นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของชนิดกรดและระดับความเป็นกรด-ด่างต่อความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกและสมบัติของกระดาษคั่นกระจก

Effects of Acid Types and pH Levels on the Glass Stain Retardability and Properties of Glass Interleaving Paper

บัญชา ตาดชื่น[1]
สายัณห์ สมฤทธิ์ผล[2]
สมหวัง ขันตยานุวงศ์[1]

Bancha Tadchuen[1]
Sayanh Somrithipol[2]
Somwang Khantayanuwong[1]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchack, Bangkok 10900, Thailand
E-mail: fforsok@ku.ac.th
[2]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ คลองหลวง ปทุมธานี 12120
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand

รับต้นฉบับ 23 พฤษภาคม 2555 รับลงพิมพ์ 2 กรกฎาคม 2555

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the effects of treated acid and the pH level of interleaving paper on its glass stain retardability and properties. Handsheets of interleaving paper were treated with two factors consisting of acid type and pH level. Two types of weak acid and one strong acid provided by Teppatana Paper Mill Co., Ltd., i.e., TEP01 and TEP02, and TEP03, respectively, were used for treating the handsheets to achieve pH 4.0, 5.0 and 6.0. The treated handsheets were examined for their glass stain retardability in a glass warehouse with an average temperature of 32 ^{o}C and relative humidity of 92%. Glass stain occurrence was observed every 30 days until 120 days. Handsheet properties such as apparent density, tensile strength, air permeance, brightness and opacity were also assessed in accordance with the TAPPI standards. The results indicated that the handsheets treated with TEP02 at pH 4.0 showed the best performance for retarding the glass stain occurrence, i.e. there was no glass stain and no fungal occurrence at 120 days. The mechanical and physical properties of treated handsheets were affected by the acid type and pH level possibly due to acid hydrolysis partially weakening fibers and dissolving fines in the handsheets.

Keywords: Glass stain, Glass interleaving paper, Retardability

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดกรดและระดับความเป็นกรด-ด่างต่อความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกและสมบัติของกระดาษคั่นกระจก ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัย กล่าวคือ 1) ชนิดของกรดได้แก่ กรดอ่อน 2 ชนิดคือ TEP01 และ TEP02 และกรดแก่ 1 ชนิดคือ TEP03 ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยบริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด และ 2) ระดับความเป็นกรด-ด่าง 3 ระดับได้แก่ ระดับความเป็นกรด-ด่างที่ 4.0 5.0 และ 6.0 แผ่นชิ้นตัวอย่างกระดาษคั่นกระจกถูกเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการและถูกปฏิบัติด้วยปัจจัยทั้งสอง ความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ทดสอบภายใต้สภาวะอุณหภูมิเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 92 เป็นเวลา 120 วัน สมบัติต่างๆ ของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ เช่น ความหนาแน่น ความแข็งแรงต่อการดึง การยอมให้อากาศไหลผ่าน ความขาวสว่าง และความทึบแสง ถูกทดสอบโดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP02 ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 สามารถหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกได้ดีที่สุด กล่าวคือที่ระยะเวลา 120 วัน ไม่ปรากฏคราบและราบนผิวกระจก สมบัติทางกลและสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ จะได้รับผลกระทบจากชนิดกรดและระดับความเป็นกรด-ด่างที่ใช้ทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเส้นใยและอนุภาคผนังเซลล์เส้นใยในแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ถูกกรดไฮโดรไลส์ให้อ่อนแอลงและละลายตัวบางส่วน

คำสำคัญ: คราบผิวกระจก กระดาษคั่นกระจก ความสามารถในการหน่วง

คำนำ

กระดาษคั่นกระจก (Glass Interleaving Paper) เป็นวัสดุคั่น (Interleaving Material) ที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมกระจกมากที่สุด เนื่องจากให้ความสะดวกในการใช้งาน ป้องกันการติดกันของกระจกขณะซ้อนกัน ป้องกันความเสียหายของกระจกอันเนื่องมาจากการขนส่ง และที่สำคัญที่สุดคือหน่วงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างความชื้นกับกระจก ซึ่งปฏิกิริยาระหว่างความชื้นกับกระจกนั้นจะทำให้เนื้อของกระจกถูกทำลาย รวมถึงทำให้เกิดคราบ (Stain) สีขาวที่ผิวของกระจก (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2547; Chitwatcharakomol, 1995) ลักษณะปัญหาดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญในอุตสาหกรรมกระจกเป็นอย่างมาก หากจำเป็นต้องเก็บกระจกในโกดังที่มีความชื้นสูงหรือขนส่งกระจกไปยังต่างประเทศโดยทางเรือ อย่างไรก็ตามหากกระดาษคั่นกระจกที่ใช้มีสภาพความเป็นกรดจะสามารถช่วยหน่วงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างความชื้นกับกระจกได้ โดยความสามารถในการหน่วงดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับชนิดของกรดหรือสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนของการผลิตกระดาษคั่นกระจก ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีเพียง บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด เป็นผู้ผลิตกระดาษคั่นกระจกเพียงรายเดียว ปริมาณการผลิตและมูลค่าของกระดาษคั่นกระจกมีแนวโน้มมากขึ้นทุกปีตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยในปี พ.ศ. 2551 มีกำลังการผลิตประมาณ 1,772 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 50 ล้านบาท แต่กระนั้น ปัญหาของกระดาษคั่นกระจกที่ผลิตและจำหน่ายพบว่ามีความสามารถในการหน่วงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างความชื้นกับกระจกยังด้อยกว่ากระดาษคั่นกระจกที่นำเข้าจากต่างประเทศ กล่าวคือหากนำกระดาษคั่นกระจกที่ผลิตได้ดังกล่าวไปใช้คั่นกระจกเก็บไว้ในโกดังที่มีความชื้นสูง หรือใช้ขนส่งกระจกไปยังต่างประเทศโดยทางเรือ มักจะทำให้เกิดคราบสีขาวที่ผิวกระจกภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 เดือน (ฝ่ายปฏิบัติการ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด, 2552; ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด, 2552)

ดังนั้นการศึกษาผลของชนิดกรดและระดับความเป็นกรด-ด่างในการผลิตกระดาษคั่นกระจกต่อความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจก และสมบัติของกระดาษคั่นกระจก จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาคุณภาพกระดาษคั่นกระจกที่ผลิตขึ้นเพื่อให้มี

ความสามารถในการหน่วงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างความชื้นกับกระจกได้ดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งจากภายในประเทศและจากต่างประเทศ ตลอดจนการศึกษาสอบทานข้อมูลจากผู้ผลิตกระจกและผู้ผลิตกระดาษคั่นกระจกภายในประเทศ สรุปได้ว่าปัจจัยที่น่าสนใจและใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 2 ปัจจัยคือ 1) ชนิดกรด 3 ชนิดคือ กรดอ่อน TEP01 TEP02 และ กรดแก่ TEP03 ซึ่งพัฒนาโดย บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด และ 2) ความเป็นกรด-ด่างที่ 3 ระดับคือ 4.0 5.0 และ 6.0 โดยปัจจัยดังกล่าวจะนำไปปฏิบัติกับแผ่นชิ้นตัวอย่างกระดาษคั่นกระจก (ฝ่ายปฏิบัติการ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด, 2552; ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด, 2552; ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2547; Chitwatcharakomol, 1995; Franz, 1997)

การเตรียมน้ำเยื่อและการขึ้นรูปแผ่นชิ้นตัวอย่างกระดาษคั่นกระจก

นำเยื่อรีไซเคิลที่ได้จาก บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด ไปทำการเตรียมน้ำเยื่อสำหรับทำแผ่นชิ้นตัวอย่างกระดาษคั่นกระจก (ซึ่งต่อจากนี้ไปจะเรียกว่า “แผ่นชิ้นตัวอย่างฯ”) โดยการตีเยื่อตามมาตรฐาน TAPPI T 200 sp-96 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1996a) และทดสอบค่าการระบายน้ำของเยื่อ ตามมาตรฐาน TAPPI T 227 om-99 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1999) จนได้น้ำเยื่อที่มีค่าความเป็นอิสระเท่ากับ081 มิลลิลิตร Canadian Standard Freeness (ml CSF) จากนั้นจึงทำการขึ้นรูปแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ตามมาตรฐาน TAPPI T 205 sp-95 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1995) โดยให้แผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มีน้ำหนักมูลฐานเท่ากับ 35 กรัมต่อตารางเมตร นำแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ทั้งหมดไปผึ่งให้แห้งในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 32± 1 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 05±2 แบ่งแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดควบคุมจำนวน 11 แผ่น และชุดปฏิบัติด้วยกรดจำนวน 99 แผ่น นำชุดปฏิบัติด้วยกรดจำนวน 33 แผ่น แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 11 แผ่นเท่าๆ กันไปจุ่มลงในกรดอ่อน TEP01 เป็นเวลา 30 วินาที โดยควบคุมความเข้มข้นของสารละลายแต่ละชนิดกรด เพื่อให้ได้แผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 5.0 และ 6.0 ตามลำดับ จากนั้นนำแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ผ่านการปฏิบัติด้วยกรดแต่ละกลุ่มไปผึ่งให้แห้งในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์เช่นเดิม ทำซ้ำกับแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดปฏิบัติด้วยกรดที่เหลือโดยจุ่มลงในกรดอ่อน TEP02 และกรดแก่ TEP03 เพื่อให้ได้แผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 5.0 และ 6.0 ตามลำดับเช่นกัน เนื่องจากมีข้อจำกัดตามความนัย พ.ร.บ. ความลับทางการค้า พ.ศ. 2545 (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2545) จึงไม่สามารถเปิดเผยรายละเอียดของกรดอ่อน TEP01 TEP02 และกรดแก่ TEP03 ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยบริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด และเพื่อให้ทราบถึงผลของชนิดกรดและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ปฏิบัติต่อกระดาษคั่นกระจกต่อการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกอย่างแท้จริง จึงไม่ได้ทำการใส่น้ำยาฆ่าเชื้อรา (Fungicides) ลงไปในน้ำเยื่อแต่ประการใดแม้ว่าปัจจุบันจะมีการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อราในกระบวนการผลิตกระดาษคั่นกระจกเป็นปรกติอยู่แล้วก็ตาม

การทดสอบความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ

นำแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม และจากแต่ละกลุ่มของชุดปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 TEP02 และกรดแก่ TEP03 จำนวนอย่างละ 6 แผ่น ทำการคั่นระหว่างแผ่นกระจกขนาด 5.21´0.51´6.0 เซนติเมตร จำนวน 7 แผ่น โดยนำไปวางเรียงกันในแนวตั้งทำมุมประมาณ 58 องศากับพื้นของกล่องพลาสติก วางกล่องพลาสติกไว้ในโกดังเก็บกระดาษ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด โดยปรับสภาวะให้มีความรุนแรงต่อการเกิดคราบกระจก กล่าวคือมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส และร้อยละ 92 ตามลำดับ ระยะเวลาในการจัดเก็บทั้งสิ้น 120 วัน ทำการตรวจสอบและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของแผ่นกระจกทุกๆ 30 วัน ด้วยตาเปล่า และบันทึกภาพ

การทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ

นำแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม และจากแต่ละกลุ่มของชุดปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 TEP02 และกรดแก่ TEP03 จำนวนอย่างละ 5 แผ่น ทดสอบหาสมบัติทางกลและสมบัติทางกายภาพดังนี้

1. น้ำหนักมูลฐาน (Basis Weight) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 410 om-98 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1998a)

2. ความหนา (Thickness) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 411 om-97 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1997)

3. ความทึบแสง (Opacity) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 425 om-96 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1996b)

4. ความแข็งแรงต่อการดึง (Tensile Strength) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 494 om-96 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1996c)

5. ความขาวสว่าง (Brightness) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 452 om-98 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1998b)

6. การยอมให้อากาศไหลผ่าน (Air Permeance) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 460 om-96 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1996d)

7. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยอ้างอิงมาตรฐาน TAPPI T 509 om-96 (The Technical Association of Pulp and Paper Industry, 1996e)

ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ

ผลการทดสอบการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ดังแสดงใน Table 1 การรายงานผลการเกิดคราบและราบนผิวกระจกที่คั่นด้วยแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ จะพิจารณาจากแผ่นกระจกใดๆ ก็ตามที่เกิดรุนแรงที่สุดในแต่ละช่วงระยะเวลาที่สังเกต โดยตัวอย่างระดับความรุนแรงของการเกิดคราบและราบนผิวกระจกดังที่กำหนดไว้ใน Table 1 และ Figure 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุมสามารถหน่วงการเกิดคราบและราบนผิวกระจกได้ในระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน เนื่องจากไม่มีสารเคมีที่ช่วยในการหน่วงการเกิดคราบและราบนผิวกระจก

Table 1 Retardability of glass interleaving paper on glass stain and fungal occurrence.

Acid	Nominal pH Level	Glass Stain Occurrence				Fungal Occurrence			
		30 days	60 days	90 days	120 days	30 days	60 days	90 days	120 days
Control	7.00	-	●	●	●●		*	*	**
TEP01	4.00	-	-	●	●	*	*	**	**
	5.00	-	-	●	●	*	**	**	**
	6.00	-	-	●	●	*	**	***	***
TEP02	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.00	-	-	-	●	-	-	-	*
	6.00	-	-	●	●	-	-	*	*
TEP03	4.00	●●	●●●	●●●	●●●	-	-	-	-
	5.00	●	●	●●	●●	-	*	*	**
	6.00	●	●	●●	●●	-	-	-	-

Notes: ● = little glass stain; ●●= moderate glass stain; ●●●= severe glass stain
* = little fungal occurrence; ** = moderate fungal occurrence; *** = severe fungal occurrence

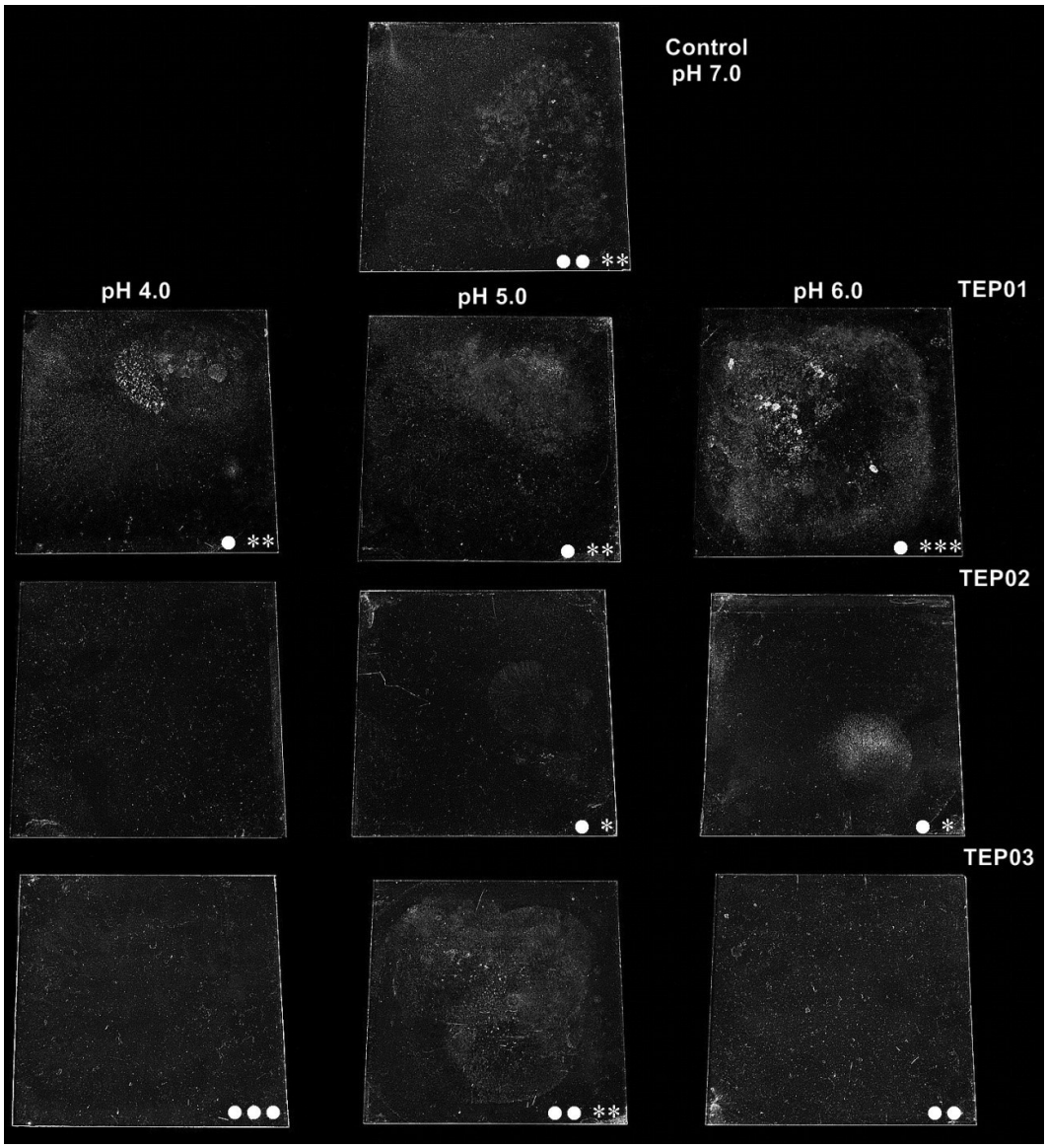

Figure 1 Retardability of glass interleaving paper on glass stain and fungal occurrence until 120 days. Glass size = 0.6×15.0×12.5 cm. ● = little glass stain; ●● = moderate glass stain; ●●● = severe glass stain; * = little fungal occurrence; ** = moderate fungal occurrence; *** = severe fungal occurrence.

จากผลที่แสดงใน Table 1 และ Figure 1 จะเห็นได้ว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP02 ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 สามารถหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม และชุดที่ปฏิบัติด้วยกรดชนิดอื่น กล่าวคือที่ระยะเวลา 120 วัน ไม่ปรากฏคราบและราบนผิวกระจก จึงกล่าวได้ว่ากรดอ่อน TEP02 เป็นกรดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการหน่วงปฏิกิริยาระหว่างความชื้นกับกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดคราบผิวกระจก (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2547; Chitwatcharakomol, 1995; Franz, 1997) นอกจากนี้แผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วย

กรดอ่อน TEP02 ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 ยังสามารถหน่วงการเกิดราได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อราในการผลิตแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ

กรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดแก่ TEP03 ที่ทุกระดับความเป็นกรด-ด่างที่ทดลองจะเกิดคราบผิวกระจกตั้งแต่ระยะเวลา 30 วัน และรุนแรงมากขึ้นเมื่อครบระยะเวลา 120 วัน ซึ่งมีความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกด้อยกว่าความสามารถของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 ซึ่งลักษณะดังกล่าวตรงกับความสามารถในการหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกของกระดาษคั่นกระจกที่ผลิตจริงโดย บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัดในปัจจุบันซึ่งใช้กรดที่มีสมบัติทางเคมีตรงกับกรดแก่ TEP03 อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่ามีการเกิดราที่ผิวกระจกที่คั่นด้วยแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.0 ด้วยกรดแก่ TEP03 เพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้นโดยมีลักษณะคล้ายกับกรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวไม่เกิดขึ้นกับกระดาษคั่นกระจกที่ผลิตจริงโดยบริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด เพราะมีการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อราในกระบวนการผลิตกระดาษคั่นกระจกอยู่แล้วเป็นปรกติ

สำหรับแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 พบว่าสามารถหน่วงไม่ให้การเกิดคราบผิวกระจกได้ไม่เกิน 60 วัน ซึ่งดีกว่าความสามารถของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม และผลดังกล่าวดีกว่าผลการทดลองของ Franz (1997) ซึ่งใช้กรดที่มีสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกับกรดอ่อน TEP01 ปฏิบัติต่อกระดาษคั่นกระจกโดยพบว่ากระดาษคั่นกระจกดังกล่าวสามารถหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกได้ถึง 21 วันภายใต้ความชื้นสัมพันธ์ร้อยละ 100 อย่างไรก็ตามจากการสังเกตในการทดลองพบว่าในช่วง 30 วันแรกของการจัดเก็บจะเกิดราขึ้นเล็กน้อยที่ผิวกระจกในทุกระดับความเป็นกรด-ด่าง และจะมีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อครบ 120 วัน ซึ่งด้อยกว่ากรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรด TEP01 ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.0 จะพบว่าไม่สามารถแยกแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ออกจากผิวกระจกได้ทำให้เนื้อกระดาษขาดติดอยู่ที่ผิวกระจก ซึ่งปัญหาการเกิดราบนผิวกระจกอันเนื่องจากการใช้กระดาษคั่นกระจกสามารถแก้ไขได้ในทางเทคนิคด้วยการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อราในกระบวนการผลิตกระดาษคั่นกระจก

ผลของชนิดกรดและระดับความเป็นกรด-ด่างต่อสมบัติต่างๆ ของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ

Figure 2 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ ของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 TEP02 และกรดแก่ TEP03 ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.0 5.0 และ 6.0 จาก Figure 2(a) จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดจะมีค่าความหนาแน่นมากกว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเส้นใยที่อยู่ในแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดจะถูกไฮโดรไลส์ ทำให้เกิดการกระชับตัวของเส้นใยในการแห้งตัวที่ดีขึ้น ทั้งนี้รวมถึงขนาดของเส้นใยอาจถูกตัดทอนให้มีขนาดสั้นลงโดยง่าย เนื่องจากผนังเซลล์เส้นใยอ่อนแอลงจากการไฮโดรไลส์ของกรดและอาจเกิดการละลายตัวของอนุภาคผนังเซลล์เส้นใย (Fines) ทำให้เกิดการจัดเข้ารูปของเส้นใยในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ดีขึ้นและแน่นขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงหรือมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น และกรดแก่ TEP03 จะทำให้เกิดการไฮโดรไลส์ที่รุนแรงกว่ากรดอ่อน TEP01 และ TEP02 ซึ่งทำให้ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดแก่ TEP03 จะมีแนวโน้มสูงกว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 และ TEP02 (สมหวัง, 2551; Hon, 1996; Young and Rowell, 1986)

Figure 2(b) แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีแรงดึงซึ่งสะท้อนถึงความแข็งแรงต่อการดึงของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ กล่าวคือแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดจะมีแนวโน้มของความแข็งแรงต่อการดึงที่ต่ำกว่ากรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ผ่านการปฏิบัติด้วยกรดอาจมีเส้นใยที่มีผนังเซลล์เส้นใยอ่อนแอและสูญเสียความแข็งแรงอันเนื่องมาจากการไฮโดรไลส์ของ

กรด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง หรือมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น และกรดแก่ TEP03 จะทำให้เกิดการไฮโดรไลส์ที่รุนแรงกว่ากรดอ่อน TEP01 และ TEP02 ซึ่งทำให้ความแข็งแรงของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดแก่ TEP03 จะมีแนวโน้มต่ำกว่าความแข็งแรงของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 TEP02 และชุดควบคุม (สมหวัง, 2551; Hon, 1996; Young and Rowell, 1986)

กรณีของการยอมให้อากาศไหลผ่านดังแสดงใน Figure 2(c) จะเห็นได้ว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรด จะมีค่าการยอมให้อากาศไหลผ่านที่สูงกว่ากรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่แผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 และ TEP02 ซึ่งเป็นไปได้ว่ากรดอ่อนจะทำให้เกิดการละลายตัวของอนุภาคผนังเส้นใยขนาดเล็ก โดยมีการทำลายผนังเซลล์เส้นใยที่รุนแรงน้อยกว่ากรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดแก่ TEP03 จึงทำให้ช่องทางเดินของอากาศในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง หรือมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น อย่างไรก็ตามในกรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดแก่ TEP03 ซึ่งการละลายตัวของอนุภาคผนังเส้นใยขนาดเล็กที่ทำให้เกิดช่องทางเดินของอากาศในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มากขึ้นจะถูกชดเชยจากการที่ผนังเซลล์เส้นใยอาจอ่อนแอลงจากการไฮโดรไลส์ของกรด ทำให้เกิดการจัดเข้ารูปของเส้นใยในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ดีขึ้นและแน่นขึ้น จึงทำให้การยอมให้อากาศไหลผ่านต่ำกว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP01 และ TEP02 ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับพฤติกรรมดังที่แสดงใน Figure 2(a) และ 2(b) (สมหวัง, 2551; Hon, 1996; Young and Rowell, 1986)

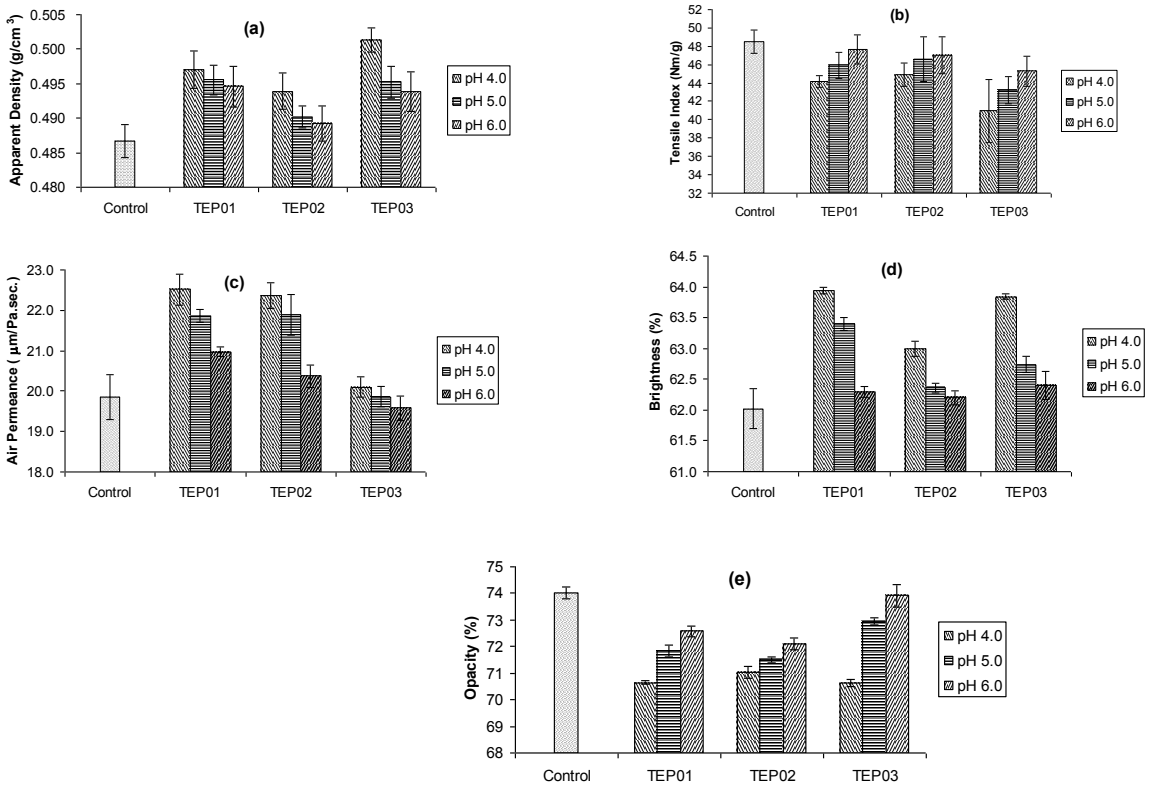

Figure 2 Changes in the properties of glass interleaving paper due to acids and pH levels. N.B. Bars = 95% confidence interval.

Figure 2(d) แสดงให้เห็นว่าความขาวสว่างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดมีค่าที่สูงกว่ากรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงหรือมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการละลายตัวของอนุภาคผนังเส้นใยขนาดเล็กที่ทำให้เกิดช่องทางเดินของอากาศในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มากขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสง (Light Scattering) ที่ดี อันเนื่องจากการเคลื่อนที่ของแสงภายในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ หักเหสลับไปมาระหว่างส่วนที่เป็นอากาศกับผนังเซลล์เส้นใยจึงทำให้ความขาวสว่างมากขึ้น (สมหวัง, 2551; Hon, 1996; Young and Rowell, 1986)

Figure 2(e) แสดงให้เห็นว่าความทึบแสงของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ผ่านการปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดมีค่าที่ต่ำกว่ากรณีของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงหรือมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการละลายตัวของอนุภาคผนังเส้นใยขนาดเล็กที่ทำให้เกิดช่องทางเดินของอากาศในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มากขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแสงผ่านส่วนที่เป็นอากาศภายในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ได้มากขึ้น จึงทำให้ความทึบแสงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมใน Figure 2(d) (สมหวัง, 2551; Hon, 1996; Young and Rowell, 1986)

สรุป

จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดอ่อน TEP02 ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.0 สามารถหน่วงการเกิดคราบผิวกระจกได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ชุดควบคุม และชุดที่ปฏิบัติด้วยกรดชนิดอื่น กล่าวคือที่ระยะเวลา 120 วัน ไม่ปรากฏคราบและราบนผิวกระจก นับเป็นความสำเร็จในห้องปฏิบัติการที่มีศักยภาพสูงในจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้จริงในเชิงอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษคั่นกระจก

ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ผ่านการปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดจะมีแนวโน้มของค่าความหนาแน่นมากขึ้นเนื่องจากผนังเซลล์เส้นใยอ่อนแอลงจากการไฮโดรไลส์ของกรดและอาจเกิดการละลายตัวของอนุภาคผนังเซลล์เส้นใยขนาดเล็ก ทำให้เกิดการจัดเข้ารูปของเส้นใยในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ดีขึ้นและแน่นขึ้น ความแข็งแรงต่อการดึงของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดที่ทุกระดับความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มของความแข็งแรงต่อการดึงที่ต่ำลงเนื่องจากเส้นใยอาจมีผนังเซลล์เส้นใยที่อ่อนแอและสูญเสียความแข็งแรงอันเนื่องมาจากการไฮโดรไลส์ของกรด การยอมให้อากาศไหลผ่านและความขาวสว่างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ที่ปฏิบัติด้วยกรดทุกชนิดมีแนวโน้มที่มากขึ้นอาจเป็นเพราะการละลายตัวของอนุภาคผนังเส้นใยขนาดเล็กที่ทำให้เกิดช่องทางเดินของอากาศในโครงสร้างของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ มากขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสงที่ดี และด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ความทึบแสงของแผ่นชิ้นตัวอย่างฯ ต่ำลง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2545. **พระราชบัญญัติความลับทางการค้า พ.ศ. 2545**.

ฝ่ายปฏิบัติการ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด. 2552. **Production Information Report.**

ฝ่ายพัฒนาธุรกิจ บริษัท เทพพัฒนากระดาษ จำกัด. 2552. **รายงานสถิติการจำหน่ายสินค้าประจำปี พ.ศ. 2545-2551.**

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2547. **สมบัติทางเคมีของวัสดุแก้ว.** วัสดุแก้ว : GSAT. แหล่งที่มา: http://www2.mtec.or.th/th/research/GSAT/Glassweb/gsat.asp, 12 กุมภาพันธ์ 2552.

สมหวัง ขันตยานุวงศ์. 2551. **เส้นใยเยื่อและกระดาษ: สมบัติทางกายภาพ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Chitwatcharakomol, T. 1995. **Causes and Prevention of Soda Bloom in Glass Industry.** M.S. Thesis, Chulalongkorn University.

Franz, H. 1997. **Buffered Acid Interleaving for Glass Sheets.** United States Patent 5,641,576.

Hon, N.-S. D. 1996. **Chemical Modification of Lignocellulosic Material.** Marcel Dekker, Inc., New York.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1995. **Forming Handsheets for Physical Tests of Pulp.** T 205 sp-95.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1996a. **Laboratory Beating of Pulp (Valley Beater Method).** T 200 sp-96.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1996b. **Opacity of Paper (15/d geometry, Illuminant A/2º, 89% Reflectance Backing and Paper Backing).** T 425 om-96.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1996c. **Tensile Breaking Properties of Paper and Paperboard (Using Constant Rate of Elongation Apparatus).** T 494 om-96.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1996d. **Air Resistance of Paper (Gurley Method).** T 460 om-96.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1996e. **Hydrogen Ion Concentration (pH) of Paper Extracts (Cold Extraction Method).** T 509 om-96.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1997. **Thickness (Caliper) of Paper, Paperboard, and Combined Board.** T 411 om-97.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1998a. **Grammage of Paper and Paperboard (Weight Per Unit Area).** T 410 om-98.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1998b. **Brightness of Pulp, Paper and Paperboard (Directional Reflectance at 457 nm).** T 452 om-98.

The Technical Association of Pulp and Paper Industry. 1999. **Freeness of Pulp (Canadian Standard Method).** T 227 om-99.

Young, A. R. and R. M. Rowell. 1986. **Cellulose Structure, Modification and Hydrolysis.** John Wiley & Sons, Inc., New York.