การจัดตั้งห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางทัศนศาสตร์ของเยื่อและกระดาษและผลิตกระดาษ

มาตรฐานอ้างอิงเพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษ

ภูวดี ตู้จินดา* ก่อพงศ์ หงษ์ศรี* สมชาย ศิริเลิศพิทักษ์*

วัสดุอ้างอิง (Reference Material, RM) นั้น หมายถึงวัสดุหรือสารที่มีสมบัติหนึ่งอย่างหรือหลายอย่าง ถูกจัดทำมาอย่างดี มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ การประเมินวิธีการวัด หรือสำหรับกำหนดค่าให้กับวัสดุเพื่อรักษาความถูกต้องและเที่ยงตรงของการวัดเชิงวิเคราะห์ วัสดุอ้างอิงที่ได้รับการรับรอง (Certified Reference Material, CRM หรือระดับ ISO Level III) จึงมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นวัสดุอ้างอิงที่มีใบรับรองและสามารถตรวจสอบย้อนกลับไปยังหน่วยงานที่ได้รับการยอมรับ

กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านการวิเคราะห์ ทดสอบ และสอบเทียบแก่ผู้ประกอบการ และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในประเทศไทย จึงเห็นความสำคัญที่จะผลิตวัสดุอ้างอิงขึ้นเองเพื่อยกระดับห้องปฏิบัติการ และการให้บริการในปี พ.ศ. 2548 กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้มีโครงการใหญ่ภายใต้กรอบการผลิตวัสดุอ้างอิงขึ้น

กลุ่มเยื่อและกระดาษ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมได้ให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบ ค่าความขาวสว่างของกระดาษ (Brightness) ซึ่งเป็นหนึ่งในคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์ของกระดาษ (Optical Properties or Paper Optic) แก่อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอย่างสม่ำเสมอ คุณสมบัติความขาวสว่างของกระดาษนี้ มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษเป็นอย่างมาก เพราะเป็นสิ่งที่ผู้ผลิต ลูกค้า และผู้ใช้กระดาษมองเห็นได้ การตรวจวัดค่าความขาวสว่างนั้นจำเป็นจะต้องมีการสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างอยู่เป็นประจำ โดยให้มีความถูกต้องอยู่ตลอดเวลา

ตามหลักการของ ISO 4094 (International calibration of testing apparatus - Nomination and acceptance of standardizing and authorized laboratories) ได้จัดลำดับการสอบเทียบค่ามาตรฐานการวัดความขาวสว่างเอาไว้ดังนี้

1) ระดับต้นกำเนิดหรือปฐมภูมิ

ใช้แผ่นแก้วทึบแสงเป็นวัสดุมาตรฐานอ้างอิงในการวัด เพื่อสอบเทียบให้กับห้องปฏิบัติการระดับประเทศในประเทศต่าง ๆ ห้องปฏิบัติการระดับนานาชาติที่ได้รับการรับรองจาก ISO มีเพียงสามแห่งคือ

- Physikalisch-Technische Bunde sanstalt (PTB) ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี
- National Research Council (NRC) ประเทศแคนาดา
- National Institute of Standards and Technology (NIST) ประเทศสหรัฐอเมริกา

---

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

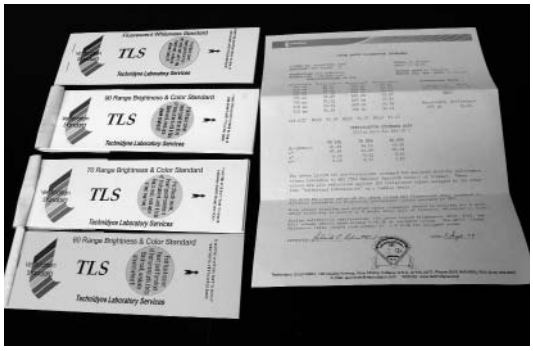
2) ระดับทุติยภูมิ

ใช้วัสดุมาตรฐานอ้างอิงระดับ ISO Level II ในการวัด เพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษ ปัจจุบันมีเพียง 5 แห่ง คือ

- Technidyne Laboratory Services (TLS) ประเทศสหรัฐอเมริกา
- Pulp and Paper Research Institute of Canada (PAPRICAN) ประเทศแคนาดา
- Finnish Pulp & Paper Institute (KCL) ประเทศฟินแลนด์
- Innventia ประเทศสวีเดน
- Centre Technique du Papier (CTP) ประเทศฝรั่งเศส

ห้องปฏิบัติการมาตรฐานเหล่านี้ผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงเพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษ ที่ได้รับการรับรองในระดับ ISO Level III ส่งให้กับห้องปฏิบัติการของหน่วยงานและโรงงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษทั่วโลก ประเทศในทวีปเอเชียทั้งหมด รวมทั้งประเทศไทยยังไม่มีประเทศใดสามารถผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ นี้ได้เลย

ปัจจุบันกรมวิทยาศาสตร์บริการและอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในประเทศไทยทุกแห่งจำเป็นต้องสั่งซื้อกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ จากห้องปฏิบัติการมาตรฐานเหล่านี้เป็นประจำทุกเดือน ซึ่งมีราคาแพงมาก เช่น กระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ ของ Technidyne จำนวน 12 ชุด (1 ปี) ราคาประมาณ 290,000 บาท เป็นภาระอันหนักหน่วงของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษของประเทศไทย



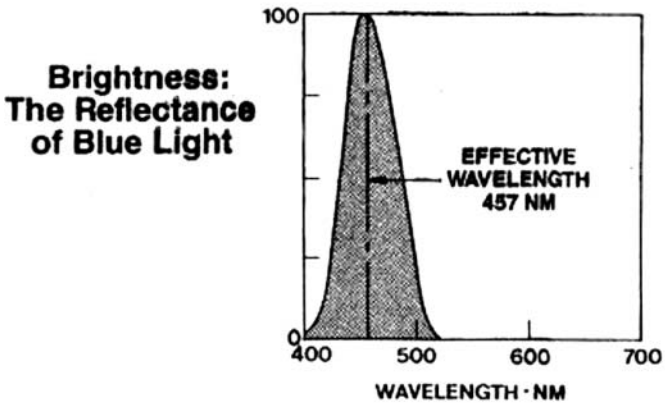
ภาพที่ 1 : กระดาษมาตรฐานอ้างอิงเพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษของ Technidyne Laboratory Services โดยหนึ่งชุดมีกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ จำนวนสี่ระดับคือ Fluorescence, ความขาวสว่าง 90, 70 และ 60

จากเหตุผลที่กล่าวมาเบื้องต้น กลุ่มเยื่อและกระดาษจึงได้จัดทำโครงการ “การจัดตั้งห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางทัศนศาสตร์ของเยื่อและกระดาษ และผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงเพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษ” ขึ้น โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาห้องปฏิบัติการของกลุ่มเยื่อและกระดาษ ให้เป็นห้องปฏิบัติการมาตรฐานที่สามารถผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงในระดับ ISO Level III ที่ได้รับการรับรองจาก ISO เป็นแห่งแรกและ

แห่งเดียวในประเทศไทยและทวีปเอเชีย เนื่องจาก ISO จะอนุญาตให้มีห้องปฏิบัติการมาตรฐานอ้างอิงเพื่อผลิตวัสดุมาตรฐานชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงแห่งเดียวในประเทศนั้น ๆ และพัฒนาบุคลากรให้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ รวมทั้งอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มต้นที่การจัดเตรียมห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมต่อการผลิตวัสดุอ้างอิงตามข้อกำหนดของ ISO Guide 34 Quality system guidelines for the production of reference materials และตามคำแนะนำของ ISO TC6 Paper, board and pulps และ Technidyne Laboratory Services ให้มีการควบคุมอุณหภูมิห้องปฏิบัติการที่ 23±1 องศาเซลเซียล และความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 50±2 ตลอดเวลายี่สิบสี่ชั่วโมง และมีเครื่องวัดคุณสมบัติทางทัศนศาสตร์ของกระดาษสองเครื่อง เครื่องหนึ่งใช้เป็นเครื่องหลัก และอีกเครื่องหนึ่งเป็นเครื่องสำรอง

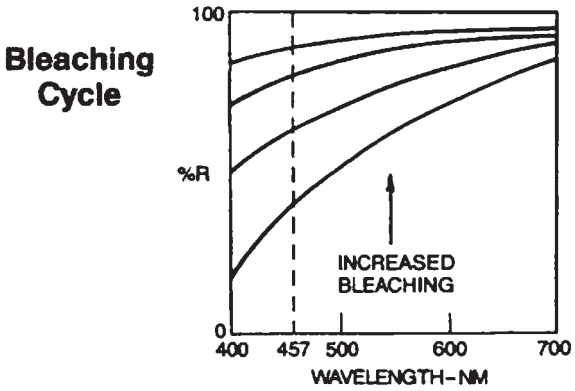
ภาพที่ 2 : ห้องปฏิบัติการทางทัศนศาสตร์ของกลุ่มเยื่อและกระดาษ

ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ค่าความขาวสว่างเกิดจากการวัดค่าการสะท้อนของแสงสีน้ำเงินเมื่อกระทบบนผิวกระดาษ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : กราฟแสดงปริมาณการสะท้อนของแสงสีน้ำเงิน

ความขาวสว่างนั้น เป็นการวัดแสงสีน้ำเงินที่ช่วงความยาวคลื่นจำเพาะ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน TAPPI T452 และมาตรฐาน ISO 2469 ซึ่งกำหนดให้วัดค่าสะท้อนแสง ไว้ที่ 457 นาโนเมตร ตามที่แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Spectrophometric curve กับการฟอกเยื่อ

ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสีตลอดการฟอกเยื่อ ซึ่งเห็นได้ชัดว่า ในช่วงความยาวคลื่นสั้น (แสงสีน้ำเงิน - เขียว) มีความเปลี่ยนแปลงของสีสูง ส่วนในช่วงความยาวคลื่นยาว (แสงสีแดง) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาความขาวสว่างจึงควรเลือกวัดที่ความยาวคลื่นในช่วงแสงสีน้ำเงิน

การวัดความขาวสว่างในอุตสาหกรรมกระดาษนั้น จะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อคือ

1. อ่านได้ค่าเดียวกัน
2. สัมพันธ์กับที่สายตามองเห็น
3. ตรงกับมาตรฐานทางอุตสาหกรรม

กระดาษมาตรฐานอ้างอิงในอุดมคติสำหรับใช้สอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เรียบ
- มีสีขาว
- มีความทึบแสง
- มีความเป็นเนื้อเดียวกัน
- ไม่มันวาว
- ไม่ขึ้นกับทิศทาง
- มีความเสถียร
- ไม่เรืองแสง

การวัดความขาวสว่างให้ถูกต้องมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากหากมีความผิดพลาด จะทำให้เกิดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจเป็นอย่างสูง

อุตสาหกรรมกระดาษที่ผลิตกระดาษที่มีค่าความขาวสว่างไม่เป็นไปตามมาตรฐาน สามารถประเมินความสูญเสียได้ดังตารางที่ 1

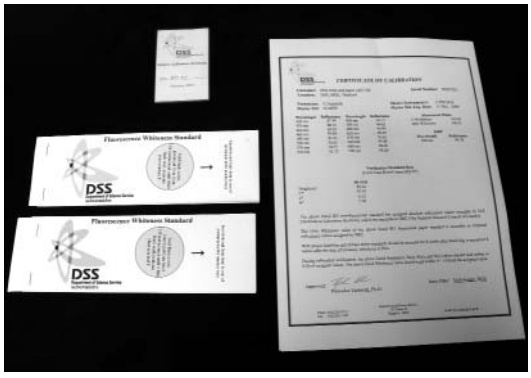
ตารางที่ 1 การประเมินค่าความสูญเสียต่อปีของอุตสาหกรรมกระดาษ เมื่อค่าความขาวสว่างผิดพลาดไปร้อยละ 2

ช่วงความขาวสว่าง	ความสูญเสียต่อปี* เมื่อค่าความขาวสว่างผิดพลาดไปร้อยละ 2 (บาท)
70.00	2,006,400
80.00	5,526,400
85.00	12,540,000
90.00	55,246,400

* ตั้งสมมติฐานว่าผลผลิตเยื่อที่ฟอกแล้วเป็น 500 ตันต่อวัน

การผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงเพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษนั้น ควรจัดทำให้กระดาษมาตรฐานอ้างอิงหนึ่งชุด สามารถสอบเทียบความขาวสว่างได้ 4 ระดับคือ Fluorescence, ความขาวสว่าง 90, 70 และ 60 เพื่อให้แน่ใจว่า สามารถสอบเทียบได้ครบถ้วน ตั้งแต่การทำงานของแหล่งความถี่คลื่นแสง สี และความขาวสว่าง

กลุ่มเยื่อและกระดาษได้ทำการทดลองหาวัสดุที่เหมาะสม เพื่อนำมาทำกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ ตามคุณสมบัติข้างต้น ขณะนี้สามารถผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ ได้สองระดับคือ Fluorescence และความขาวสว่าง 90 โดยสามารถทวนสอบได้ถึงระดับ ISO Level III มีการส่งเปรียบเทียบค่ากับ Technidyne Laboratory Services และส่งให้กับอุตสาหกรรมเยื่อ และกระดาษในประเทศไทยจำนวน 12 แห่งได้ทดลองใช้เป็นประจำทุกเดือนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2553 เป็นต้นมา



ภาพที่ 5 : กระดาษมาตรฐานอ้างอิงเพื่อสอบเทียบเครื่องวัดความขาวสว่างของกระดาษของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ขณะนี้โครงการฯ อยู่ระหว่างการจัดหาวัสดุเพื่อผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ ระดับความขาวสว่าง 70 และ 60 รวมทั้ง จัดเตรียมการเพื่อให้กระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ ที่ผลิตได้ สามารถทวนสอบได้ถึงระดับ ISO Level II กับ NRC ประเทศแคนาดา และจะดำเนินการเพื่อขอการรับรองให้ห้องปฏิบัติการทางทัศนศาสตร์ของกลุ่มเยื่อและกระดาษ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นห้องปฏิบัติการมาตรฐานในระดับทุติยภูมิเทียบเท่ากับ Technidyne Laboratory Services (TLS), Pulp and Paper Research Institute of Canada (PAPRICAN), Finnish Pulp & Paper Institute (KCL), Innventia และ Centre Technique du Papier (CTP) ได้รับการรับรองให้ผลิตกระดาษมาตรฐานอ้างอิงฯ ที่ได้รับการรับรองถึงระดับ ISO Level III เพื่อเป็นห้องปฏิบัติการมาตรฐานด้านเยื่อและกระดาษแห่งแรกและแห่งเดียวของทวีปเอเชียต่อไป

..... เอกสารอ้างอิง .....

ณรงค์ วุทธเสถียร. **เทคโนโลยีการผลิตกระดาษ คุณสมบัติของกระดาษ ภาค 4 คุณสมบัติด้านทัศนศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท แอ๊ดวานซ์ อะโกร จำกัด (มหาชน).

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระดาษ.** เอกสารเผยแพร่. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2539.

สมชาติ รุ่งอินทร์. **ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิเคราะห์ ทดสอบเยื่อและกระดาษ.** เอกสารเผยแพร่. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2528 International Standard.

Chemical House & Lab Instrument Co., Ltd. **Measurement and control of the optical properties of paper.**

International Organization for Standardization. Quality system guidelines for the production of reference materials. **ISO Guide 34: 1996.**

_____. Paper, board and pulps - International calibration of testing apparatus - nomination and acceptance of standardizing and authorized laboratories. **ISO 4094: 2005.**

_____. Paper, board and Pulps - Measurement of diffuse blue reflectance factor. **ISO 2469 : 1994 (E).**

_____. Paper, board and Pulps - Measurement of diffuse Blue reflectance factor - Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness). **ISO 2470-1 : 2009.**

_____. Paper, board and pulps - Measurement of diffuse blue reflectance factor - Part 1: Outdoor daylight conditions (D65 brightness). ISO 2470-2 : 2008.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Brightness of pulp, paper, and paperboard. Tappi 452 om-98.