การผลิตเยื่อจากกากอ้อย และอิทธิพลของ "ขุย" (Pith)

โดย อร่าม อุดล
กองอุตสาหกรรมโรงงาน

(ข้อความต่อไปนี้เป็นการย่อคำบรรยายของ Professor H. Giertz แห่ง Technical University of Norway ที่ได้มาบรรยายไว้ที่โรงงานสยามคราฟท์ เมื่อปี 2525 โดยคำบรรยายเหล่านี้ได้มาจากผลของการวิจัยที่ Technical University of Norway)

(1) "การแยกขุย" (Pith)

ในแง่ของการผลิตเยื่อกระดาษ กากอ้อยจะมีจุดอ่อนที่ว่ามันมี "ขุย" ปนอยู่กับเส้นใย (fiber) ปริมาณของ "ขุย" ในกากอ้อยที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบนั้นจะขึ้นกับชนิดของกากอ้อย (ต้นอ้อย) และประสิทธิภาพของการแยก "ขุย" ออกก่อนที่จะนำมาผลิตเยื่อ

เป็นที่รู้แน่ชัดแล้วว่า "ขุย" จะทำให้สิ้นเปลืองน้ำยาเคมีที่ใช้ในการต้ม (cooking) และ "ขุย" นี้จะทำให้ "การระบายน้ำ" (drain) ใน "เครื่องล้าง" (washer) และ "การระบายน้ำ" ออกจากใต้ลวดเดินแผ่น (wire) ช้าลง นอกจากนี้ "ขุย" ยังทำให้ "ความเหนียวของแผ่นเปียก" (wet-web strength) และความเหนียว (strength) ของกระดาษลดลงอีกด้วย

เพื่อที่จะทำการศึกษาถึงอิทธิพลของ "ขุย" ให้ชัดเจนขึ้น จึงได้มีการแยก "ขุย" โดยวิธีพิเศษซึ่งจะไม่มีทางทำได้เลยในภาคปฏิบัติ ได้แต่ทำในห้องทดลอง (Lab) เท่านั้น

หลังจากที่ได้เอากากอ้อยมาแยก "ขุย" ด้วยวิธีพิเศษทำให้เราได้ : (% ที่จะพูดถึงต่อไปนี้จะเป็น % ของ "กากอ้อยดั้งเดิม)

(1.1) กากอ้อยดั้งเดิม (100%) คือกากอ้อยที่ทำการแยก "ขุย" มาแล้วเป็นอย่างดี จากโรงงานกระดาษ โดยยังไม่ได้แยก "ขุย" ในห้องทดลอง

(1.2) กากอ้อยหยาบ (65 %) คือกากอ้อยที่เหลือจากการแยก "ขุย" ครั้งแรกภายในห้องทดลองด้วย Vibration screen ซึ่งจะทำการแยก "ส่วนขุย" ทิ้งไป 35 %

อร่าม อุดล. "การผลิตเยื่อจากกากอ้อยและอิทธิพลของ "ขุย" [Pith]" โรงงาน 4, 2 (พ.ย. 2527-ก.พ. 2528) 84-89

(1.3) เส้นใยกากอ้อย (23%) คือส่วนที่เหลือจากการแยก "ขุย" จาก "กากอ้อยหยาบ" ด้วยวิธีพิเศษ

ในส่วน "เส้นใยกากอ้อย" นี้เกือบจะไม่มี "ขุย" อยู่ด้วยเลย และจะมีเส้นใยยาวอยู่ 10%

(1.4) ส่วนเส้นใยเล็ก (30%) คือ ส่วนที่ถูกแยกออกจากส่วน "เส้นใยกากอ้อย" ตามข้อ (1.3) (ซึ่งในคำบรรยายของ Pro. Giertz เรียกว่า ส่วน "ขุย")

จากนั้นนำเอาส่วน "เส้นใยกากอ้อย" และส่วน "เส้นใยเล็ก" ไปทำต้มเป็นเยื่อเคมีแยกกันแล้วนำไปวิจัยถึงอิทธิพลของ "ขุย" ที่ปนในส่วน "เส้นใยเล็ก" นี้

(2) เปรียบเทียบ"ขบวนการต้ม" (Cooking Process)

เมื่อนำเอาส่วน "เส้นใยกากอ้อย" มาต้มด้วยขบวนการเคมี ปรากฏว่า

(2.1) กากอ้อยจาก 3 แหล่ง ให้ผลไม่แตกต่างกันนัก

(2.2) ขบวนการเคมีที่ได้ผลได้แก่

- ขบวนการ "โซดา" (NaOH)
- ขบวนการ "คราฟท์" ($NaOH + Na_2S$)
- ขบวนการ "แอลคาลายน์ ซัลไฟท์" ($Na_2SO_3 + NaOH$)

(2.3) ในการผลิตเยื่อฟอก (Unbleacned Pulp) ; ผลจาก 3 ขบวนการจะแตกต่างกันเล็กน้อย

แต่ในการผลิตเยื่อฟอกขาว (Bleached Pulp) ; "แอลคาลายน์ ซันไฟท์" ดูจะมีภาษีอีกว่าเพื่อน

(3) อิทธิพลของ "ขุย" ที่มีต่อกระดาษพิมพ์เขียน

จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของเยื่อเคมีจากส่วน "เส้นใยเล็ก" และเยื่อเคมีจากส่วน "เส้นใยกากอ้อย" ปรากฏว่า

(3.1) ในแง่ความเหนียว (Strength) ของกระดาษ เยื่อจาก "เส้นใยเล็ก" จะมีความต้านทานต่อแรงฉีกขาดเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของเยื่อจาก "เส้นใยกากอ้อย" แต่ความต้านทานต่อแรงชนิดอื่นไม่แตกต่างไปมากนัก

ฉะนั้น เราสามารถพูดได้ว่า ตัวที่จำกัดปริมาณการใช้ "ขุย" ก็คือ "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" นี่เอง

(3.2) เยื่อส่วน "เส้นใยเล็ก" จะมีค่าของ S (Scattering coefficient) ต่ำกว่าเยื่อ "เส้นใยกากอ้อย" ฉะนั้น ในการใช้ "ขุย" เข้าผสมนี้จะต้องเติม "ดินขาว" เข้าไปเพื่อรักษา "ความทึบแสง" (opacity) ให้เท่าเดิมไว้

การที่เติม "ดินขาว" เข้าไปนี้จะทำให้ความเหนียวของกระดาษทุกชนิดลดลงไป และต้องเติมเยื่อใยยาวลงไปเพื่อชดเชยความเหนียวที่ลดลงนี้

และจากการทดลองปรากฏว่า ในการเติม "ขุย" ลงไปในการทำกระดาษนั้น เพื่อที่จะชดเชยให้ความเหนียวทุกด้านคงที่ และให้มี "การทึบแสง" (opacity) เท่าเดิมแล้ว จะต้องใช้เยื่อใยยาวผสมลงไปในปริมาณเท่า ๆ กับปริมาณของเยื่อ "เส้นใยเล็ก" ที่เติมลงไปนั้น

(4) อิทธิพลของ "ขุย" ที่มีต่อคุณลักษณะของกระดาษเหนียว

ได้มีการทดลองทำแผ่นขึ้น 3 แบบ คือ

(4.1) ทำแผ่นในห้องทดลอง (hand sheet) โดยไม่ให้กระดาษหดตัวในระหว่างการอบแห้ง (Plated dried sheet)

(4.2) ทำแผ่นในห้องทดลอง โดยให้กระดาษหดตัวอิสระ (Free dried sheet)

(4.3) ทำแผ่นด้วย "เครื่องจักร" (Paper machine)

(4.1) การทำแผ่นโดยไม่ให้กระดาษหดตัว

ผลปรากฏว่าการใช้เยื่อ "เส้นใยเล็ก" ผสม 10—15 % จะไม่ทำให้กระดาษมี "ความต้านต่อแรงดึง" (Tensile Strength) และ "ทีอีเอ" (TEA = Tensile Energy Absorption) เปลี่ยนแปลง แต่ "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด (Tear SIrength) ลดลง

ปริมาณของเยื่อใยยาวที่จะต้องเติมลงไปเพื่อชดเชย "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" ที่ลดลง (ซึ่งเป็นผลจากการใช้เยื่อ "เส้นใยเล็ก") ผสมลงไปจะเป็นดังนี้

ปริมาณเยื่อ "เส้นใยเล็ก"		ปริมาณเยื่อใยยาวที่จะต้องชดเชย
% ต่อเยื่อกากอ้อย	% ต่อเยื่อรวม	%
10	9	8
25	19	18

(ซึ่งจะมีลักษณะคล้าย ๆ กับในกรณีกระดาษพิมพ์เขียน คือ ปริมาณของเยื่อใยยาวที่จะใส่เข้าไปเพื่อชดเชยจะเท่า ๆ กับปริมาณของเยื่อ "เส้นใยเล็ก" ที่ใช้)

(4.2) การทำแผ่นให้กระดาษหดตัวโดยอิสระ

กระดาษที่ทำจากเยื่อ "เส้นใยเล็ก" ล้วน ๆ จะหดตัวได้ 11.3 % เยื่อ "เส้นใยกากอ้อย" จะหดตัวได้ 3.6 % และเยื่อใยยาวหดตัวได้ 2.8 %

ในการใช้เยื่อกากอ้อยผสมที่มีอัตราส่วน เยื่อ "เส้นใยกากอ้อย" ต่อเยื่อ "เส้นใยเล็ก" 90 : 10 และ 75 : 25 นี้มาผสมกับเยื่อใยยาว ผลปรากฏว่า การใช้เยื่อใยยาว 25 % จะมี "ทีอีเอ" (TEA) สูงที่สุด แทนที่จะเป็นเมื่อใช้เยื่อใยยาว 50 % และผลของการทดลองยังปรากฏอีกว่า อัตราส่วนของการใช้เยื่อสามชนิดนี้มีอิทธิพลต่อ "การทนต่อการรับน้ำหนัก" (Rupture load) ไม่มากนัก แต่จะมีอิทธิพลต่อ "การยืดตัว (Elongation) มาก

เมื่อศึกษาในแง่ "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" ได้พบว่า ถ้ามีการใช้เยื่อ "เส้นใยเล็ก" ผสมเข้าไปแล้ว กระดาษที่หดตัวโดยอิสระในระหว่างการอบแห้ง จะมี "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" เป็น 2 เท่าของกระดาษไม่หดตัว (ในระหว่างการอบแห้ง) ดังตัวเลขต่อไปนี้

"เยื่อผสม" ที่พูดถึงต่อไปนี้ เป็นเยื่อผสมจากเยื่อ "เส้นใยกากอ้อย" กับเยื่อใยยาวในอัตราส่วน 70 : 30

% ของเยื่อผสม	100	95	90	80
% ของเยื่อ "เส้นใยเล็ก"	0	5	10	20
In—plane Tear Index				
กระดาษที่อบแห้งโดยไม่หดตัว	57	52	46	45
กระดาษที่หดตัวโดยอิสระ	84	94	88	90

จะเห็นได้ว่า ในกรณีที่กระดาษหดตัวโดยอิสระ เมื่อเติมเยื่อ "เส้นใยเล็กลงไปถึง 20 % ก็ไม่ทำให้ "ความต้านทานแรงฉีกขาดลดลง" เลย แต่ในกรณีที่กระดาษไม่หดตัว (ในระหว่างการอบแห้ง) กระดาษจะมี "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" ลดลงไปตามปริมาณของเยื่อ "เส้นใยเล็ก" ที่ใช้

และเมื่อมีเยื่อ "เส้นใยเล็ก" ผสมถึง 20 % "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" ของ "กระดาษที่หดตัวโดยอิสระ" จะเป็น 2 เท่าของกระดาษที่ไม่หดตัว

(4.3) การทำแผ่นด้วย "เครื่องจักร" (Paper machine)

จากผลของการศึกษาจากการทำแผ่นในห้องทดลอง (hand sheet) ว่าการใช้ "ขุย" จะสามารถเพิ่มความเหนียวของกระดาษได้ ถ้าปล่อยให้กระดาษหดตัวโดยอิสระในระหว่างการอบแห้ง จึงได้ตัดสินใจทดลองทำแผ่นด้วยเครื่องจักรดู

ในการทดลองนี้ ได้เตรียมเยื่อไว้ 2 ชนิด คือ

(ก) 60 % เยื่อ "เส้นใยกากอ้อย" + 40 % เยื่อใยยาว 27° SR

(ข) 60 % เยื่อผสม ("เส้นใยกากอ้อย/เส้นใยเล็ก = 80 : 20) + 40 % เยื่อใยยาว 47° SR

ในการทำกระดาษจากเยื่อแต่ละชนิด ได้จัดความเร็วของลูกอบ (Dryer) ให้กระดาษสามารถหดตัวได้ ทำกระดาษมีน้ำหนักมาตรฐาน 75 ก/ม^2 และ ความเร็วของเครื่องจักร์ 20 เมตร/นาที

ผลสรุปของการทดลองนี้น่าสนใจมาก การใส่ "ขุย" จะทำให้การระบายน้ำ (drain) ออกจากใต้ลวดทำแผ่นช้าลง กระดาษจะมีเนื้อแน่นขึ้น รูพรุนลดลง และความแข็งกระดาษ (Stiffness) สูงขึ้น ซึ่งตรงกับที่คาดหมายไว้ก่อนแล้ว

แต่สิ่งที่ไม่คาดคิดมาก่อนก็คือ กระดาษที่เติม "ขุย" นั้นกลับมี "ความต้านทานต่อแรงดึง" (Tensile) และแรงดันทะลุ (Burst) สูงขึ้น การยืดตัว (Elongation) ก็สูงขึ้นด้วย ทีอีเอ (TEA) สูงขึ้นถึง 20 % แต่ "ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด" (Tear) ลดลงเพียง 10 % เท่านั้น

ควรจะได้ทำการทดลองต่อไปว่าเมื่อใช้ "คลูแพ็ค" (Clupak) แล้วจะเป็นอย่างไรต่อไป

(5) บทความเสริม

จากคำบรรยายของ Professor H. Giertz นี้ ทำให้มองเห็นแนวทางที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้กากอ้อยเป็นวัตถุดิบในประเทศได้ดังนี้

(5.1) ในกรณีที่ผลิตกระดาษพิมพ์เขียน

ผลของการวิจัยนี้จะไม่มีประโยชน์เลยในทางปฏิบัติ

(5.2) ในกรณีผลิตกระดาษเหนียว

ถ้าเครื่องทำแผ่นที่มีอยู่ สามารถทำให้กระดาษในระหว่างการอบแห้งสามารถหดตัวได้บ้างหรือหดตัวโดยสมบูรณ์ ผลของการทดลองนี้จะมีประโยชน์มากในการสามารถเพิ่มค่า "ทีอีเอ" (TEA) ซึ่งสำคัญมากในการทำกระดาษทำถุง โดยต้นทุนการผลิตต่ำลง

แต่เป็นที่น่าเสียดายที่เครื่องทำแผ่นที่สามารถให้กระดาษหดตัวได้โดยอิสระยังไม่มีใครใช้เลยในประเทศไทย ทั้ง ๆ ที่ระบบนี้เป็นระบบที่ทำกระดาษประเภทถุงหลายชั้นที่ดีมาก

แต่อย่างไรก็ดี เครื่องเดินแผ่นที่มีอยู่ก็สามารถที่จะดัดแปลง (modified) ให้กระดาษหดตัวได้บ้าง โดยการ "ดัดแปลง" ให้ลูกอบในช่วงที่กระดาษหดตัวมาก ๆ สามารถปรับความเร็วของลูกอบแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน

เครื่องทำแผ่นที่สามารถปรับความเร็วของลูกอบแต่ละลูกในช่วงที่กระดาษมีความชื้นประมาณ 65—85% ซึ่งเป็นช่วงที่กระดาษจะหดตัวมากที่สุดจะทำให้เราสามารถควบคุมให้กระดาษหดตัวในระหว่างการอบแห้งได้มากพอใช้

เครื่องทำแผ่นที่ทำให้กระดาษหดตัวได้นี้ จะปฏิบัติงานได้ผลดีมาก เมื่อใช้เยื่อกากอ้อยเป็นวัตถุดิบร่วม และจะยิ่งได้ผลดียิ่งขึ้นในกรณีที่ใช้เยื่อกากอ้อยที่มี "ขุย" เจือปนอยู่มาก ๆ

แต่ในกรณีที่จะใช้ "ขุย" ปริมาณมาก ๆ นั้น อาจจะต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพของการระบายน้ำ (drainage capacity) ได้ลวด หรือในบางกรณีอาจจะต้องใช้ "โคลสด์ ดรอ" (Closed draw) ในช่วงที่กระดาษยังเป็นแผ่นเปียกอยู่ก็เป็นได้

(5.3) ในกรณีผลิตกระดาษแข็ง

กระดาษแข็งเช่น Liner board หรือกระดาษลูกฟูก จะไม่สนใจใน "ความต้านทานต่อแรงฉีก" ซึ่งนิยมผลิตจากเยื่อใยยาวหรือจากเศษกระดาษ ซึ่งมี "เนื้อที่ของพันธะ (bondingarea) ต่ำ คุณภาพของกระดาษแข็งนี้จะดีขึ้นเมื่อมี "เนื้อที่ของพันธะ" มากขึ้น (ทำให้ค่าของ Burst และ tensile สูงขึ้น)

ในการเติม "ขุย" (ในรูปของเยื่อ "เส้นใยเล็ก" ลงไป จะทำให้กระดาษมีเนื้อแน่นขึ้น ซึ่งแปลได้ว่าจะมี "เนื้อที่ของพันธะ" มากขึ้น จึงน่าเชื่อได้ว่าในการผลิตกระดาษแข็งจากเศษกระดาษจะมีคุณภาพสูงขึ้นเมื่อเติม "ส่วนขุย" (หรือเยื่อส่วน "เส้นใยเล็ก") ลงไป

"ส่วนขุย" (ในรูปของเยื่อ "เส้นใยเล็ก" นี้อาจจะได้จากน้ำทิ้งของเครื่องล้าง (washer) และเครื่องทำเยื่อข้น (Thickener) ในโรงทำเยื่อจากกากอ้อยนั่นเอง พอจะมองเห็นแนวทางการใช้ "ส่วนขุย" ให้เป็นประโยชน์ในการผลิตกระดาษแล้วหรือยังครับ