

# กระบวนการกำจัด และนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ ในการผลิตเยื่อกระดาษ

สมชาย ศิริเลิศพิทักษ์

**กระบวนการ** การผลิตเยื่อกระดาษ (kraft process) หรือเยื่อซัลเฟต (sulfate process) นั้นเริ่มใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1884 โดยชาวเยอรมัน ในยุคนั้นการค้นพบนี้ทำให้อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เพราะเยื่อที่ได้มีคุณภาพสูงกว่าวิธีการผลิตเยื่ออื่นๆ และเยื่อที่ได้มีความเหนียวมาก จนมีการนำมาใช้เป็นชื่อของกระบวนการผลิตนี้ว่า “kraft” เนื่องจากภาษาเยอรมันคำว่าkraft แปลว่าเหนียว และในปัจจุบันกระบวนการนี้ยังเป็นที่ยอมรับ

การผลิตเยื่อกระดาษนั้นใช้สารเคมีหลักอยู่ 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ โซเดียมซัลไฟด์ (Na<sub>2</sub>S) ใช้ในการแยกลินิน (lignin) ในไม้ เพื่อให้เกิดเส้นใยเดี่ยวๆ (individual fiber) หรือเยื่อกระดาษ (pulp) นั้นเอง โดยใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 160-180 องศาเซลเซียส เมื่อสารเคมีทั้งสองชนิดทำปฏิกิริยากับชิ้นไม้ในหม้อต้มเยื่อแล้วจะละลายสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต, แป้ง, น้ำตาล, ลิกนิน และ เซลลูโลส บางส่วน สารประกอบที่ถูกละลายออกมาและที่เกิดขึ้นใหม่จากการปฏิกิริยาเคมี

เรียกว่า “น้ำดำ” (Black liquor) ดังสมการ  
$$\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S} + \text{wood pulps} \rightarrow \text{Black liquor}$$

หลังการต้มเยื่อ สารเคมีที่ใช้อาจเหลืออยู่ในรูปของสารละลายเกินพอ เช่น โซเดียม (Na) ส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปของโซเดียมคาร์บอเนต (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) และสารประกอบอินทรีย์บางชนิด (ซึ่งมีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ) นอกจากนี้ โซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้ยังทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) ซึ่งมีกลิ่นเหม็น ยังมี resin soap เกิดขึ้นทำให้เกิดฟองในน้ำดำ

น้ำดำที่เกิดขึ้นจะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำและมีกลิ่นเหม็น โดยมีของแข็งอยู่ ประมาณร้อยละ 15 - 22 ถ้านำน้ำดำมาระเหยให้แห้ง จนเป็นของแข็งพบว่ามีค่าความร้อน (heating value) ของของแข็งที่ประมาณ 4000 - 6000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมของของแข็งที่ได้ ซึ่งถือว่ามีค่าสูงพอสมควร ดังนั้นจึงสามารถนำของแข็งที่ได้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อนเพื่อนำมาใช้ภายในโรงงานผลิตเยื่อและหรือกระดาษได้อีก เช่น ผลิตไอน้ำความดันสูง, ไฟฟ้า เป็นต้น

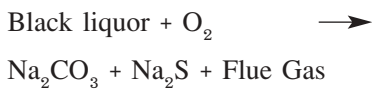
นอกจากนี้น้ำดำยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก โดยการทำให้สารเคมีกลับสู่สภาพเดิม (chemical recovery) แล้วนำมาใช้เป็นสารเคมีตั้งต้นในการผลิตเยื่อใหม่ได้อีก โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนในการกำจัดและการทำให้สารเคมีกลับสู่สภาพเดิม (ดังแสดงในรูปที่ 1)

1. แยกน้ำดำ และล้างน้ำดำที่ค้างอยู่ในเยื่อที่ผ่านการต้มเยื่อแบบkraft ด้วยน้ำ

2. นำน้ำล้างเยื่อและน้ำดำมาระเหยเอาน้ำออกให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยมีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 60-70 ด้วยเครื่องระเหยแบบต่างๆ เช่น Multiple effects evaporator เป็นต้น

3. เผาน้ำดำที่ผ่านขั้นตอนข้อ 2. ในเตาเผา (Combustion furnace) เพื่อเผาสารอินทรีย์ที่ปนอยู่ และลดปริมาณเกลือที่มีซัลเฟอร์อยู่ให้เป็น โซเดียมซัลไฟด์ (Na<sub>2</sub>S) (ขั้นตอนนี้สามารถนำความร้อนที่ได้ไปเป็นพลังงาน) ในขั้นตอนการเผาอาจเติมโซเดียมซัลเฟต (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ร้อยละประมาณ 8 - 10 เพื่อทดแทนการสูญเสียของสารประกอบโซเดียมด้วย ดังสมการ



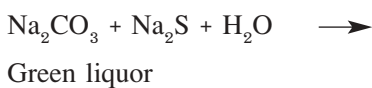
จากสมการในทางเยื่อกระดาษ  
 แบ่งผลผลิตจากปฏิกิริยา ได้ดังนี้

1. Smelt ประกอบด้วย  
 โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียม  
 ซัลไฟด์

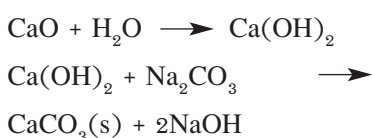
2. Flue Gas ประกอบ  
 ด้วย CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> เป็นต้น

4. นำ Smelt มาละลายกับ  
 น้ำจะได้สารละลายสีเขียว ประกอบ  
 ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต และ

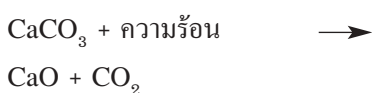
โซเดียมซัลไฟด์ เรียกว่า น้ำเขียว  
 (Green liquor) ดังสมการ



5. เติมนูนขาว (CaO) ลงใน  
 น้ำเขียวให้นูนขาวทำปฏิกิริยากับ  
 น้ำได้แคลเซียมไฮดรอกไซด์  
 (Ca(OH)<sub>2</sub>) ซึ่งทำปฏิกิริยากับ  
 โซเดียมคาร์บอเนตได้โซเดียมไฮ-  
 ดรอกไซด์ (NaOH) และแคลเซียม  
 คาร์บอเนต (CaCO<sub>3</sub>) จากนั้นแยก  
 เอาสารละลายของ โซเดียมไฮดรอก  
 ไซด์ และ โซเดียมซัลไฟด์ ซึ่งเรียก  
 ว่า น้ำขาว (white liquor) ไปใช้ต้ม  
 เยื่อต่อ ดังนี้

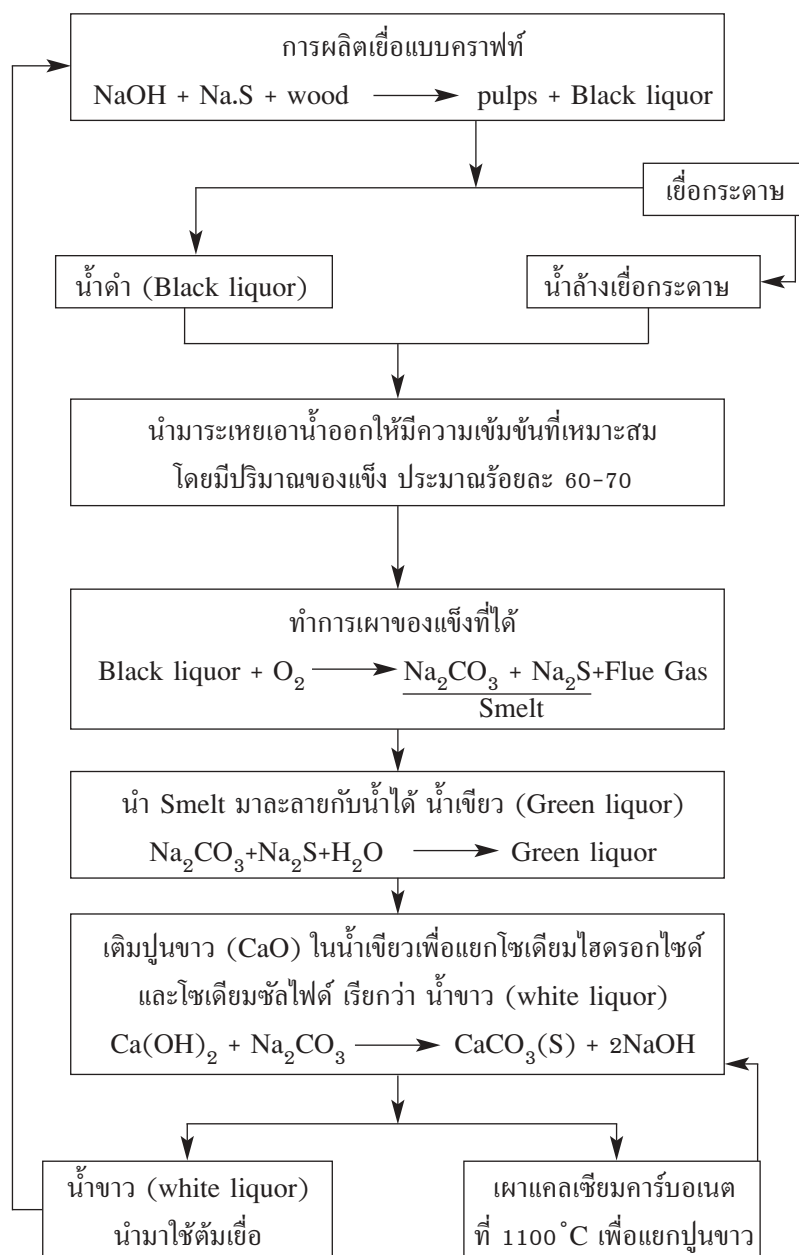


6. แคลเซียมคาร์บอเนตที่  
 แยกได้จากน้ำขาวจะถูกเผาในเตา  
 เผาที่อุณหภูมิประมาณ 1100 องศา  
 เซลเซียส ให้เป็นปูนขาว เพื่อนำ  
 กลับมาใช้ใหม่ในข้อ 5.



โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและ  
 กระดาษที่ใช้ขบวนการผลิตเยื่อกราฟท์  
 มักใช้วิธีและขั้นตอนดังกล่าวในการ  
 กำจัดและนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่  
 โดยแตกต่างกันในแง่ของประสิทธิ-  
 ภาพและเทคนิคในกระบวนการนำ  
 สารเคมีกลับมาใช้ใหม่ตามแต่การ  
 ออกแบบระบบดังกล่าว

ในส่วนของกรมวิทยาศาสตร์  
 บริการ สามารถให้บริการวิเคราะห์  
 น้ำดำจากกระบวนการดังกล่าวได้  
 ตามมาตรฐาน เช่น TAPPI T 625  
 เป็นต้น หากท่านใดจะส่งตัวอย่างน้ำ  
 ดำจากกระบวนการผลิตเยื่อกราฟท์  
 มาวิเคราะห์ทดสอบ โปรดติดต่อกับ  
 เยื่อและกระดาษ กรมวิทยาศาสตร์  
 บริการ โทร. 0-2201-7017



รูปที่ 1 กระบวนการนำสารเคมีในขบวนการผลิตเยื่อแบบ Kraft กลับมาใช้ใหม่

## เอกสารอ้างอิง

Grace , Thomas M. **Kraft recovery**. New York : TAPPI Press, 1989. p. 473-476.

Libby , C.Earl. **Pulp and paper science and technology**. Vol.1 (Pulp) New York : McGraw-Hill Book Company , 1962. p. 160-239.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระดาษ**. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2539. หน้า 1-20.

สมชาติ รุ่งอินทร์. **ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิเคราะห์ทดสอบเยื่อและกระดาษ**. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2528. หน้า 6-12.

## คู่มือกรรมการประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท ประจำปี พ.ศ.2546

เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วย

- ภาพขวดสาโทของศิลปินรับเชิญ
- ภาพขวดสาโท ชื่อ ที่อยู่ผู้ที่ได้รับรางวัล 15 ผลงาน
- ภาพขวดสาโท ชื่อ ที่อยู่ผู้ส่งผลงานเข้าร่วมประกวด 200 ผลงาน
- บทความน่าสนใจเกี่ยวกับสาโท สาเก เหล้าพื้นบ้าน และภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท

พิมพ์ด้วยกระดาษอาร์ตอย่างดี 4 สีทั้งเล่ม 103 หน้า

จำหน่ายในราคาเล่มละ 200 บาท

ที่ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร. 0 2201 7098 ในวันและเวลาราชการ

