกพิมพ์ออกด้วยวิธีการลอยฟองอากาศ โดยใช้อัตราการใช้ของฟองอากาศเท่ากับ 3 ลิตรต่อนาที และใช้เวลาในการลอยฟองอากาศเท่ากับ 10 นาที จากนั้นนำเชื้อที่ผ่านการดิงหมีกออกแล้วมาทำการวัดค่าสภาพระบายได้โดยทำการวัด 2 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย คำนวณค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ และนำส่วนที่เหลือไปทำเป็นแผ่นทดสอบจำนวน 10 แผ่น ก่อนนำแผ่นทดสอบที่ได้ไปวัดค่าความขาวสว่าง และปริมาณหมึกที่เหลืออยู่



ภาพที่ 22 กระบวนการหลังจากการตีกระจายเยื่อแล้วของเยื่อส่วนที่ 2

ตอนที่ 2 : เพื่อหาปริมาณหมึกที่ติดอยู่กับเส้นใยอย่างแท้จริง และ ใช้เป็นการทดลองควบคุม

1. นำกระดาษที่ไม่ได้ผ่านการเก็บ (Zero aging) มาทำการคิ่งหมึกออกด้วยวิธีการลอยฟองอากาศตามวิธีที่ได้อธิบายไปแล้วในตอนที่ 1

2. นำเยื่อที่ได้หลังจากการคิ่งหมึกออกด้วยวิธีการลอยฟองอากาศมาทำการคิ่งหมึกออกด้วยวิธีการล้าง โดยนำเยื่อไปผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่าจนกว่าน้ำที่ไหลผ่านเยื่อออกมาจะใส

3. นำเยื่อที่ได้ไปทำเป็นแผ่นทดสอบจำนวน 5 แผ่น ก่อนนำแผ่นทดสอบที่ได้มาทำการวัดค่าความขาวสว่าง และปริมาณหมึกที่เหลืออยู่ต่อไป ซึ่งปริมาณหมึกพิมพ์ที่เหลืออยู่นี้เป็นปริมาณหมึกที่ติดอยู่กับเส้นใยอย่างแท้จริงเนื่องจากไม่สามารถคิ่งออกจากกระดาษได้อีกต่อไป

ตอนที่ 3 : เพื่อหาอิทธิพลของและระดับของตัวแปรที่ศึกษาต่อประสิทธิภาพในการคิ่งหมึกออกโดยวิธีลอยฟองอากาศ

1. นำกระดาษหนังสือพิมพ์มาทำการเก็บรักษาตามแผนผังการทดลอง (ภาพที่ 19)

2. เมื่อครบกำหนดเวลาของแต่ละภาวะของการเก็บกระดาษแล้ว นำกระดาษมาทำการทดลอง โดยขั้นตอนที่ใช้ในการทำการทดลองเหมือนกับตอนที่ 1 ซึ่งอุณหภูมิและความเข้มข้นในการตีกระจายเยื่อที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 3 นั้นจะใช้ตามผลที่ได้จากการทดลองของตอนที่ 1 ซึ่งจะใช้ค่าความเข้มข้นในการตีกระจายเยื่อเท่ากับร้อยละ 5 และอุณหภูมิในการตีกระจายเยื่อเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดปริมาณผลผลิตที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการดัดหมึกออกด้วยวิธีลอยฟองอากาศ โดยการคำนวณจากปริมาณน้ำเยื่อทั้งหมดที่ใส่ในเครื่องลอยฟองอากาศและปริมาณน้ำเยื่อที่ถูกกำจัดออกมาจากกระบวนการลอยฟองอากาศ โดยใช้สมการที่ 5

$$\%Yield = \frac{Feed - Reject}{Feed} \times 100 \quad (5)$$

Feed

Feed = น้ำหนักของน้ำเยื่อทั้งหมดที่ใส่ในเครื่องลอยฟองอากาศ

Reject = น้ำหนักของน้ำเยื่อที่ถูกกำจัดออกมาจากกระบวนการลอยฟองอากาศ

2. นำเยื่อส่วนที่ได้จากการดัดหมึกพิมพ์ออกและเยื่อในส่วนที่ไม่ได้ผ่านการดัดหมึกพิมพ์ออก ไปทำการวัดค่าสภาพระบายได้ (มาตรฐาน TAPPI T-227) และนำไปทำเป็นแผ่นทดสอบ (มาตรฐาน ISO-5269/2)

3. นำแผ่นทดสอบที่ได้ทั้งหมดไปทำการวัดค่าความขาวสว่าง และปริมาณของหมึกพิมพ์ที่เหลืออยู่ โดยใช้เครื่อง Technidyne color touch PC

3.1 ในการวัดค่าความขาวสว่างและปริมาณของหมึกพิมพ์ที่เหลืออยู่ ทำการวัดค่าทั้งด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นทดสอบ โดยวัดด้านละ 9 จุด

3.2 ปริมาณหมึกพิมพ์ที่เหลืออยู่ได้มาจากวัดค่าการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดที่ความยาวคลื่น 950 นาโนเมตร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของหมึกจะมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของเส้นใยและองค์ประกอบอื่นๆ

4. นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาว่าตัวแปรของภาวะการเก็บกระดาษ อันได้แก่ ระยะเวลาในการเก็บกระดาษและสภาพการเก็บกระดาษ มีผลต่อประสิทธิภาพการดัดหมึกออกอย่างไร