



วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา

URL : <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive>

การศึกษาการลดของเสียโดยการปรับตั้งเครื่องจักรและอัตราส่วนผสมในสายการผลิตนอนวูเวน
A Study on Waste Reduction Through Machine Adjustment and Ratio Formulation in
Nonwoven Fabric Material Production

พงษ์สาโรจน์ นิมมานรลักษณ์
ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้ววัฒนา
Pongsaroge Nimmanorraluk
Pairust Vongyuttakrai, Thanarat Tavattana.

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
Major in Industrial Education, Faculty of Education Srinakharinwirot University
114 Sukumvit 23 Wattana Bangkok 10110

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการลดของเสียโดยการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตนอนวูเวนและการหาอัตราส่วนผสม ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 121 โดยใช้ผ้านอนวูเวนที่ผลิตจากบริษัท ไทยนั้นอนวูเวน จำกัด 111 ม.2 ต.ห้วยโรง อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี ขึ้นงานมาตรฐานได้จากผ้านอนวูเวนที่มีน้ำหนัก 100 กรัมผลิตจากโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ และนำไปทดสอบค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 121 ตามเกณฑ์น้ำหนัก ความหนา ความแข็งแรง และการยืดตัว โดยยึดเป็นค่ามาตรฐาน แล้วทำการปรับตั้งเครื่องจักรในส่วนของการโรยเส้นใยโดยทำการลดขนาดของริมผ้าลงที่ระยะ 5,4,3,2 และ 1 เซนติเมตร ตัวอย่างระดับละ 4 ตัวอย่าง รวมเป็น 20 ตัวอย่างตามลำดับ รวมถึงการหาอัตราส่วนผสมระหว่างโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์กับโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิตตามอัตราส่วน 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 อัตราส่วนผสมละ 5 ตัวอย่าง รวมเป็น 25 ตัวอย่าง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับชิ้นงานมาตรฐาน โดยใช้มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. ทดสอบโดยศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผลการวิจัยพบว่า 1.) ผลการปรับตั้งเครื่องจักรการโรยตัวของเส้นใยที่ใช้โพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ พบว่าผ้านอนวูเวนที่ทำการปรับตั้งเครื่องจักรที่ระยะริมผ้าที่ 4 เซนติเมตรซึ่งเป็นระยะที่ใช้วัตถุดิบน้อยที่สุด และค่าการทดสอบน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 98 กรัมต่อตารางเมตร ค่าความหนาอยู่ที่ 0.8 มิลลิเมตร ค่าความแข็งแรงอยู่ที่ 142.14 Nm. ในด้าน MD และ 207.73 Nm. ในด้าน CD และค่าการยืดตัวอยู่ที่ 121.16 Nm. ในด้าน MD และและ 113.92 Nm. ในด้าน CD ตามลำดับ โดยผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

พงษ์สาโรจน์ นิมมานรลักษณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

มอก. 121.ทุกด้าน 2.) อัตราส่วนผสมของเส้นใยระหว่างโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์และโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิตพบว่า ผ้านอนวูเวนที่อัตราส่วนผสม 90:10 เพียงอัตราส่วนเดียวที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานพบว่าน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 98.72 กรัมต่อตารางเมตร ค่าความหนาอยู่ที่ 0.8 มิลลิเมตร ค่าความแข็งแรงอยู่ที่ 141.24 Nm. ในด้าน MD และ 218.33 Nm. ในด้าน CD และค่าการยืดตัวอยู่ที่ 124.38 Nm. ในด้าน MD และและ 114.36 Nm. ในด้าน CD ตามลำดับ

คำสำคัญ : การลดของเสีย การปรับตั้งเครื่องจักร อัตราส่วนผสม ผ้านอนวูเวน

Abstract

The purposes of the research were to study waste reduction through machine adjustment and ratio formulation in Nonwoven Fabric Material Production base on TIS 121 standard fabrics. The Nonwoven fabric made by Thainonwoven Company Limited at 111 Moo 2, Tambon Huayrong Khao Yoi District, Phetchaburi Province .The Nonwoven standard sample made on pure polyester of weight of 100 grams . The TIS. 121 standard tested on weight, thickness, strength and elongation .The Experimental test by adjusting made by fiber by sprinkling to reduce the size of the nonwoven from 5,4,3,2 and 1 cm in each adjusting 1 cm. will be collected 4 samples with a total of 20 samples. The ratio of waste polyester and pure polyester use for production process are 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 in each ratio collected 5 samples with a total of 25 samples and compared with the standard.The analysis at the Center Research textiles.Thailand Textile Institute.The results showed that 1.) Adjusting sprinkle the fibers were aligned machine. nonwoven from the machine set at 4 cm from the edge of the fabric, which used less material. Found that the weight of the standard 98 grams per square meter. Thickness is 0.8 mm, tensile strength is 142.14 Nm., In the MD and 207.73 Nm., In the CD and the elongation at 121.16 Nm., In the MD and 113.92 Nm., In the CD order through. Industry standard TIS. 121. 2.) The result is a percent rate for the combination of fiber between polyester pure and polyester waste from the production of the mine. Nonwoven at 90:10 ratio is the only one sample to pass the standard at weight 98.72 grams per square meter. Thickness is 0.8 mm, tensile strength is 141.24 Nm., In the MD and 218.33 Nm., In the CD and the elongation at 124.38 Nm., In the MD and 114.36 Nm., In the CD order through. Industry standard TIS. 121.

Keyword: Waste Reduction, Machine Adjustment, Ratio, Nonwoven Fabric

ภูมิหลัง

สิ่งทอทางเลือก หรือ Technical Textiles ถือเป็นนวัตกรรมใหม่ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่เป็นเสมือนความหวังของอนาคตอุตสาหกรรมไทยที่น่าจับตามองเพราะสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้มีคุณสมบัติพิเศษ สร้างมูลค่าเพิ่มให้

ผลิตภัณฑ์ได้โดยมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างไปจากสิ่งทอแบบทั่วไปเพื่อผลิตผลทางสิ่งทอ (Conventional Textiles) เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานเฉพาะทางมากกว่าผลิตขึ้นเพื่อความสวยงามหรือเพื่อตกแต่ง ในปัจจุบันพบว่าผ้านอนวูเวนมีแนวโน้มที่จะเป็นวัสดุทดแทนมากขึ้นในอนาคตอันใกล้ เช่นในอุตสาหกรรมเครื่องนอน

พงษ์สาโรจน์ นิรมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

อุตสาหกรรมรองเท้า, อุตสาหกรรมยานยนต์, อุตสาหกรรมเครื่องเรือ, อุตสาหกรรมเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย, อุตสาหกรรมเกษตร, อุตสาหกรรมโยธา, อุตสาหกรรมฟิลเตอร์, อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีลักษณะเด่นและข้อได้เปรียบอยู่หลายประการ เช่น ราคาถูก ป้องกันเชื้อแบคทีเรีย ปลอดภัยต่อการเผาไหม้ เนื่องจากสามารถดับได้ด้วยตนเองและนำมาใช้ใหม่ได้ คุณสมบัติเสริมขัดนิรภัย ฝ้ายอมสำเร็จรูป เสื้อเกราะกันกระสุน ซึ่งมักเป็นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยตรงจากเส้นใย เรียกว่า “ผ้าไม่ถักไม่ทอ” หรือ “นอนวูเวน” (Non woven) ซึ่งตลาดสิ่งทอพบวอนวูเวนมีอัตราที่โตขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยปีละ 4 % สูงกว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอทั่วไปที่เติบโตเพียงปีละ 1% ซึ่งปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอของทวีปยุโรป และอเมริกาเหนือ ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มากขึ้น (หนังสือพิมพ์แนวหน้า :8/12/2552) โพลีเอสเตอร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของเทอร์พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ผลิตจากกระบวนการปิโตรเคมี ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตฝ้ายนอนวูเวน ดังนั้นเส้นใยชนิดนี้จึงมีราคาสูงตามสถานะของน้ำมันดิบโลกที่มีการปรับตัวขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้วัตถุดิบที่สามารถผลิตในประเทศไทยไม่เพียงพอต่อความต้องการและมีการขาดแคลน จึงได้มีการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศซึ่งทำให้เกิดการเสียดุลทางการค้า โดยประเทศไทยนำเข้าวัตถุดิบเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ได้แก่ ประเทศ ญี่ปุ่น จีน ไต้หวัน เกาหลี อินโดนีเซีย(วิจารณ์ โภชนกุล. 2549: 115)

การผลิตฝ้ายนอนวูเวนในแต่ละครั้งจะเกิดของเสียที่ได้จากการผลิตที่ได้แก่ กระบวนการตั้งน้ำหนักผ้าจากขั้นตอนการเริ่มผลิต กระบวนการตัดเศษริมที่ไม่ได้น้ำหนักทั้ง และการเดินใยล้างเครื่องจักรหลังจากกระบวนการเปลี่ยนสีเส้นใยของเสียที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 12 ถึง 15 โดยประมาณ ซึ่งเป็นภาระที่ทางโรงงานจะต้องแบกรับภาระการสูญเสีย ทั้งวัตถุดิบ แรงงาน พลังงานต่าง ๆ และที่สำคัญจะเกิดมลพิษของสิ่งแวดล้อมในสังคม และเพื่อเป็นการดำเนินการตามนโยบายรัฐในการกำจัดของเสีย ตามคำสั่งที่ 2 ลงวันที่ 19 มกราคม 2541 ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดปริมาณของเสียบรรจุภัณฑ์จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำกลับมาใช้

ใหม่สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการนำกลับมาใช้ใหม่โดยการทดลองปรับปรุงกระบวนการผลิตในการโรยเส้นใยและการทดลองนำเศษโพลีเอสเตอร์ที่เป็นของเสียจากกระบวนการผลิต นำมาผสมกับโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ เพื่อผลิตเป็นฝ้ายนอนวูเวนเหมือนเดิมหลังจากนั้นนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น น้ำหนัก ความหนา ความแข็งแรง การยืดตัว การหดกลับ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน มอก. เล่ม 12 16 17 24 เพื่อความมั่นใจในความปลอดภัยเมื่อนำกลับมาใช้ในอุตสาหกรรมแบบต่าง ๆ (มาตรฐานอุตสาหกรรม 121)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นปรับปรุงการผลิตจากเครื่องจักรกลในการผลิต โดยทำการปรับปรุงกระบวนการโรยของเส้นใยให้แคบลงเป็นระยะๆ 1 เซนติเมตรของริมผ้าเพื่อลดปริมาณการใช้วัตถุดิบเส้นใย และการหาอัตราส่วนเศษของเสียในกระบวนการผลิตฝ้ายนอนวูเวนที่นำเอาโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ 100% ผสมกับเศษโพลีเอสเตอร์รีไซเคิล โดยฝ้ายนอนวูเวนที่ผลิตขึ้นใหม่จะต้องมีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ และผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในด้านการลดต้นทุนของธุรกิจผลิตฝ้ายนอนวูเวน เนื่องจากราคาเส้นใยโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ 100% มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามราคาเคลื่อนไหวของน้ำมันดิบโลกและอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินต่างๆ และยังเป็นภาระรองรับกฎหมายใหม่ในเรื่องการเก็บภาษีเพื่อเป็นสิ่งกระตุ้นเตือนใจให้กับผู้ประกอบการที่หวังผลกำไร ซึ่งผู้ประกอบการรายใดมีการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่แล้วอาจได้รับการลดหย่อนภาษีอีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสังคมโดยรวม ดังนั้นผู้วิจัยหวังว่า ข้อมูลในการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อสังคม และพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตฝ้ายนอนวูเวนต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการลดของเสียโดยการปรับตั้งเครื่องจักรการโรยเส้นใยในสถานการณ์ผลิตฝ้ายนอนวูเวน
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างโพลีเอสเตอร์ 100% กับเศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิต

พงษ์สาโรจน์ นิมมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษานี้จะทำการลดของเสียการผลิตที่เกิดในกระบวนการโรยเส้นใย เพื่อให้ปริมาณการใช้เส้นใยลดลงและของเสียลดลง และหาอัตราส่วนผสมระหว่าง โพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ 100% กับเศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิต เพื่อนำมาผลิตมาเป็นฝ้านอนวูเวน แล้วนำไปทดสอบคุณภาพ ตามเกณฑ์ของมาตรฐาน มอก. เล่ม ที่ 12 16 17 24 เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์ในการลดของเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตและการส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อศึกษาการลดของเสียในสายการผลิตฝ้านอนวูเวน ให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้จึงกำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรการโรยตัวของเส้นใย ได้ทำการปรับตั้งอุปกรณ์โรยตัวของเส้นใยที่ระยะ 5,4,3,2 และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ

2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

2.1 โพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ 100% ที่มีขนาด 6 Denier ยาว 64 มิลลิเมตร

2.2 เศษโพลีเอสเตอร์ที่ได้จากของเสียในการผลิต ที่มีขนาดตั้งแต่ 3-6 Denier ยาวตั้งแต่ 20 มิลลิเมตร - 64 มิลลิเมตร

3. เครื่องจักรที่ใช้ในการทดลอง

3.1 เครื่องผลิตฝ้านอนวูเวนชนิด นิดเดิ้ลพัน (Needle Punch) จากประเทศไต้หวันยี่ห้อ Sushing

3.2 เครื่องทดสอบค่า ความแข็งแรง (Tensile), ค่าการยืดตัว (Elongation)

3.3 เครื่องทดสอบค่า น้ำหนัก (Weight)

3.4 เครื่องทดสอบค่า ความหนา (Thickness)

สมมติฐานในการวิจัย

1. เมื่อทำการปรับกระบวนการโรยเส้นใยแล้วจะสามารถลดการใช้วัตถุดิบเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 100% ลงได้ร้อยละ 5

2. โพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ 100% เมื่อนำมาผสมกับโพลีเอสเตอร์ ที่เสียจากกระบวนการผลิตในอัตราส่วน 90:10 และนำมาผลิตเป็นฝ้านอนวูเวน จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย มอก.121

กระบวนการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่าง ดังนี้

1. การผลิตฝ้านอนวูเวนเพื่อใช้ทดลอง
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. สถานที่ผลิต สถานที่ทดลอง เครื่องมือ อุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง
4. ขั้นตอนการปฏิบัติที่ใช้ในการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้

1. การผลิตฝ้านอนวูเวนเพื่อใช้ทดลอง

1.1 การผลิตฝ้านอนวูเวนเพื่อใช้ในการทดลอง

1.1.1 การผลิตฝ้านอนวูเวนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1.1.1.1 ฝ้านอนวูเวนที่ได้จากการปรับเปลี่ยนกระบวนการโรยเส้นใย โดย ลดขนาดของริมฝ้านอนวูเวน จำนวน 5 ระดับ ระดับละ 1 เซนติเมตรจากเดิมมีริมฝ้ายอยู่ที่ 5 เซนติเมตร จำนวน 5 ระดับ ระดับละ 4 ตัวอย่างรวม 20 ตัวอย่าง

1.1.1.2 ฝ้านอนวูเวนที่ได้จากวัสดุโพลีเอสเตอร์ 100% ผสมกับเศษของโพลีเอสเตอร์ที่เสียของกระบวนการผลิตนำไปผลิตฝ้านอนวูเวนจำนวน 5 อัตราส่วน อัตราส่วนละ 5 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 25 ตัวอย่าง

1.1.2. การสุ่มตัวอย่างฝ้านอนวูเวนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1.2.1 การสุ่มตัวอย่างในการปรับลดขนาดการโรยเส้นใยริมฝ้ายด้านละ 1 เซนติเมตรจาก 5

พงษ์สาโรจน์ นิมมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

เซนติเมตร 4 เซนติเมตร 3 เซนติเมตร 2 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ และใช้การสุมตัวอย่างแบบเจาะจง 4 จุด ด้านริมผ้าทั้งสองด้าน ด้านละสองตัวอย่าง

1.1.2.2 การสุมตัวในการเพิ่มสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตผ่านอนุเว่นจากของเสียต่อของดีเป็นอัตราส่วนดังนี้ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ และใช้การสุมทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 121

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ในการวิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 ตัวแปรต้น

2.1.1 การปรับตั้งเครื่องจักรโดยวิธีการโรยเส้นใยของริมผ้าจากระยะ 5 เซนติเมตร, 4 เซนติเมตร, 3 เซนติเมตร, 2 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตรตามลำดับ อัตราส่วนละ 4 ตัวอย่าง จะได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 20 ตัวอย่าง

2.1.2 อัตราส่วนผสมระหว่างโพลีเอสเตอร์ 100%กับเศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียในกระบวนการผลิต จำนวน 5 อัตราส่วน อัตราส่วนละ 4 ตัวอย่าง จะได้จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 20 ตัวอย่าง

ตาราง 1 อัตราส่วนผสมของโพลีเอสเตอร์ 100% กับเศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียในกระบวนการผลิต

อัตราส่วน ที่	โพลีเอสเตอร์ที่ใช้		รวม
	โพลีเอ สเตอร์	เศษโพลีเอสเตอร์ที่ เสียในกระบวนการ ผลิต	
	100%		
1	90	10	100
2	80	20	100
3	70	30	100
4	60	40	100
5	50	50	100

2.2 ตัวแปรตาม

คุณสมบัติของอนุเว่นที่ได้จากตัวแปรต้นของทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่

2.2.1 มวลของผ้าต่อหน่วยความยาวและมวลของผ้าต่อหน่วยพื้นที่(กรัม/ตารางเมตร)

2.2.2 แรงดึงสูงสุดของผ้าโดยวิธีแกรบ(นิวตันเมตร)

2.2.3 แรงฉีกขาดของผ้าโดยใช้เครื่องมือทดสอบแรงดึงอัตรายืดคงที่(นิวตันเมตร)

2.2.4 ความหนาของผ้า(มิลลิเมตร)

3. สถานที่ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ในการศึกษาวิจัยได้ใช้สถานที่ ผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือ อุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองและทดสอบ ดังนี้

3.1 สถานที่ ที่ใช้ในการทดลอง

ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซอยตรีมิตร ถนนพระราม4 พระโขนง คลองเตย กรุงเทพฯ

3.2 ผู้ตรวจสอบ

เจ้าหน้าที่ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตรวจสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก(Weight) ความหนา (Thickness) ค่าความแข็งแรง (Tensile) ค่าการยืดตัว (Elongation)

3.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ใช้ตารางสองทางในการหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

3.3.1 โพลีเอสเตอร์ 100% 6 Denier – 64 mm.

3.3.2 เศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียในกระบวนการผลิต ที่มีขนาดตั้งแต่ 6 Denier ขึ้นไป

4. ขั้นตอนในการทดลอง

ขั้นตอนในการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

4.1 การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตโดย การเปลี่ยนกระบวนการโรยตัวของเส้นใยบริเวณริมผ้า ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ระยะขอบ 5 เซนติเมตรทั้งสองข้าง

ตัวอย่างที่ 2 ระยะขอบ 4 เซนติเมตรทั้งสองข้าง

พงษ์สาโรจน์ นิมมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

ตัวอย่างที่ 3 ระยะขอบ 3 เซนติเมตรทั้งสองข้าง

ตัวอย่างที่ 4 ระยะขอบ 2 เซนติเมตรทั้งสองข้าง

ตัวอย่างที่ 5 ระยะขอบ 1 เซนติเมตรทั้งสองข้าง

4.1.1 หลังจากที่ได้ตัวอย่างมาแล้วนำชิ้นตัวอย่างไปทำการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่จากสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1.1 การหาน้ำหนัก 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 ส่วน รวมทั้ง สิ้น 20 ตัวอย่าง

4.1.1.2 การหาค่าความหนา 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 ส่วน รวมทั้ง สิ้น 20 ตัวอย่าง

4.1.1.3 การหาค่าความแข็งแรง 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 ส่วน รวมทั้ง สิ้น 20 ตัวอย่าง

4.1.1.4 การหาค่าการยืดตัว 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 ส่วน รวมทั้ง สิ้น 20 ตัวอย่าง

4.2 นำโพลีเอสเตอร์ 100% ผสมกับเศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิต ผสมในอัตราส่วนดังนี้

โพลีเอสเตอร์ 100% : เศษโพลีเอสเตอร์ที่เสียในกระบวนการผลิต

อัตราส่วนที่ 1	90 : 10
อัตราส่วนที่ 2	80 : 20
อัตราส่วนที่ 3	70 : 30
อัตราส่วนที่ 4	60 : 40
อัตราส่วนที่ 5	50 : 50

นำอัตราส่วนผสมทั้ง 5 อัตราส่วน นำเข้าเครื่องผลิตนอนวูเวน เพื่อผลิตเป็นผ้านอนวูเวนน้ำหนัก 100 กรัม ต่อตารางเมตร

4.2.1. ผ้านอนวูเวนที่นำมาทำการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่จากสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1.1 การหาน้ำหนัก 5 อัตราส่วน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน รวมทั้ง สิ้น 25 ตัวอย่าง

4.2.1.2 การหาค่าความหนา 5 อัตราส่วน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน รวมทั้ง สิ้น 25 ตัวอย่าง

4.2.1.3 การหาค่าความแข็งแรง 5 อัตราส่วน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน รวมทั้ง สิ้น 25 ตัวอย่าง

4.2.1.4 การหาค่าการยืดตัว 5 อัตราส่วน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน รวมทั้ง สิ้น 25 ตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดสอบ และตรวจสอบดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของนอนอวูเวน โดยนำข้อมูลและอัตราส่วนเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.121 เล่ม 12, 16, 17, 24

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล การตรวจสอบหาน้ำหนักมีเกณฑ์มาตรฐาน ที่ 100 กรัมต่อตารางเมตร โดยแต่ละอัตราส่วนนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบน้ำหนักของผ้านอนวูเวน โดยกำหนดเกณฑ์ มอก. 121 เล่ม 12 และนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการทดสอบความหนาของผ้านอนวูเวน โดยกำหนดเกณฑ์ มอก. 121 เล่ม 24 และนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบความแข็งแรงของผ้านอนวูเวน โดยมีเกณฑ์ มอก. 121 เล่ม 16 และนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบการยืดตัวของผ้านอนวูเวน โดยมีเกณฑ์ มอก. 121 เล่ม 17 และนำมาหาค่าเฉลี่ย

6. สถิติที่ใช้

ใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ

ผลการวิจัย

1. การปรับตั้งเครื่องจักรโดยวิธีลดการรอยตัวของเส้นใย

ในการทดสอบการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อผลิตผ้านอนวูเวน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรง ค่าการยืดตัว น้ำหนัก และความหนา โดยให้บริษัทไทยนินวูเวน จำกัด เป็นผู้ผลิตผ้านอนวูเวน โดยทำการปรับ

พงษ์สาโรจน์ นิรมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

ขนาดของริมผ้าเป็น 5 ระดับดังนี้ 5 ซม. 4 ซม. 3 ซม. 2 ซม. และ 1 ซม. ตามลำดับ และนำไปทดสอบตามมาตรฐาน มอก.121 ณ ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซอยตรีมิตร กล้วยน้ำไท ถนนพระรามที่ 4 แขวงพระโขนงเขตคลองเตย กทม. 10110 โดยขึ้นตัวอย่างที่นำไปทำการทดสอบจะใช้ตัวอย่างละ 4 ชิ้น ทดสอบต่อการทดสอบ 1 ระดับ ด้วยเครื่องทดสอบค่าแรงดึงผืนผ้า

ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบของผ้านอนวูเวน ที่ผลิตโดยบริษัท ไทยนั้วูเวน จำกัด เลขที่ 111 ม.2 ต.ห้วยโรง อ.เขาย้อย จ. เพชรบุรี นั้นพบว่าที่ระยะการปรับตั้งเครื่องจักรที่ระยะ 4 เซนติเมตร จะมีการใช้วัตุดิบโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์น้อยที่สุด และผ้ายังมีค่าความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ ทั้งในด้านแนวยาว ซึ่งจะอยู่ช่วง 135-182 NM. และแนวขวางของผืนผ้าที่อยู่ในช่วง 201-272 NM. ในทางกลับกันค่าการยืดตัวของผืนผ้าที่ระยะ 4 เซนติเมตร ผ้ายังมีค่าการยืดตัวอยู่ในเกณฑ์ ทั้งในด้านแนวยาว ซึ่งจะอยู่ช่วง 93-126 NM. และแนวขวางของผืนผ้าที่อยู่ในช่วง 85-116 NM. โดยที่ชิ้นงานทดสอบทุกรายการจะควบคุมน้ำหนักที่ 100 กรัมต่อตารางเมตรและความหนาที่ 0.8 มิลลิเมตร เพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก.121

2. การหาอัตราส่วนผสมระหว่างโพลีเอสเตอร์ 100% กับโพลีเอสเตอร์เสียจากกระบวนการผลิต ในอัตราส่วนดังนี้ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในการทดสอบการหาอัตราส่วนผสมระหว่างโพลีเอสเตอร์ 100% กับโพลีเอสเตอร์เสียจากกระบวนการผลิต ในอัตราส่วนดังนี้ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 เพื่อผลิตผ้านอนวูเวน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรง ค่าการยืดตัว น้ำหนัก และความหนา โดยให้บริษัท ไทยนั้วูเวน จำกัด เป็นผู้ผลิตผ้านอนวูเวน โดยทำการผสมอัตราส่วนระหว่างโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์และโพลีเอสเตอร์ที่สูญเสียจากกระบวนการผลิตในอัตราส่วนดังนี้ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ และนำไปทดสอบตามมาตรฐาน มอก.121 ณ ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซอยตรีมิตร กล้วยน้ำไท ถนนพระรามที่ 4 แขวงพระ

โขนงเขตคลองเตย กทม. 10110 โดยขึ้นตัวอย่างที่นำไปทำการทดสอบจะใช้ตัวอย่างละ 5 ชิ้นทดสอบต่อการทดสอบ 1 ระดับ ด้วยเครื่องทดสอบค่าแรงดึงผืนผ้า

ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบของผ้านอนวูเวน ที่ผลิตโดยบริษัท ไทยนั้วูเวน จำกัด เลขที่ 111 ม.2 ต.ห้วยโรง อ.เขาย้อย จ. เพชรบุรี นั้นพบว่าที่อัตราส่วนผสม 90:10 จะมีการใช้วัตุดิบโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์น้อยที่สุด และผ้ายังมีค่าความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ ทั้งในด้านแนวยาว ซึ่งจะอยู่ช่วง 135-182 NM. และแนวขวางของผืนผ้าที่อยู่ในช่วง 201-272 NM. ในทางกลับกันค่าการยืดตัวของผืนผ้าที่อัตราส่วนผสม 90:10 ผ้ายังมีค่าการยืดตัวอยู่ในเกณฑ์ ทั้งในด้านแนวยาว ซึ่งจะอยู่ช่วง 93-126 NM. และแนวขวางของผืนผ้าที่อยู่ในช่วง 85-116 NM. โดยที่ชิ้นงานทดสอบทุกรายการจะควบคุมน้ำหนักที่ 100 กรัมต่อตารางเมตรและความหนาที่ 0.8 มิลลิเมตร เพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก.121

อภิปรายผล

1. การลดของเสียจากวัตถุดิบบริเวณริมผ้าโดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตในการโรยเส้นใยของเครื่องจักร ผู้วิจัยได้ใช้ผ้านอนวูเวนที่ผลิตได้จาก บริษัทไทยนั้วูเวน จำกัด 111 ม. 2 ต.ห้วยโรง อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี โดยได้นำผ้าที่ได้นั้นมาทำการผลิตโดยลดระยะริมผ้าลง จาก 5 4 3 2 และ 1 เซนติเมตรตามลำดับแล้วนำไปทดสอบค่า ความค่าน้ำหนัก ค่าความหนา ค่าความแข็งแรง ค่าการยืดตัวตามลำดับ ที่สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซอยตรีมิตร กล้วยน้ำไท ถนนพระรามที่ 4 แขวงพระโขนงเขตคลองเตย กทม. 10110 โดยทุก ๆ ตัวอย่างทดสอบ จะมีการทดสอบทุก ๆ หัวข้อทดสอบเป็นจำนวน 4 ตัวอย่างต่อหัวข้อทดสอบ จากการทดสอบพบว่าที่ระยะริมผ้า 5 และ 4 เซนติเมตร ค่าความแข็งแรงทางด้านแนวยาวและแนวขวางมีค่าความแข็งแรงได้เกณฑ์ตามมาตรฐาน ค่าการยืดตัวทางด้านแนว ยาวและแนวขวาง มีค่าการยืดตัวได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ควบคุมน้ำหนักได้ตามเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน ในทางกลับกันพบว่าที่ระยะริมผ้า 3 2 และ 1 เซนติเมตร ค่าความแข็งแรงทางด้านแนวยาวและแนวขวางมีค่าความ

พงษ์สาโรจน์ นิมมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

แข็งแรงไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ค่าการยืดตัวทางด้านแนว ยาวและแนวขวาง มีค่าการยืดตัวที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน เช่นกัน ในขณะที่ควบคุมน้ำหนักได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับ (อัจฉราพร ไสละสุต. 2533 : 24) กล่าวว่า โพลีเมอร์บริสุทธิ์จะมีค่าความแข็งแรงกว่าโพลีเมอร์ดัดแปลง (รีไซเคิล) เนื่องจากการปรับปรุงโพลีเมอร์ในทางเชิงกล จะทำให้สูญเสียพันธะ ค่าความแข็งแรงจึงลดลงไปตามลำดับ เว้นเสียแต่จะใช้สารปรุงแต่งเพิ่มเติมในกระบวนการปรับปรุง กระบวนการทางเคมี

2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างโพลีเอสเตอร์ 100% กับโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิตเพื่อนำมาผลิตเป็นฝ้านอนวูเวน ผู้วิจัยได้ใช้ฝ้านอนวูเวนที่ผลิตได้จาก บริษัทไทยนโนวูเวน จำกัด 111 ม. 2 ต.ห้วยโรง อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี โดยได้นำผ้าที่ได้นั้นมาทำการผลิตโดยลดการใช้เส้นใยโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ลงและเพิ่มเส้นใยโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิตขึ้นดังนี้ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ตามลำดับแล้วนำไปทดสอบค่าความแข็งแรง ค่าการยืดตัว ค่าแรงดึง ค่าน้ำหนักและค่าความหนา ตามลำดับ ที่สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอชอยตรีมิตร กล้วยน้ำไท ถนนพระรามที่ 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กทม. 10110 โดยทุกตัวอย่างทดสอบจะทำการทดสอบ จำนวน 5 ตัวอย่างต่อหัวข้อทดสอบจากการทดสอบพบว่า ที่อัตราส่วนผสม 90:10 ค่าความแข็งแรงทางด้านแนวยาวและแนวขวางมีค่าความแข็งแรงได้เกณฑ์ตามมาตรฐาน ค่าการยืดตัวทางด้านแนวยาวและแนวขวาง มีค่าการยืดตัวได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ควบคุม น้ำหนักได้ตามเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน ในทางกลับกันพบว่าที่อัตราส่วนผสม 80:20 70:30 60:40 50:50 ค่าความแข็งแรงทางด้านแนวยาวและแนวขวางมีค่าความแข็งแรงไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ค่าการยืดตัวทางด้านแนวยาวและแนวขวาง มีค่าการยืดตัวที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน ในขณะที่ควบคุมน้ำหนักได้ตามเกณฑ์มาตรฐานซึ่งอาจเป็นเพราะอัตราส่วนดังกล่าวมีส่วนผสมเศษของโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิตมากเกินไปทำให้มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงและการยืดตัวไม่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ (สัมฤทธิ์ สว่างวัฒนาเศรษฐ์.2533:85) ได้ทำการทดลองใช้

ส่วนผสมระหว่างเส้นใยฝ้ายบริสุทธิ์กับเศษฝ้ายที่เหลือจากกระบวนการปั่นด้ายฝ้ายที่ได้จากเครื่องหวีจากการทดลองพบว่าในอัตราส่วน 80:20 จะสามารถผลิตเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 50 tex ที่มีคุณภาพดีที่สุดได้ นั้นแสดงว่าเศษวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิตนั้นสามารถนำมาผสมกับวัสดุที่มีคุณภาพ ก็สามารถผลิตเป็นสินค้าที่มีคุณภาพมาตรฐานได้ หากมีการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการผลิตของสินค้านั้น ๆ และยังถือว่าเป็นการลดต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบได้เช่นกัน ดังจะเห็นได้ว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 90:10 ดังนั้นขั้นตอนการผลิตจะสามารถลดต้นทุนของวัตถุดิบลงได้ถึง 10%

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ขยายผลความรู้จากงานวิจัยที่ทำอยู่ให้กับพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถนำไปต่อยอดได้
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีส่วนในการผลักดันนโยบายในการลดภาษีให้กับโรงงานผู้ประกอบการที่สามารถลดของเสียจากกระบวนการผลิตได้
3. เพื่อเป็นการลดมลภาวะที่จะเกิดขึ้นและลดภาระค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียตามกฎหมายกระทรวงสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาการใช้วัตถุดิบทดแทนโพลีเอสเตอร์ที่ใช้ในการผลิตนอนวูเวนเพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบ
2. ศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์กับโพลีเอสเตอร์ที่เสียจากกระบวนการผลิตแล้วนำมาผลิตเป็นฝ้านอนวูเวนที่มีน้ำหนักมากกว่าหรือน้อยกว่า 100 กรัมต่อตารางเมตร เป็นต้น
3. ศึกษาเวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนสายการผลิตของเครื่องจักรว่าสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้หรือไม่ในระยะเวลาเท่าเดิม

พงษ์สาโรจน์ นิรมานรลักษ์ณ์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธนรัตน์ แต้วัฒนา.
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2556 (33-41)

บรรณานุกรม

โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์สิ่งทอ.

2541. . คู่มือวิชาการสิ่งทอ. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ธีรพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ .2535. การศึกษาอัตราส่วนผสม
ระหว่างเศษฝ้ายกับเศษไหมเพื่อใช้ในการปั่นด้าย
เบอร์ 26⁶ . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
นวลแข ปาลีวนิช. 2542. ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย ฉบับ
ปรับปรุง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2551. เทคโนโลยีสิ่งทอเบื้องต้น.
กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

วิจารณ์ โภชนกุล. 2549. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการ
ผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ วิทยานิพนธ์ วศ.ม.
(วิศวกรรมเคมี). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2542. วิทยาศาสตร์เส้นใย.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

สุจิระ ขอดิตต์เมตต์. 2545. ผ้าไม่ทอ. ปทุมธานี : สถาบัน
เทคโนโลยีราชมงคล

สัมฤทธิ์ สว่างวัฒนเศรษฐ์ และคณะ .2533. ได้ทำการวิจัย
ทดลองปั่นด้ายแบบปลายเปิด. วิทยานิพนธ์ กศ.
ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม .2522 . เอกสารมาตรฐาน
อุตสาหกรรม 121 . กรุงเทพฯ : สำนักงาน
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวง
อุตสาหกรรม.

----- . 2522. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
น้ำหนักต่อพื้นที่ มอก.121 เล่ม 12 กรุงเทพฯ :
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม.

----- . 2522. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ความหนา มอก.121 เล่ม 24 กรุงเทพฯ :

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม.

----- . 2522. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ความแข็งแรง มอก.121 เล่ม 17 กรุงเทพฯ :
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม.

----- . 2522. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
การยืดตัว มอก.121 เล่ม 16 กรุงเทพฯ :
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม.

หนังสือพิมพ์แนวหน้า ฉบับวันที่ 8/12/2552 . แนวโน้มสิ่ง
ทอทางเลือกและการพัฒนาสิ่งทอ

อัจฉราพร ไชยะสุด. 2533. ความรู้เรื่องผ้า. กรุงเทพฯ : ม.
ป.พ.

อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2544. กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ.
กรุงเทพ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด