การศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินิน แบบ S ON Z และ Z ON Z ที่มีต่อสมบัติผ้าทอลายขัด

นางสาวอรวิภา ไชยรัตนตรัย

RMUTK - CARIT
3 2000 00091217 2

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
ปีการศึกษา 2551

b.90944

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง การศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S ON Z และ Z ON Z ที่มีต่อสมบัติผ้าทอลายขัด

ชื่อผู้เขียน นางสาวอรวิภา ไชยรัตนตรัย

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม)

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ปีการศึกษา 2551

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติของผ้าในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า (Wrinkle Recovery of Fabric) ความต้านทานต่อแรงดึงขาด (Tensile Strength) ความต้านต่อการขัดถู (Abrasion Resistance) ความต้านแรงฉีกขาดของผืนผ้า (Tearing Strength) และความกระด้างของผ้า (Stiffness) โดยใช้เส้นด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne มาทำการควบตีเกลียวทั้งหมด 5 ระดับ คือที่ 4, 6, 8, 10 และ 12 เกลียว ทั้งในการตีเกลียวเส้นด้ายแบบ S on Z และ Z on Z

จากการทดสอบ พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีสมบัติที่ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ในเรื่องความสามารถในการคืนตัว ความอ่อนนุ่ม และการยืดตัวของผ้า อยู่ที่ 12.79%, 6.25% และ 3.97% ตามลำดับ ส่วนในเรื่องความแข็งแรงของผืนผ้า ความต้านต่อการฉีกขาด และความคงทนต่อการขัดถู ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีสมบัติที่ต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 18.70%, 4.95% และ 20.97% ตามลำดับ

ABSTRACT

Title	The Effect of Twist Direction and Twist Factor on Plain Linen Fabric Properties Classified by S on Z and Z on Z Twist
Student's Name	Miss Onvipa Chairatanatrai
Degree Sought	Master of Science(Textiles and Garments)
Major / Faculty	Textiles and Garments / Faculty of Textile Industries
Academic Year	2008
Adviser Thesis	Adviser Dr. Sathit Puttachaiyong

This is a study on results of twist direction and twist factor on linen yarn classified by S on Z and Z on Z to its fabric properties of wrinkle recovery, fabric stiffness, tensile strength, abrasion resistance and tearing strength. The linen yarn 21/2 Ne was twisted on 5 levels of 4, 6, 8, 10 and 12 twists on both S on Z and Z on Z.

From the results, it was found that fabric with Z on Z has better qualities than S on Z on factors of wrinkle recovery, stiffness and stretch recovery at 12.79%, 6.25% and 3.97% respectively. While on tensile strength, tearing strength and abrasion resistant, fabric with Z on Z twist has lower qualities than S on Z at 18.70%, 4.95% and 20.97% respectively.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญ ช

สารบัญตาราง ญ

สารบัญภาพ ฏ

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ระเบียบวิธีการวิจัย 5

ข้อตกลงเบื้องต้น 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลินิน 7

การตีเกลียว 10

ชนิดของเกลียว 11

ค่าตัวประกอบของเกลียวบิด 14

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	
	การทดลองเบื้องต้น	17
	การตรวจสอบคุณสมบัติของเส้นด้ายลินินที่นำมาวิจัย	17
	การกำหนดโครงสร้างผ้า	22
	กระบวนการทอผ้า	27
	ทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า	29
	ทดสอบความกระด้างของผ้า	30
	ทดสอบแรงดึงขาดของผ้า	30
	ทดสอบความต้านแรงฉีกขาดของผ้า	31
	ทดสอบความคงทนต่อการขัดถู	31
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์	
	ทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า	32
	ทดสอบความกระด้างของผ้า	35
	ทดสอบแรงดึงขาดของผ้า	37
	ทดสอบความต้านแรงฉีกขาดของผ้า	44
	ทดสอบความคงทนต่อการขัดถู	47
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
	สรุปผลการวิจัย	50

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

อภิปรายผล 50

ข้อเสนอแนะ 51

บรรณานุกรม 52

ภาคผนวก ก การคำนวณค่า twist factor 54

ภาคผนวก ข ผลที่ได้จากการทดสอบ 56

ภาคผนวก ค ผลการทดสอบจากสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ 86

ประวัติผู้เขียน 90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 มูลค่าการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยระหว่างปี 2548 – 2551 2

3.1 ค่าจำนวนเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยว 18

3.2 ค่าการยืดตัว และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne 20

3.3 ค่าคุณสมบัติของเส้นด้าย 22

3.4 จำนวนเกลียวและค่า twist factor ของเส้นด้ายพุ่ง 23

3.5 จำนวนเกลียวต่อนิ้วโดยเฉลี่ยของเส้นด้ายตีเกลียว S on Z เบอร์ 21/2 Ne 23

3.6 จำนวนเกลียวต่อนิ้วโดยเฉลี่ย ของเส้นด้ายตีเกลียว Z on Z เบอร์ 21/2 Ne 24

3.7 เปรียบเทียบค่าการยืดตัว (%) ของเส้นด้ายเกลียว S on Z และ Z on Z 25

3.8 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรง (cN/tex) ของเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 26

4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคืนตัว (%) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน 32

4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความสามารถในการคืนตัว(%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 33

4.3 เปรียบเทียบค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน 35

4.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอ (cm) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 36

4.5 เปรียบเทียบค่าการยืดตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน 38

4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยืดตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 39

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.7 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรง (นิวตัน) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน 41

4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 43

4.9 เปรียบเทียบค่าแรงฉีกขาดของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน 44

4.10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 45

4.11 เปรียบเทียบจำนวนรอบการขัดถูของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน 47

4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถู (รอบ) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 48

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ความต่อเนื่องสัมพันธ์กันในกระบวนการผลิตสิ่งทอ	3
1.2	ทิศทางของเกลียว	6
2.1	ลักษณะของเส้นใยลินิน	8
2.2	ทิศทางของเกลียว	11
2.3	แนวเกลียวภาพตัดขวาง	12
2.4	การบิดเกลียวของด้ายสมดุลและไม่สมดุล	13
2.5	ด้ายเส้นใหญ่และด้ายเส้นเล็กที่มีระดับการบิดเกลียวเท่ากัน แต่มีมุมของเกลียวต่างกัน	14
2.6	มุมของเกลียวบิด	15
3.1	เครื่องทดสอบจำนวนเกลียวของเส้นด้าย	18
3.2	เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย	19
3.3	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการยืดตัว(%elongation) และ ชนิดของเกลียว	25
3.4	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของเส้นด้าย (cN/tex) และ ชนิดของเกลียว	26
3.5	เครื่องสืบเส้นด้ายยืน	27
3.6	เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน	28
3.7	เครื่องทอผ้า	29
3.8	Wrinkle Recovery Angle Tester	29
3.9	Cantilever Bending Tester	30
3.10	Tensile Testing Machine	30
3.11	เครื่อง Nu – Martindale abrasion and Pilling Tester	31

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคืนตัว (%) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย 33

4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความสามารถในการคืนตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 34

4.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวโค้งงอ (เซนติเมตร) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย 35

4.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอ (cm) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 37

4.5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการยืดตัว (%) ของผืนผ้า กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย 38

4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยืดตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 40

4.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของผืนผ้า กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย 42

4.8 การบิดเกลียวของด้ายสมดุลและไม่สมดุล 42

4.9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 43

4.10 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉีกขาด(นิวตัน) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย 45

4.11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 46

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.12 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการขัดถู (รอบ) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย 48

4.13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถู (รอบ) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z 49

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ดร. สาธิต พุทธชัยยงค์ ที่กรุณาให้การช่วยเหลือแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดีโดยตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ โอภาส เชาวนานนท์ ที่ช่วยเหลือในการให้คำแนะนำการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของผ้า

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ บริษัท ซี.พี.เอส. โปรดักส์ จำกัด และห้างหุ้นส่วนจำกัด ป.แสงทวีการทอ ที่ช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยให้กำลังใจตลอดมา จนสามารถทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

นางสาวอรวิภา ไชยรัตนตรัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมสิ่งทอไทยมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวม เพราะเป็นหนึ่งในธุรกิจที่สร้างรายได้ติดอันดับต้น รวมถึงยังเป็นธุรกิจที่มีการจ้างงานสูง ก่อให้เกิดการกระจายรายได้สู่ประชากร ทั้งที่เป็นแรงงานมีฝีมือและแรงงานไร้ฝีมือ อีกทั้งยังมีความเกี่ยวเนื่องในธุรกิจหลายประเภท ตั้งแต่วัตถุดิบไปจนถึงการทอผ้าผืน และการตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป เรียกว่าตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ แต่มาถึงวันนี้ธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องกับสิ่งทอกำลังประสบปัญหาภัยคุกคามจากการแข่งขันของประเทศคู่แข่ง ที่มีต้นทุนค่าแรงงานต่ำมาก ๆ อย่างเวียดนามและจีน โดยเฉพาะจีนเป็นอุปสรรคที่สำคัญมาก ซึ่งสินค้าด้านสิ่งทอและเสื้อผ้าสำเร็จรูปก็มีการเจาะตลาดเข้ามาในประเทศ โดยใช้ราคาสินค้าที่ต่ำกว่า มาแบ่งส่วนแบ่งตลาดในระดับล่างจนถึงกลางไปได้มาก ทั้งยังมีการเคลื่อนย้ายฐานการผลิตไปยังจีนจนสามารถประหยัดต้นทุน ยิ่งก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการแข่งขันกับอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปในประเทศไทยเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่า สิ่งทอจากจีนยังมีคุณภาพต่ำ รวมถึงรูปแบบการออกแบบยังไม่ค่อยเป็นที่ยอมรับในตลาดโลก แต่จีนยังมีการพัฒนาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าสินค้าไปในหลายส่วน เช่น รูปแบบที่มีการลอกเลียนยุโรปมาอย่างรวดเร็ว การตัดเย็บที่เน้นคุณภาพมากขึ้น รวมถึงคุณภาพเนื้อผ้าที่หลากหลาย และแรงงานที่มีทักษะมากขึ้น ทำให้เริ่มรุกเข้ามาในตลาดระดับกลาง และในราคาที่ถูกกว่าด้วย

โดยมูลค่าการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มในช่วงเดือน มกราคม – พฤษจิกายน ปี 2551 มีมูลค่ารวม 6,642.5 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากระยะเดียวกันของปี 2550 ร้อยละ 4.2 โดยการส่งออกสินค้าสิ่งทอ (ผ้าผืน เส้นใย เส้นด้าย และอื่นๆ) เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.2 ขณะที่เครื่องนุ่งห่มเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.0 ดังในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยระหว่างปี 2548 - 2551

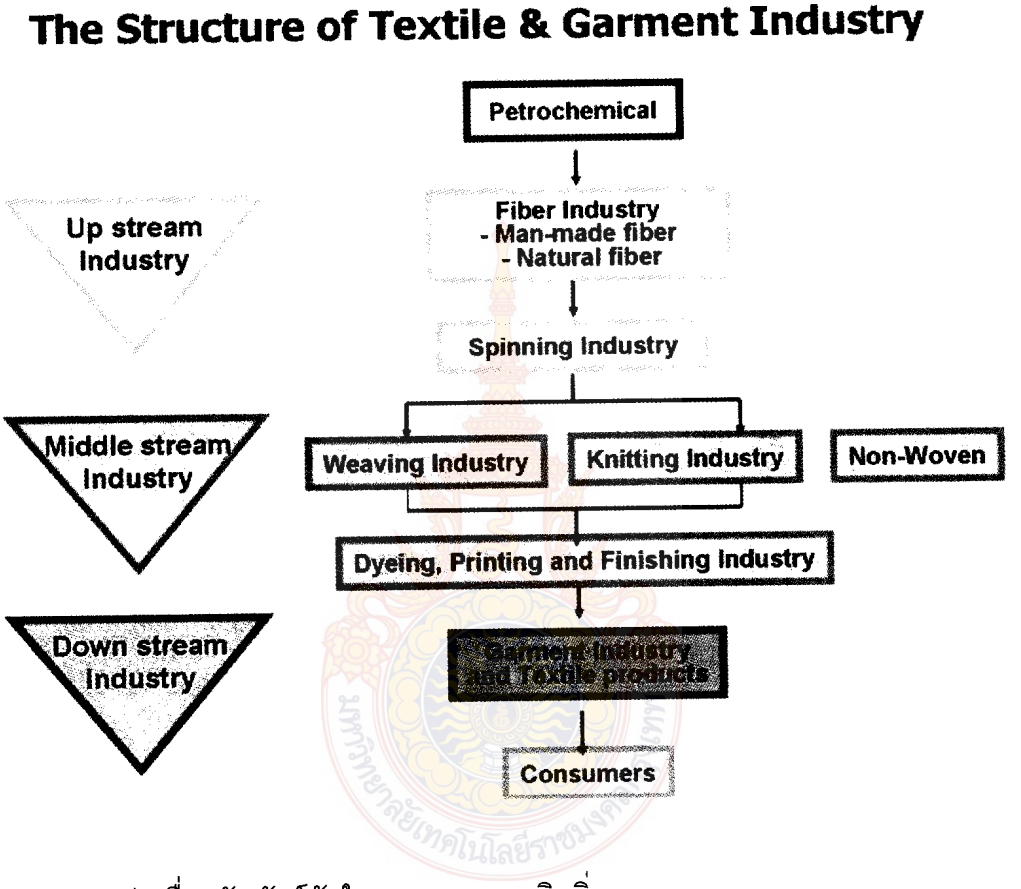
หน่วย : ล้านเหรียญสหรัฐฯ

สินค้า	2548	2549	2550 **ม.ค. - พ.ย.**	2551 **ม.ค - พ.ย.**	**เปลี่ยนแปลง** (%) **ม.ค. - พ.ย.** 51/50
สิ่งทอ	3,224.5	3,289.3	3,289.8	3,432.4	4.2
เครื่องนุ่งห่ม	3,469.0	3,545.3	3,086.4	3,210.1	4.0
รวม	6,693.5	6,834.6	6,376.2	6,642.5	4.2

ที่มา : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดย ศูนย์ข้อมูลสิ่งทอ

การผลิตสิ่งทอในปัจจุบันมีสภาวะแวดล้อมและสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เช่น การยกเลิกระบบโควต้าของประเทศคู่ค้าสำคัญๆ ตามกรอบของ WTO การค้าจะเสรีมากขึ้น ภายใต้ข้อตกลงระหว่างประเทศ จากเดิมที่เคยรับจ้างผลิต ก็ต้องปรับตัวเป็นผู้ออกแบบ และสร้างตราสินค้าเอง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ การผลิตสินค้ารูปแบบเดิมที่เรียบง่าย ก็ต้องปรับปรุงให้เป็นสินค้าที่มีรูปแบบหรือมีคุณสมบัติพิเศษ การผลิตแบบเดิมที่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการผลิต ก็ต้องปรับตัวให้เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของตลาด ซึ่งสภาวะต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปเหล่านี้ ส่งผลให้อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มต้องปรับตัวอย่างขนานใหญ่ ให้สามารถอยู่รอดได้ และขณะเดียวกันก็สามารถแข่งขันกับตลาดโลกได้ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดต้องอาศัยความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศิลปะในการผลิตทุกขั้นตอน ตั้งแต่การผลิตเส้นใย เส้นด้าย การทอ การถัก หรือการทำผ้าผืนด้วยวิธีอื่น ๆ การตกแต่งสำเร็จ การย้อมสีพิมพ์ผ้า การผลิตเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม การผลิตเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่มีสิ่งทอเป็นส่วนประกอบ กระบวนการผลิตสิ่งทอจะต่อเนื่องสัมพันธ์กันจนกระทั่งได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จสู่ผู้บริโภคหรือผู้ใช้ ดังภาพที่ 1.1 อุตสาหกรรมสิ่งทอจึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศไทย เป็นอุตสาหกรรมที่มีการสร้างรายได้จากการส่งออกเป็นลำดับต้น ๆ ของประเทศ มีการจ้างแรงงานมากกว่าล้านคนในการผลิตสินค้า และจากนโยบายด้านการค้าเสรีทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยมีการแข่งขันมากขึ้น จึง

จำเป็นที่ผู้ผลิตต้องมีการปรับตัวให้พร้อมสำหรับการแข่งขันในการส่งออกสินค้าได้ ควรมีการพัฒนาสินค้าใหม่ๆ หรือการใช้เทคนิคใหม่ๆมาใช้ผลิตสินค้าเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ของเรามีความแตกต่างจากผู้ผลิตรายอื่นๆ และเพื่อเปิดกลุ่มผู้บริโภคใหม่ ๆ ให้มากขึ้น



ภาพที่ 1.1 ความต่อเนื่องสัมพันธ์กันในกระบวนการผลิตสิ่งทอ

ที่มา : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดย ศูนย์ข้อมูลสิ่งทอ

และเนื่องจากในปัจจุบันนี้กระแสของการอนุรักษ์ธรรมชาติ การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญมากขึ้นทุกวัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำลินินมาใช้ในการวิจัย ซึ่งคุณสมบัติของผ้าลินินส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกับผ้าฝ้าย แต่ผ้าลินินเหนียวทนทานกว่าผ้าฝ้าย ดูดซึมน้ำได้ดีกว่า สวมใส่สบายและให้ความรู้สึกเย็นกว่า เนื้อมันกว่าผ้าฝ้าย ซึ่งหากพิจารณาจากคุณสมบัติในการสวมใส่แล้วนั้นผ้าลินิน

จะสวมใส่สบายกว่าผ้าฝ้าย แต่ผ้าลินินกลับไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร เนื่องมาจากผ้าลินินมีการดูแลรักษาที่ยากและยับง่ายเมื่อสวมใส่

ซึ่งโดยส่วนใหญ่ผู้ผลิตจะแก้ปัญหาเรื่องการยับโดยการนำเส้นใยลินินไปผสมกับเส้นใยประดิษฐ์ชนิดอื่นๆ หรืออาจใช้สารตกแต่งเพื่อกันยับ(Crease resistant finishes) โดยสารตกแต่งนี้จะมีสารผสมของยูเรียและฟอร์มาลดีไฮด์เรซิ่น (urea – formaldehyde resin) ซึ่งสารนี้จะช่วยในเรื่องการคืนตัวกลับจากการยับ และเพิ่มเสถียรภาพของขนาดผ้า แต่สารนี้ก็ทำให้ผ้ามีความแข็งแรงลดลง และที่สำคัญมีการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ออกสู่อากาศ ซึ่งเป็นสารที่เป็นอันตรายและก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาในเรื่องนี้ เพื่อที่จะใช้เทคนิคของการตีเกลียวมาเพิ่มคุณสมบัติของผืนผ้าลินินในด้านต่างๆ แทนการทำการใช้สารเคมีในการตกแต่งสำเร็จ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินในการตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ในระดับต่างๆ ที่มีต่อสมบัติของผ้าลินินในด้านต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า (Wrinkle Recovery of Fabric) ความกระด้างของผ้า (Stiffness) ความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด (Tensile Strength) ความต้านต่อการขัดถู (Abrasion Resistance) และความต้านแรงฉีกขาดของผืนผ้า (Tearing Strength)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาสมบัติต่างๆ ของผ้าลินิน โดยที่มีการตีเกลียวในระดับต่างๆทั้งหมด 5 ระดับ ทั้งในการตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

1.3.2 ในการทอเป็นผืนผ้า ใช้เส้นด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne โดยใช้การควบตีเกลียวทั้งแบบ S on Z และ Z on Z โดยที่เส้นด้ายเดี่ยวที่นำมาควบตีเกลียวมีเกลียวเป็นเกลียว Z

1.3.3 โครงสร้างการทอเป็นลายขัด (Plain weave) ทำการทอด้วยเครื่องทอเรเปียร์ ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. แสงทวีการทอ

1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษาผลของการตีเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติ ของผ้าในด้านต่าง ๆ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.4.1 ทดลองเบื้องต้นด้านการคืนตัวของผืนผ้า

1.4.2 กำหนดระดับจำนวนเกลียวที่จะทำการตีเกลียว และทำการตีเกลียว

1.4.3 ทอเป็นผืนผ้า

1.4.4 ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของผืนผ้า

1.4.5 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายลินินควบตีเกลียวแบบ S on Z เบอร์ 21/2 Ne

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ตีเกลียว

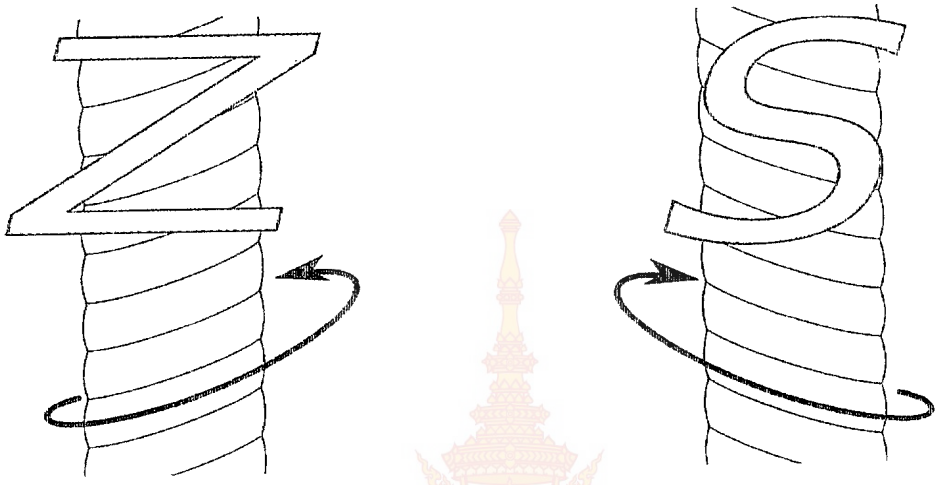
เป็นการบิดเกลียวให้กับกลุ่มเส้นใย ซึ่งก่อให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างเส้นใย ส่งผลให้เส้นด้ายมีความแข็งแรงมากขึ้น และยังช่วยให้ปลายขนเส้นใยที่โผล่พ้นลำตัวเส้นด้ายลดลง จำนวนเกลียวจะมีความเหมาะสม ณ ระดับหนึ่ง หากจำนวนเกลียวน้อยหรือมากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อความแข็งแรง จำนวนเกลียวจะกำหนดเป็นจำนวนเกลียวต่อความยาว เช่น ต่อเมตร ต่อนิ้ว หรือต่อเซนติเมตร

1.6.2 เกลียว S

เส้นด้ายที่มีการควบเกลียว โดยมีทิศทางการลาดเอียงของเส้นใย หรือ เส้นด้าย เหมือนการลาดเอียงของเส้นกลางของอักษร S หรือเกลียวที่มีทิศทางเฉลียงจากขวาไปหาซ้ายเหมือนอักษร S

1.6.3 เกลียว Z

เส้นด้ายที่มีการควบเกลียว โดยมีทิศทางการลาดเอียงของเส้นใย หรือ เส้นด้าย เหมือนการลาดเอียงของเส้นกลางของอักษร Z หรือเกลียวที่มีทิศทางเฉลียงจากซ้ายไปหาขวาเหมือนอักษร Z



ภาพที่ 1.2 ทิศทางของเกลียว

ที่มา: วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน, 2551: 109

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผ้าลินินที่มีคุณสมบัติในการคืนตัวและการโค้งงอตัวดีขึ้น
2. ผืนผ้าที่ได้ไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จ เพื่อให้ผ้ามีคุณสมบัติการคืนตัวและความโค้งงอตัวดีขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลินิน

ลินินเป็นเส้นด้ายที่ปั่นมาจากเส้นใยแฟลกซ์(Flax) ซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติ เป็นเส้นใยเซลลูโลส ที่ได้จากลำต้นของพืช มีความหนาแน่นของเส้นใยประมาณ 1.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจัดได้ว่าเป็นเส้นใยที่หนักพอสมควรประเภทหนึ่ง ดังนั้นเส้นใยนี้จะต้องทอในโครงสร้างที่ห่างๆ มิฉะนั้นจะทำให้ผ้าที่ผลิตออกมาหนักเกินไป ไม่สะดวกในการสวมใส่

ต้นแฟลกซ์เป็นพืชประเภทไม้ล้มลุก ซึ่งจะมีความสูงประมาณ 90-120 เซนติเมตร เป็นพืชที่มีลำต้นผอมสูงจะไม่ค่อยมีการแตกกิ่งก้านสาขาเว้นช่วงที่จะออกดอก เมื่อต้นพืชนี้ออกดอกแล้วให้เมล็ดที่แก่จัดเราก็จะถอนต้นแฟลกซ์ออกมาโดยใช้แรงงานคนถอนหรือใช้เครื่องจักรดึงขึ้นประมาณหนึ่งในสี่ส่วนของลำต้นจะเป็นเส้นใย

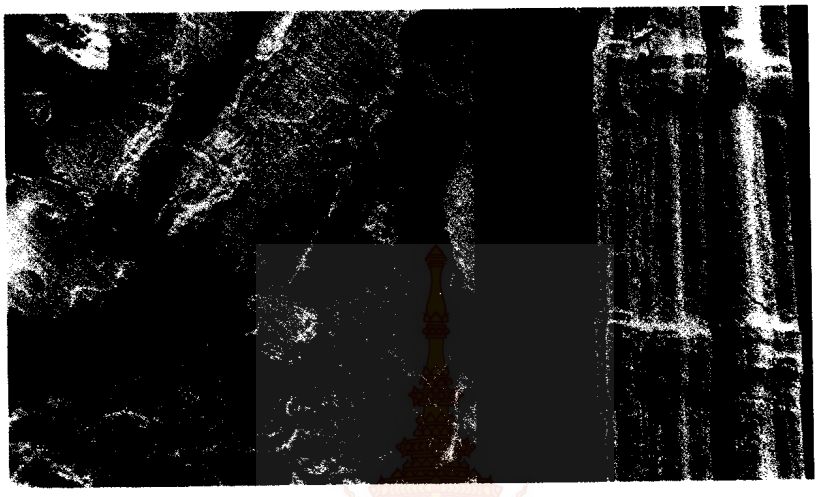
2.1.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมี

2.1.1.1 โครงสร้างของเส้นใยแฟลกซ์

เส้นใยแฟลกซ์เป็นเส้นใยที่หนาและมีรูปร่างปกติ แต่ไม่ค่อยเงามันนัก มีความยาวประมาณ 10 – 100 เซนติเมตร โครงสร้างของเส้นใยแฟลกซ์จากภาคตัดขวาง จะเห็นเป็นกลุ่มเส้นใย (fiber bundles) ประมาณ 15 – 40 กลุ่ม เชื่อมติดกันด้วยสารเพคติน ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวประมาณ 10 – 40 เซลล์ และมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุม เซลล์แต่ละเซลล์ในเส้นใยแฟลกซ์เกาะอยู่เหลื่อมกัน จึงทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงสูง ลักษณะตามยาวของเส้นใยจะมีขีดขวางเป็นปุ่มหรือข้อ ซึ่งคือบริเวณที่เซลล์เหลื่อมกัน ทำให้ผนังเซลล์หนาและลูเมนเล็ก แตกต่างจากฝ้ายที่มีลูเมนกว้าง ผนังบาง

แฟลกซ์ประกอบด้วยเซลลูโลส 70% ที่เหลือเป็นไขมัน แว็กซ์ เพคติน และสารประกอบอื่นๆ เกาะอยู่โดยตลอดความยาวของเส้นใย จึงทำให้ผ้าลินินมีลักษณะแข็งและเงากว่าฝ้าย

เส้นใยแฟลกซ์เป็นเซลล์หลายๆ เซลล์ที่ประกอบกันขึ้น ความหนาของเส้นใยขึ้นอยู่กับจำนวนของเซลล์ที่ประกอบกันในแนวภาพตัดขวาง เซลล์ของเส้นใยมีความยาวประมาณ 25 มิลลิเมตร และมีความหนา 10 - 20 ไมโครเมตร ดังนั้นจึงทำให้เส้นใยมีความหนาประมาณ 40 - 80 ไมโครเมตร



A B

ภาพที่ 2.1 (A) ลักษณะของเส้นใยลินินตามยาว
(B) ลักษณะของเส้นใยลินินตามภาคตัดขวาง

ความหนาของเส้นใยแฟลกซ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวของเส้นใย ค่าอัตราส่วนของความยาวกับส่วนกว้างจึงมีความสำคัญ สำหรับเส้นใยแฟลกซ์ที่มีความยาวที่สุด และดีที่สุดจะมีค่าประมาณ 15,000 : 1 เส้นใยสั้น ๆ จะมีอัตราส่วนประมาณ 1,500 : 1 หรือน้อยกว่า

สีของเส้นใยมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อน จนถึงสีเทาอ่อน สีของเส้นใยปกติจะมีผลมาจากสภาวะแวดล้อมและวิธีการเพาะปลูก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับวิธีการหมักอีกด้วย ส่วนในเรื่องของความเงามัน เนื่องจากผิวหน้าของเส้นใยที่ยาว มีรูปร่างปกติ และผิวหน้ามีขี้ผึ้งเคลือบอยู่บางๆ จึงทำให้แสงตกกระทบแล้วสะท้อนออกมา

2.1.1.2 สมบัติทางกายภาพ

ความแข็งแรง (Strength) เส้นใยแฟลกซ์เป็นเส้นใยที่แข็งแรงสูงเป็นอันดับสองรองจากไหม เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยแฟลกซ์มีความแข็งแรงมากกว่าฝ้ายถึง 2 -3 เท่า เพราะระบบพอลิเมอร์ที่มีความเป็นผลึกมากกว่า ทำให้เกิดการฟอร์มตัวเป็นพอลิเมอร์ที่ยาวมาก และมีพันธะไฮโดรเจนมากกว่าเส้นใยฝ้าย

ความยืดหยุ่น (Elasticity) เส้นใยแฟลกซ์มีความยืดหยุ่นตัวต่ำ เนื่องจากพอลิเมอร์มีความเป็นผลึกสูง ทำให้ล็อกตัวพอลิเมอร์เองเข้าไปในตำแหน่ง รวมทั้งมีพันธะไฮโดรเจนระหว่างพอลิเมอร์มาก จึงไม่สามารถบิดหรือเคลื่อนที่ได้ดีนัก ทำให้แข็งกระด้าง และเกิดรอยยับ รอยจีบได้ง่าย เนื่องจากเมื่อเส้นใยถูกพับงอ หรือ ยืดตัว พอลิเมอร์จะแตกตัวทำให้เกิดการแยกตัวของระบบพอลิเมอร์ รอยแยกตัวของพอลิเมอร์จะเป็นบริเวณที่มีโครงสร้างอ่อนแอ ทำให้เกิดรอยยับได้ ธรรมชาติของเส้นใยที่ไม่สามารถบิดหรือเคลื่อนที่ได้มากนั้นทำให้ผิวสัมผัสของเส้นใยหยาบกระด้าง แต่จะทนทานต่อการพับตัวหรือโค้งงอได้ดี

ความสามารถในการคงรูป (Drapability) ผ้าลินินสามารถคงรูปได้ดีกว่าผ้าฝ้ายเล็กน้อย

สภาพนำความร้อน (Heat conductivity) ผ้าลินินเป็นผ้าที่เหมาะสำหรับเสื้อผ้าฤดูร้อน เพราะความร้อนจากร่างกายสามารถระบายออกได้ดีมาก และยังใช้ทำผ้าปูเตียงหรือเครื่องนอนอีกด้วย

ความซับน้ำ(Absorbency) ผ้าลินินนิยมใช้ทำผ้าเช็ดจานหรือผ้าปูโต๊ะ เนื่องจากดูดซึมความชื้นได้ดีกว่าฝ้าย สามารถดูดความชื้นได้ประมาณ 12 % มีสมบัติที่ดูดซึมน้ำดีและแห้งได้เร็ว

2.1.1.3 สมบัติทางเคมี

ผ้าลินินจะถูกทำลายได้ด้วยกรดอ่อนที่ร้อนและกรดเข้มข้น แต่ทนต่อเบส ผ้าลินินขึ้นราได้ง่าย จึงไม่ควรเก็บขณะผ้าชื้นหรือเก็บในที่ไม่มีอากาศระบาย สามารถใช้สารฟอกขาวประเภท sodium hypochlorite และ sodium perborate ได้ ผ้าลินินทนต่อแสงแดดได้ดีกว่าผ้าฝ้าย ใช้ทำ

ผ้าม่านได้ แต่ถ้าถูกแสงแดดเป็นเวลานานหรือตลอดเวลาผ้าจะลดความเหนียวลง ต้านทานราและแบคทีเรียได้ดีกว่าฝ้ายเล็กน้อย

2.2 การตีเกลียว

การตีเกลียวเป็นสิ่งจำเป็นในเส้นด้ายจากเส้นใยสั้น ซึ่งจะทำให้เส้นใยเกาะติดเข้าด้วยกัน โดยจะถูกบิดตัวรอบแกนของตัวเอง โดยจำนวนเกลียวจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นด้าย เส้นด้ายที่มีเกลียวต่ำจะเหมาะกับการผลิตผ้าถัก เนื่องจากมีความนุ่ม, มีค่าความปกคลุมสูง (covering power) และเพิ่มความอบอุ่น เส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวสูงจะมีความแข็งแรงและการยืดตัวเพิ่มขึ้น, มีความทนทานต่อการขัดถูดีและมีความคงทนสูง แต่เส้นด้ายจะกระด้าง อย่างไรก็ตาม การเพิ่มจำนวนเกลียวมากเกินไป ความแข็งแรงของเส้นด้ายจะลดลง

การตีเกลียวเส้นด้ายเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เส้นด้าย โดยการนำเส้นด้ายตั้งแต่สองเส้นขึ้นไปมาควบและตีเกลียว เช่น

ด้ายควบ (PLIED YARN) คือการนำด้ายเดี่ยว 2 เส้น มาควบตีเกลียวเข้าด้วยกัน เช่น 20/2 PLIED YARN หมายถึงการนำเส้นด้ายเบอร์ 20 มาควบตีเกลียวสองเส้น

เชือกคอร์ด (CORD YARN) คือการนำเส้นด้ายควบ 2 เส้นมาควบและตีเกลียวเข้าด้วยกัน เช่น 42/2/3 CORD YARN หมายถึงการนำเส้นด้ายเบอร์ 42 สองเส้นมาตีเกลียวเป็น 42/2 แล้วจึงนำเส้น ด้ายเบอร์ 42/2 จำนวนสามเส้นมาควบตีเกลียวอีกครั้งหนึ่ง

เคเบิล (CABLE YARN) คือการนำเชือกคอร์ดหลาย ๆ เส้นมาควบและตีเกลียวเข้าด้วยกัน

โรพ (Rope Yarn) คือการนำเคเบิลหลาย ๆ เส้นมาควบและตีเกลียวเข้าด้วยกัน

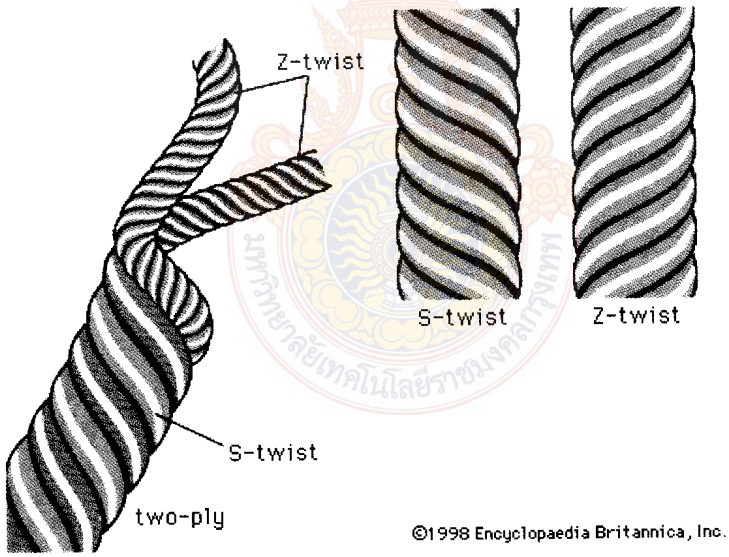
ฮอเซอ (Hawser Yarn) คือการนำโรพหลาย ๆ เส้นมาควบและตีเกลียวเข้าด้วยกัน

2.3 ชนิดของเกลียว

(บุญยิ่ง พุ่มเปี่ยม. 2) กล่าวว่า เกลียวที่เกิดขึ้นกับเครื่องตีเกลียว(TWISTING MACHINE) เหมือนกับเกลียวที่เกิดขึ้นกับเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน(RING SPINNING) คือเกลียว S และเกลียว Z ซึ่งเกิดขึ้นได้ดังนี้

1. เมื่อแกนหลอดหมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเกิดเกลียว Z (Z-Twist)
2. เมื่อแกนหลอดหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเกิดเกลียว S (S-Twist)

ในเส้นด้ายเดี่ยว ทิศทางเกลียวบิดจะไม่มีผลกระทบต่อลักษณะเส้นด้าย แต่ในการตีเส้นด้ายเชิงประกอบต่าง ๆ ทิศทางของเกลียวจะมีความสำคัญมาก รวมทั้งระดับในการบิดเส้นด้าย ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติของเส้นด้ายนั้น ๆ โดยทั่ว ๆ ไป การปั่นด้ายเดี่ยวโดยเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน เกลียวที่นิยมผลิตจะเป็นเกลียว Z และเมื่อมาควบตีเกลียวตั้งแต่สองเส้นขึ้นไปจะทำเป็นเกลียว S

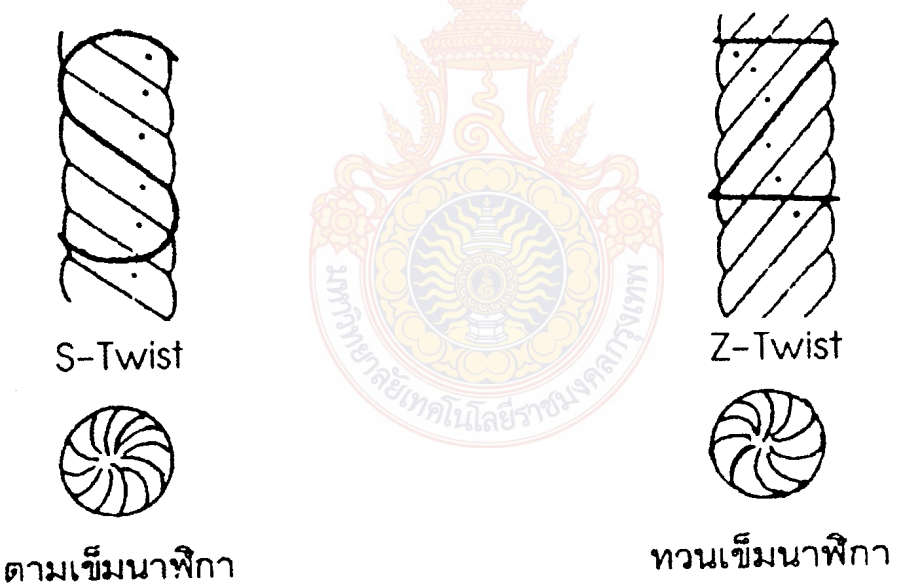


ภาพที่ 2.2 ทิศทางของเกลียว

ที่มา : www.britannica.com/.../3723/S-and-Z-twist-yarns

ระดับของเกลียวบิด(twist level) กำหนดเป็นจำนวนเกลียวบิดต่อความยาว (turns per unit length) โดยอาจมีหน่วยเป็นเมตร เซนติเมตร หรือนิ้ว เส้นด้ายที่มีเกลียวบิดสูงจะมีความแข็งแรงสูง เส้นด้ายจะไม่ฟูนิ่มและกินเนื้อที่น้อยลง ทำให้ผ้าดูโปร่งและจัดรูปทรงง่ายขึ้น แต่ถ้าเส้นด้ายมีเกลียวบิดที่สูงเกินไป จะทำให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายลดลง และถ้าระดับการบิดเกลียวต่ำ เส้นด้ายอาจแยกออกจากกันง่ายเมื่อมีแรงดึงสูง (วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน, 2551: 109)

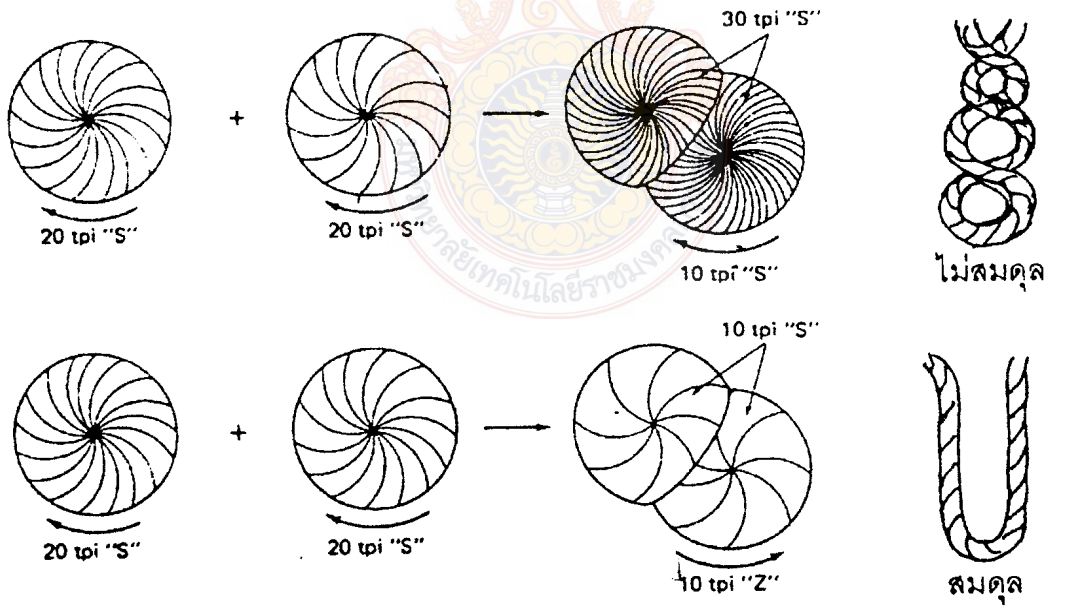
การบิดเกลียวเส้นด้ายจะเกิดแรงบิดภายในเกลียวเรียกว่า torque ทุก ๆ เกลียวจะมีแรงบิดเท่า ๆ กัน เส้นด้ายที่มีจำนวนรอบของเกลียวต่อนิ้ว(TPI) เท่ากันก็จะมีแรงบิดเท่ากัน เพราะแรง torque คิดโดยประมาณจะเกือบเท่ากับจำนวนรอบของเกลียวต่อนิ้ว แรงบิดจึงคิดจากจำนวนรอบของเกลียวต่อนิ้ว เช่น เส้นด้ายมีรอบเกลียว 10 รอบต่อนิ้ว แรงบิดจึงคิดเป็น 10 รอบต่อนิ้ว (มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 2541: 160)



ภาพที่ 2.3 แนวเกลียวภาพตัดขวาง

ที่มา: มณฑา โกเฮง, 2541: 161

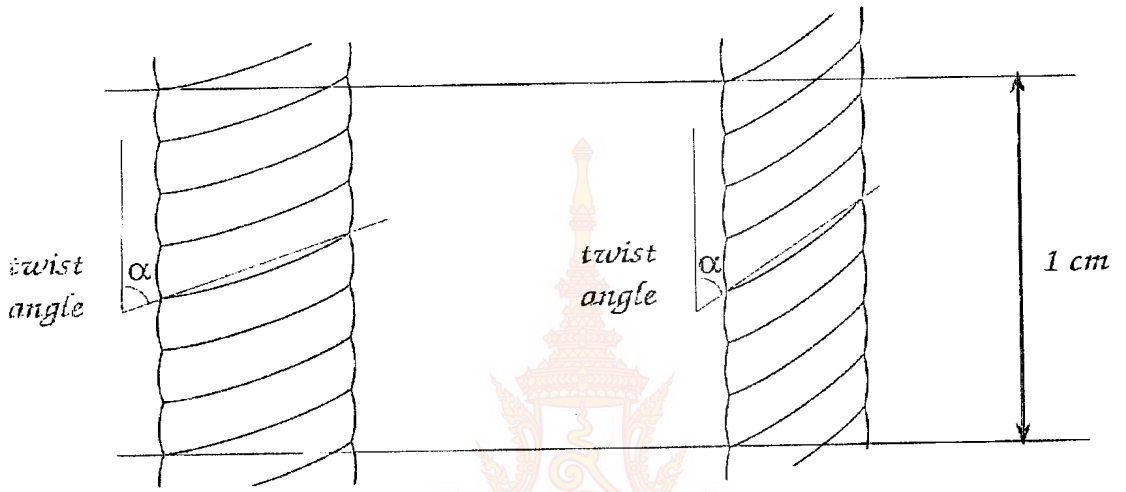
การบิดเกลียวด้ายเดี่ยวจะบิดไปในแนว S หรือ Z ก็ได้ แต่ถ้านำด้ายเดี่ยวที่บิดเกลียวแบบหนึ่งมาทำเป็นด้ายรวมจะต้องบิดเกลียวด้ายรวมในแนวต่างจากด้ายเดี่ยว จึงจะทำให้เส้นด้ายมีแรงบิดที่สมดุลตลอดเส้น เมื่อเส้นด้ายหย่อนลงจะทิ้งตัวเป็นปกติไม่บิดขดตัว ตัวอย่างเช่น การนำเส้นด้ายที่มีการบิดเกลียว 20 TPI ในแนว S 2 เส้นมารวมแล้วบิดเกลียวเข้าด้วยกันด้วยจำนวนเกลียว 10 TPI ในแนว S เช่นเดียวกัน แรงบิดภายในเกลียวของด้ายเดี่ยวแต่ละเส้นจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 30 TPI ขณะเดียวกัน ด้ายรวมจะมีแรงบิดเป็น 10 TPI ทำให้เกิดความไม่สมดุลของแรงบิด เส้นด้ายจะไม่หย่อนเป็นปกติแต่จะบิดตัวซ้อนกัน แต่ถ้านำเส้นด้ายเดี่ยวนั้นมาเข้าเกลียวด้วยจำนวนเกลียว 10 TPI ในแนว Z การบิดตัวในแนวที่ต่างจากแนวเกลียวของด้ายเดี่ยวจะทำให้คลายเกลียวด้ายเดี่ยวทั้งสองลงบ้าง จนแรงบิดภายในด้ายเดี่ยวแต่ละเส้นลดลงเหลือเท่ากับแรงบิดภายในเส้นด้ายรวมคือ 10 TPI ทำให้เกิดแรงบิดสมดุลขึ้น เมื่อหย่อนเส้นด้ายรวมก็จะทิ้งตัวเป็นห่วงตามปกติไม่ขดตัว (มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 2541: 161)



ภาพที่ 2.4 การบิดเกลียวของด้ายสมดุลและไม่สมดุล

ที่มา: มณฑา โกเฮง, 2541: 161

โดยทั่วไป การบอกระดับของเกลียวบิดจะให้ข้อมูลในระดับหนึ่ง ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับมุมของเกลียว(twist angle) เช่น เส้นด้ายขนาดใหญ่มีจำนวนเกลียว 8 เกลียวต่อ 1 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับเส้นด้ายขนาดเล็กที่มีจำนวนเกลียว 8 เกลียวต่อ 1 เซนติเมตร แต่มีมุมของเกลียวต่างกัน (วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน, 2551: 109)

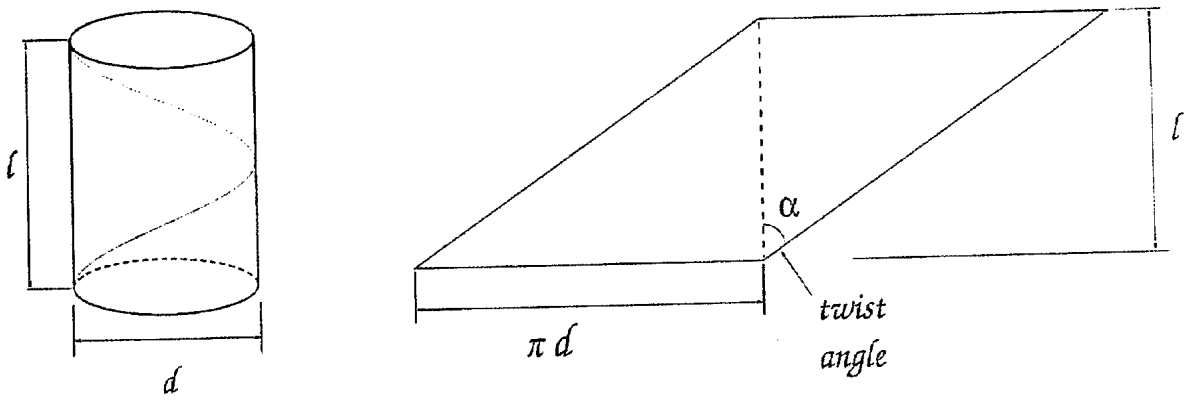


ภาพที่ 2.5 ด้ายเส้นใหญ่และด้ายเส้นเล็กที่มีระดับการบิดเกลียวเท่ากัน แต่มีมุมของเกลียวต่างกัน
ที่มา: วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน, 2551: 110

2.4 ค่าตัวประกอบของเกลียวบิด (twist factor)

(วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน, 2551: 110) กล่าวว่า มุมของเกลียวบิดเป็นตัวแปรที่สำคัญในการกำหนดลักษณะของเส้นด้าย เส้นด้ายที่มีระดับการบิดเกลียวต่ำ จะมีมุมของเกลียวต่ำด้วย ทำให้ได้เส้นด้ายที่นิ่มฟู ตรงข้ามกับเส้นด้ายที่มีมุมของเกลียวสูง จะให้เส้นด้ายที่เล็กและแข็งแรง

ภาพที่ 2.6 ความยาวของเส้นด้าย (l) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (d) และมีจำนวนเกลียวบิดสมบูรณ์ 1 เกลียว ถ้าผ่าเส้นด้ายที่ผิวด้ายที่ผิวด้านหนึ่งแล้วคลี่ออกมา จะได้สี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำให้ได้ความสัมพันธ์ดังนี้



ภาพที่ 2.6 มุมของเกลียวบิด

ที่มา: วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน, 2551: 111

$$\tan \alpha = \frac{\pi d}{l}$$

$$l = \frac{1}{\text{turn per unit length}}$$

$$d = \text{yarn diameter} = \frac{1}{28\sqrt{Ne}}$$

$$\tan \alpha = \frac{\pi \times n}{28\sqrt{Ne}}$$

$$n = \frac{\tan \alpha \times 28 \times \sqrt{Ne}}{\pi}$$

โดยที่

$$\text{twist factor} = \frac{\tan \alpha \times 28}{\pi}$$

$$\text{twist factor} = \frac{\text{turns per inch}}{\sqrt{\text{cotton count}}}$$

หรือในระบบแบบกลับ เช่น tex

$$\text{twist factor} = \text{turns per meter} \times \sqrt{\text{tex}}$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nawaz, Shahbaz, Tusief and Hassain(2006) ศึกษาพบว่า

การเพิ่มจำนวนเกลียวเข้าไปในเส้นด้ายมีผลในทางบวกต่อความแข็งแรงของเส้นด้าย แต่การเข้าเกลียวเส้นด้ายโดยที่ควบตีเกลียวเส้นด้ายควบไปในทิศทางเดียวกับเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยว เส้นด้ายที่ได้จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าการควบตีเกลียวเส้นด้ายควบไปในทิศตรงกันข้ามกับเส้นด้ายเดี่ยว

Farooq (2000) เส้นด้ายที่ควบตีเกลียวจะมีความแข็งแรงที่สุดเมื่อควบตีเกลียวในจำนวนเกลียวที่เหมาะสม

Salhotra (1989) จำนวนเกลียวที่ 50 – 60% ของจำนวนเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยว เป็นจำนวนเกลียวที่เหมาะสมในการควบตีเกลียวเส้นด้าย โดยที่ไม่ทำให้เส้นด้ายควบที่ได้เกิดการขดตัวเข้าหากัน (snarl – free)

Chattopadhyay (1997) กล่าวว่า เมื่อควบตีเกลียวเส้นด้ายไปในทิศทางตรงกันข้ามกับเส้นด้ายเดี่ยวจะทำให้ wrapped fiber หย่อนขึ้น ดังนั้นความแข็งแรงจึงลดลงเพราะเส้นใยที่หย่อนหรือหลวมตัวนี้จะไม่สามารถไปช่วยเสริมให้เส้นด้ายแข็งแรงได้ แต่การควบตีเกลียวไปในทิศทางเดียวกับเส้นด้ายเดี่ยว เส้นใยจะถูกพันแน่นขึ้น ในเริ่มแรกจะไปช่วยเสริมทำให้เส้นใยแข็งแรงขึ้น แต่ต่อมาความแข็งแรงจะลดลง เพราะจำนวนเกลียวที่มากเกินไป จะเป็นสาเหตุให้เส้นใยเกิดความเสียหาย และเกิดความอ่อนแอในโครงสร้างของตัวเอง

Jung – Whan Park (2006) ความกระด้างของเส้นด้ายจะลดลงเมื่อมุมของเกลียวเพิ่มขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติของผ้าลินินในด้านต่าง ๆ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การทดลองเบื้องต้น(Preliminary trial)

เพื่อเป็นการทดลองเบื้องต้นว่าการตีเกลียวเส้นด้ายแบบ Z on Z เมื่อนำไปทอแล้วผ้าจะมีการคืนตัวดีกว่าแบบ S on Z ดังเช่นผ้าขนสัตว์หรือไม่ จึงได้มีการทดลองเบื้องต้นโดยใช้เส้นด้ายลินินเส้นเดี่ยวเบอร์ 21 Ne มาตีเกลียวกันใน 2 รูปแบบ และนำไปทำเป็นเส้นด้ายพุ่ง คือ

S on Z 6 เกลียว/นิ้ว

Z on Z 6 เกลียว/นิ้ว

นำเส้นด้ายทั้ง 2 แบบไปทอโดยใช้เส้นด้ายยืนฝ้ายเบอร์ 20 Ne ผลจากการทอพบว่าผ้าทอจากเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ Z on Z ผ้าจะมีรอยยับที่ใหญ่กว่าเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ S on Z (ทำการทดสอบเบื้องต้นด้วยการบีบผ้าด้วยมือแล้วคลายออก) แต่ผิวสัมผัสของผ้าที่ใช้ด้ายแบบ Z on Z จะไม่เรียบสม่ำเสมอเท่ากับเส้นด้ายแบบ S on Z

ซึ่งจากผลการทดลองเบื้องต้นอาจพอสรุปได้ว่าเส้นด้ายแบบ Z on Z จะให้การคืนตัวดีกว่า S on Z ส่วนผิวสัมผัสที่ไม่เรียบอาจเกิดจากจำนวนเกลียวที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการวิจัยในเชิงลึกจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงระดับเกลียวที่เหมาะสมต่อไป

3.2 ตรวจสอบคุณสมบัติของเส้นด้ายลินินที่นำมาวิจัย

3.2.1 ตรวจสอบจำนวนเกลียวของเส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne ที่นำมาวิจัย

จากเส้นด้ายที่จะนำมาทำการทดสอบ เป็นเส้นด้ายลินิน เบอร์ 21 Ne นำมาทดสอบจำนวนเกลียว โดยการสุ่มตัวอย่างเส้นด้ายมา 6 ตัวอย่าง ในแต่ละตัวอย่างทำการทดสอบจำนวน

เกลียว 10 ครั้ง แล้วนำมาคำนวนหาค่าเฉลี่ยเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยว โดยใช้เครื่องทดสอบเกลียวยี่ห้อ Zweigle ได้ค่าดังตารางที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 เครื่องทดสอบจำนวนเกลียวของเส้นด้าย

ตารางที่ 3.1 ค่าจำนวนเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยว

ลำดับ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6
1	10.9	11.9	13.3	14.8	14.4	13.7
2	10.0	12.2	12.8	14.6	14.0	12.5
3	12.1	12.4	12.6	15.1	14.8	12.6
4	11.0	11.8	13.0	14.7	15.2	14.0
5	11.2	12.8	12.5	12.8	12.0	12.6
6	11.6	10.0	13.0	13.6	12.8	13.4
7	12.0	12.1	13.5	14.7	11.9	15.2
8	11.6	10.0	16.3	14.1	13.3	15.8
9	11.8	10.0	15.1	13.8	11.6	14.0
10	12.0	12.3	13.8	12.7	13.6	14.3
เฉลี่ย	**11.42**	**11.55**	**13.58**	**14.08**	**13.36**	**13.81**

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3.2.2 ทดสอบความแข็งแรง และ ร้อยละการยืดตัวของเส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne

การทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย(Tenacity) คือค่าแรงดึงขาดเส้นด้ายต่อหน่วยความหนาแน่นในเชิงเส้นตรง ค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายโดยทั่วไปจะอยู่ในหน่วยของเซ็นตินิวตัน/เท็กซ์ (cN/tex) โดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D2256 (Tensile Properties of Yarns by the Single – Strand Method) ในการทดสอบ ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Tensile Strength Tester ยี่ห้อ JJ Instruments รุ่น TSK ดังภาพที่ 3.2 ซึ่งจะดึงให้เส้นด้ายยืดตัวจนขาดด้วยอัตรความเร็วคงที่ ค่าที่ได้จะเป็นค่าแรงดึงขาด(breaking load) คือแรงที่ใช้ดึงให้เส้นด้ายขาด มีหน่วยเป็น นิวตัน และค่าการยืดตัวขณะขาด(breaking extension) ซึ่งเป็นความยาวของเส้นด้ายที่ยืดตัวออกไปจากเดิมจนกระทั่งเส้นด้ายขาด ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหาค่าการยืดตัว(%elongation) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้าย(cN/tex) โดยใช้สูตร

$$\text{ค่าการยืดตัว (\%elongation)} = \frac{\text{ค่าการยืดตัวขณะขาด (mm)}}{\text{ความยาวที่ใช้ในการทดสอบ (mm)}} \times 100$$

$$\text{ค่าความแข็งแรงของเส้นด้าย (cN/tex)} = \frac{\text{ค่าแรงดึงขาด (นิวตัน)}}{\text{เบอร์เส้นด้าย (Tex)}} \times 100$$

ภาพที่ 3.2 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย

ตารางที่ 3.2 ค่าการยืดตัว และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne

ลำดับ	ค่าการยืดตัว (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	1.40	11.16
2	2.00	18.29
3	1.80	18.01
4	1.80	10.59
5	2.20	16.24
6	2.20	16.20
7	1.60	13.58
8	2.00	13.76
9	2.00	17.57
10	2.60	23.15
11	1.60	10.12
12	1.60	11.27
13	2.00	13.83
14	2.40	18.58
15	2.20	15.59
16	2.20	15.77
17	2.00	12.64
18	2.00	13.25
19	2.80	21.71
20	2.00	13.07

ตารางที่ 3.2 ค่าการยืดตัว และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne (ต่อ)

ลำดับ	ค่าการยืดตัว (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
Min	1.40	10.12
Mean	2.02	15.22
Max	2.80	21.71

3.2.3 ทดสอบคุณสมบัติของเส้นด้ายด้วยเครื่อง Uster 5 โดยค่าที่อ่านได้มี ดังต่อไปนี้

U% เป็นค่าความเบี่ยงเบนเฉลี่ยของเส้นด้ายเป็นปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงถึงความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้าย

Thin – 50% / km คือ จำนวนตำหนิที่มีความยาวน้อยกว่า 8 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า – 50% ของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเส้นด้ายปกติในความยาว 1 กิโลเมตร

Thick + 50% /km คือ จำนวนตำหนิที่มีความยาวน้อยกว่า 8 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า + 50% ของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเส้นด้ายปกติในความยาว 1 กิโลเมตร

ค่า Neps +200% คือ จำนวนตำหนิที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 4 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตำหนิโตกว่า 200% ของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเส้นด้ายปกติในความยาวเส้นด้าย 1 กิโลเมตร

ค่า Hairiness คือ ค่าความยาวรวมของขนที่โผล่พ้นจากลำตัวของเส้นด้ายต่อความยาวเส้นด้าย 1 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.3 ค่าคุณสมบัติของเส้นด้าย

	U%	Thin - 50%/km	Thick +50%/km	Neps +200%/km	Hair (cm)
Mean	24.57	4368	3661	5339	2.63
CV	2.6	7.3	5.9	4.7	2.2

3.3 การกำหนดโครงสร้างผ้า

3.3.1 เบอร์ด้ายยืนของเส้นด้ายลินิน จากโครงสร้างเดิมที่มีการผลิตจำหน่ายคือ ลินิน เบอร์ 11 Ne ซึ่งในการวิจัยนี้จะเป็นการใช้เส้นด้ายควบตีเกลียว เพื่อดูผลของเกลียวต่อการคืนตัวของผืนผ้า จึงได้เลือกใช้เส้นด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne เพื่อที่จะได้ใกล้เคียงกับโครงสร้างเดิมที่มีการผลิตจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน

3.3.2 จำนวนเกลียว

จากการที่ได้นำเส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne มาควบตีเกลียว 2 เส้น แบบ S on Z ที่ระดับเกลียวต่างกันคือที่ 4, 6, 8, 10, 12 เกลียว/นิ้ว พบว่าที่ระดับ 6 เกลียว/นิ้ว เส้นด้ายมีความสมดุลของเกลียวเหมาะสมที่สุด โดยเมื่อหย่อนเส้นด้ายลงแล้วเส้นด้ายเกิดการทิ้งตัวเป็นปกติไม่ขดตัว ดังนั้นจึงได้เลือกที่ระดับ 6 เกลียว/นิ้ว มาทำเป็นเส้นด้ายยืนในการทอ

3.3.3 จำนวนเกลียวเส้นด้ายพุ่ง

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ใช้ด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne ทำเป็นเส้นด้ายพุ่ง เช่นเดียวกันด้ายยืน แต่ได้มีการกำหนดจำนวนเกลียวไว้ 2 แบบ คือ S on Z และ Z on Z

ตารางที่ 3.4 จำนวนเกลียวและค่า twist factor ของเส้นด้ายพุ่ง

ลำดับ	S on Z	Twist factor	Z on Z	Twist factor
1	4	1.23	4	1.23
2	6	1.85	6	1.85
3	8	2.47	8	2.47
4	10	3.09	10	3.09
5	12	3.70	12	3.70

3.3.4 ทดสอบจำนวนเกลียวของเส้นด้ายควบตีเกลียว

ทดสอบจำนวนเกลียวของเส้นด้ายควบตีเกลียว โดยใช้เครื่องทดสอบเกลียว Zweigle

ตารางที่ 3.5 จำนวนเกลียวต่อนิ้วโดยเฉลี่ยของเส้นด้ายตีเกลียว S on Z เบอร์ 21/2 Ne

ลำดับ	TPI = 4	TPI = 6	TPI = 8	TPI = 10	TPI = 12
1	4.70	5.20	7.70	9.80	11.80
2	4.10	5.60	7.70	10.10	12.40
3	4.60	5.80	7.80	9.60	11.80
4	4.50	6.20	8.50	10.00	11.20
5	4.30	6.20	8.10	9.60	11.10
6	4.10	5.00	8.20	10.80	10.80
7	4.30	5.80	8.80	10.40	11.60
8	3.80	5.60	7.20	10.00	12.50
9	3.60	5.30	8.80	11.30	12.40

ตารางที่ 3.5 จำนวนเกลียวต่อนิ้วโดยเฉลี่ยของเส้นด้ายตีเกลียว S on Z เบอร์ 21/2 Ne(ต่อ)

ลำดับ	TPI = 4	TPI = 6	TPI = 8	TPI = 10	TPI = 12
10	4.10	5.20	8.70	10.40	12.00
Min	3.60	5.00	7.20	9.60	10.80
Mean	**4.21**	**5.59**	**8.15**	**10.20**	**11.76**
Max	4.70	6.20	8.80	11.30	12.50

ตารางที่ 3.6 จำนวนเกลียวต่อนิ้วโดยเฉลี่ย ของเส้นด้ายตีเกลียว Z on Z เบอร์ 21/2 Ne

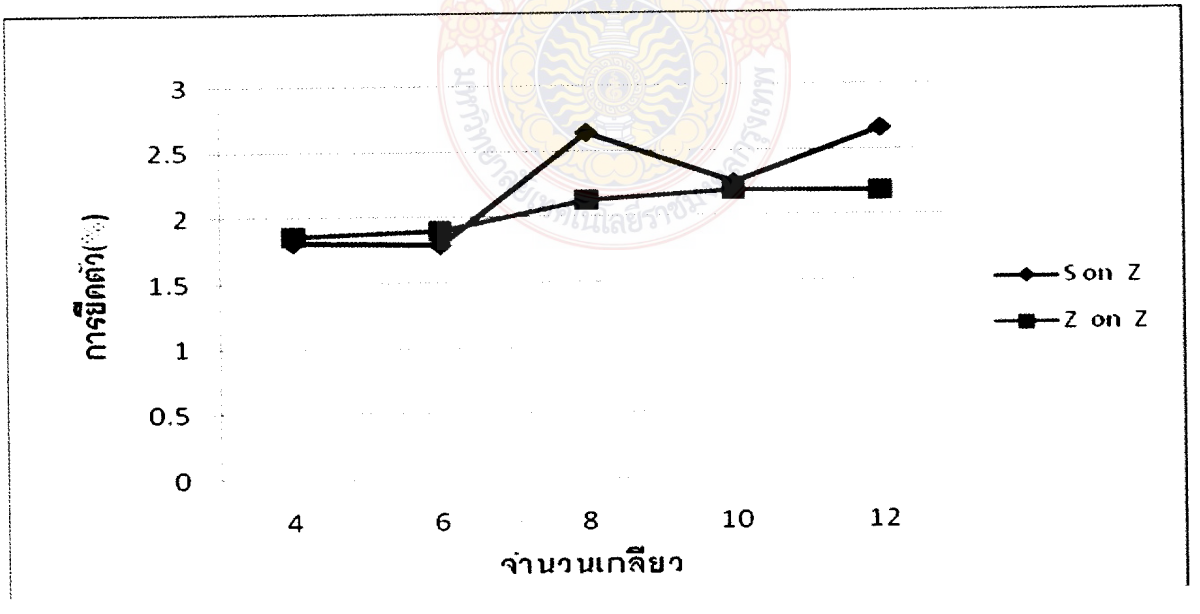
ลำดับ	TPI = 4	TPI = 6	TPI = 8	TPI = 10	TPI = 12
1	4.30	6.20	8.70	10.70	12.30
2	3.70	6.00	8.50	11.20	13.30
3	3.20	6.30	6.90	10.50	11.60
4	4.20	6.60	8.40	10.80	12.00
5	4.00	6.00	7.80	10.20	12.00
6	3.30	6.60	8.90	10.20	12.10
7	3.60	6.40	7.90	10.10	11.80
8	3.70	5.60	7.80	10.60	12.60
9	4.10	5.30	7.20	11.00	13.60
10	4.30	6.80	8.80	10.30	12.20
Min	3.20	5.30	6.90	10.10	11.60
Mean	**3.84**	**6.18**	**8.09**	**10.56**	**12.35**
Max	4.30	6.60	8.90	11.20	13.60

3.3.5 ทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย

ทำการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายควบตีเกลียว

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบค่าการยืดตัว (%) ของเส้นด้ายเกลียว S on Z และ Z on Z

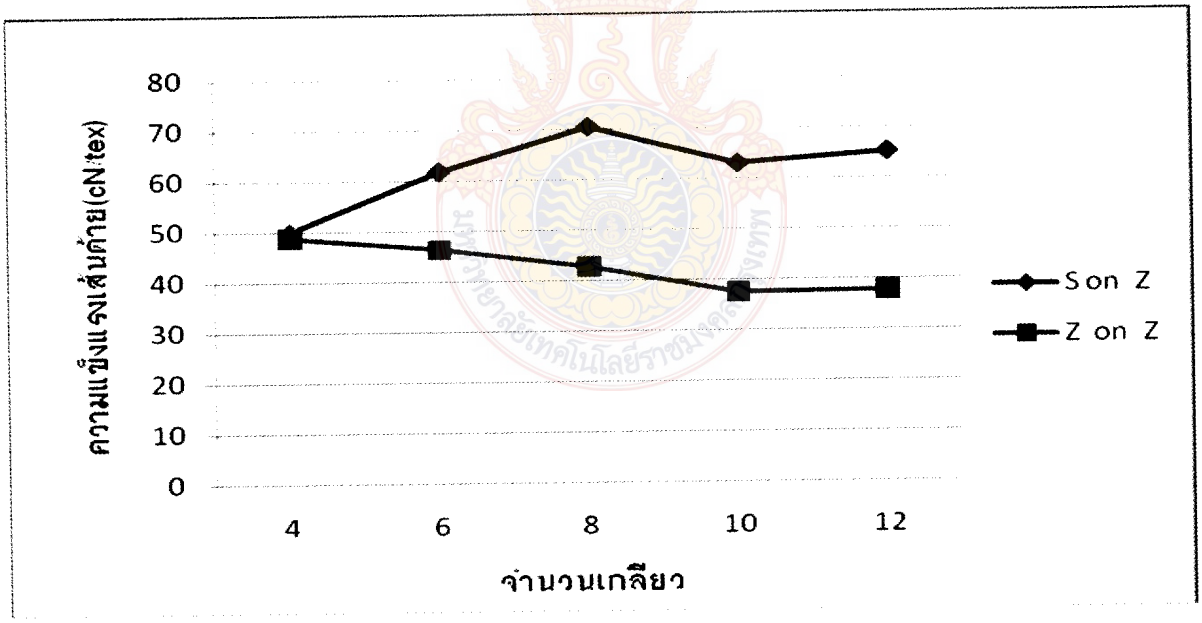
จำนวนเกลียว	ค่าการยืดตัว (%)	
	S on Z	Z on Z
4	1.81	1.86
6	1.79	1.95
8	2.64	2.13
10	2.25	2.20
12	2.66	2.19



ภาพที่ 3.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการยืดตัว(%elongation) และ ชนิดของเกลียว

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรง (cN/tex) ของเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

จำนวนเกลียว	ค่าความแข็งแรง (cN/tex)	
	S on Z	Z on Z
4	49.81	48.71
6	61.71	46.23
8	70.29	42.65
10	62.88	37.45
12	65.08	37.66



ภาพที่ 3.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของเส้นด้าย (cN/tex) และ ชนิดของเกลียว

3.3.6 กำหนดความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง

3.3.6.1 ความถี่เส้นด้ายยืน ได้อ้างอิงจากโครงสร้างเดิม คือ 40 เส้น / นิ้ว

3.3.6.2 ความถี่เส้นด้ายพุ่ง 35 เส้น / นิ้ว

3.4 กระบวนการทอผ้า

กระบวนการทอผ้า ประกอบด้วยขั้นตอน การสืบเส้นด้ายยืน การลงแป้งเส้นด้ายยืน และการทอผ้า ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดโครงสร้างผ้าไว้ดังนี้

โครงสร้างผ้า 49" $\frac{\text{linen 21/2 Ne X linen 21/2 Ne}}{\text{40 X 35}}$

3.4.1 การสืบเส้นด้ายยืน (Warping)

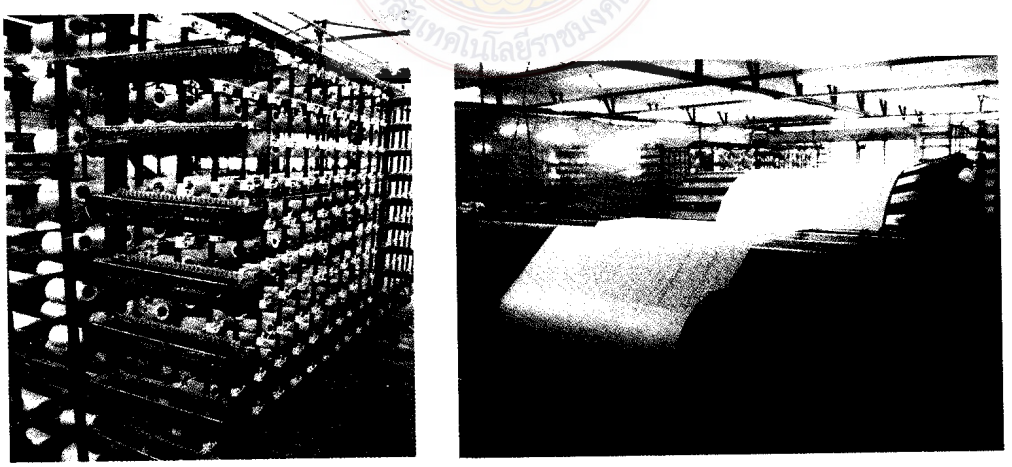
ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการสืบด้ายแบบ Sectional Warping โดยใช้เครื่องสืบเส้นด้ายยืนของ OKUI IRON WORK รุ่น AG-AVII

ความเร็วรอบ : 60 รอบ / นาที

จำนวนเส้นด้ายยืน : 1900 เส้น

จำนวนบีม : 1 บีม

ความยาวเส้นด้ายยืน : 300 หลา



ภาพที่ 3.5 เครื่องสืบเส้นด้ายยืน

3.4.2 การลงแป้งเส้นด้ายยืน (Warp Sizing)

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืนของ Sucker รุ่น LC 3

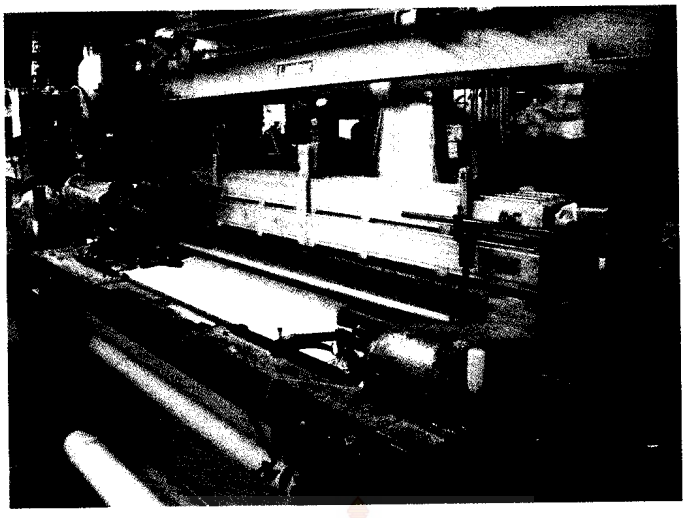
จำนวนอ่างลงแป้ง	:	1 อ่าง
ความเร็ว	:	17 หลา/นาที
แรงกด	:	450 ปอนด์/ตารางนิ้ว

ภาพที่ 3.6 เครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน

3.4.3 การทอผ้า

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องทอผ้าเรเปียร์(Rapier) ของ Ishikawa รุ่น 727

หน้ากว้างฟันหวี	:	50 นิ้ว
เบอร์ฟันหวี	:	38 #
ความเร็วรอบ	:	220 รอบ/นาที



ภาพที่ 3.7 เครื่องทอผ้า

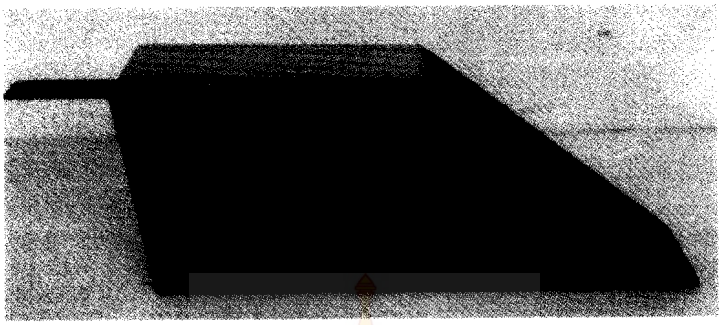
3.5 **ทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า** (Wrinkle Recovery of Fabric)

เป็นการทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผ้าซึ่งดูจากมุมของการคืนตัวของผ้า โดยอ้างอิงมาตรฐาน AATCC 66 – 2003 (Wrinkle Recovery of Woven Fabrics: Recovery Angle)

ภาพที่ 3.8 Wrinkle Recovery Angle Tester

3.6 ทดสอบความกระด้างของผ้า(stiffness)

เป็นการทดสอบหาค่าความยาวโค้งงอ (Bending length) ของผืนผ้า อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM D 1388 – 07a (Stiffness of Fabric)



ภาพที่ 3.9 Cantilever Bending Tester

3.7 ทดสอบแรงดึงขาดของผ้า(Tensile Strength)

เป็นการทดสอบหาความแข็งแรงของผ้า โดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 5035 – 06 (Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics(Strip Method)) โดยทำการทดสอบด้วยเครื่อง Tensile Testing Machine

ภาพที่ 3.10 Tensile Testing Machine

3.8 ทดสอบความต้านแรงฉีกขาดของผ้า(Tearing Strength)

เป็นการทดสอบหาแรงต้านต่อการฉีกขาดของผ้า ตามมาตรฐาน ASTM D 2261 – 96 (Tearing Strength of Fabrics by the Tongue (Single Rip) Procedure (Constant – Rate – of – Extension Tensile Testing Machine)) โดยทำการทดสอบด้วยเครื่อง Tensile Testing Machine

3.9 ทดสอบความคงทนต่อการขัดถู(Abrasion Resistance)

เป็นการทดสอบหาความคงทนของผ้าต่อการขัดถู ตามมาตรฐาน ASTM D 4966 – 98 (Abrasion Resistance of Textile Fabric(Martindale Abrasion Tester Method)) ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Nu – Martindale abrasion and Pilling Tester โดยใช้น้ำหนักและแรงกดทับ 9 กิโลปาสคาล

ภาพที่ 3.11 เครื่อง Nu – Martindale abrasion and Pilling Tester

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

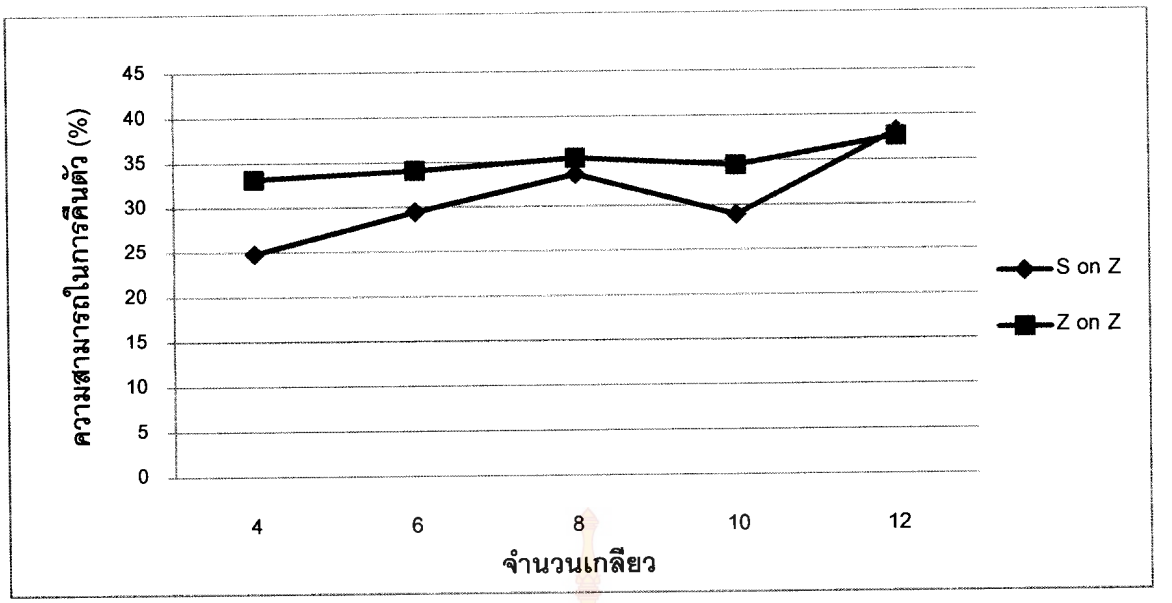
การศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติของผ้าในด้านต่างๆ โดยทำการตีเกลียวเส้นด้ายทั้งหมด 5 ระดับ คือ 4, 6, 8, 10, 12 เกลียว ทั้งเกลียว S on Z และ Z on Z และได้นำมาทดสอบสมบัติของผ้าในด้านต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

4.1 ทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า (Wrinkle Recovery of Fabric)

เป็นการทดสอบความสามารถในการคืนตัวจากรอยยับซึ่งดูจากมุมของการคืนตัวของผ้า โดยอ้างอิงมาตรฐาน AATCC 66 – 2003 (Wrinkle Recovery of Woven Fabrics: Recovery Angle) ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคืนตัว (%) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน

จำนวนเกลียว	ความสามารถในการคืนตัว (%)		เปรียบเทียบความสามารถในการคืนตัวระหว่าง Z on Z และ S on Z (%)
	S on Z	Z on Z	
4	24.81	33.15	33.62
6	29.45	34.07	15.69
8	33.52	35.37	5.52
10	28.89	34.44	19.21
12	38.15	37.59	-1.65

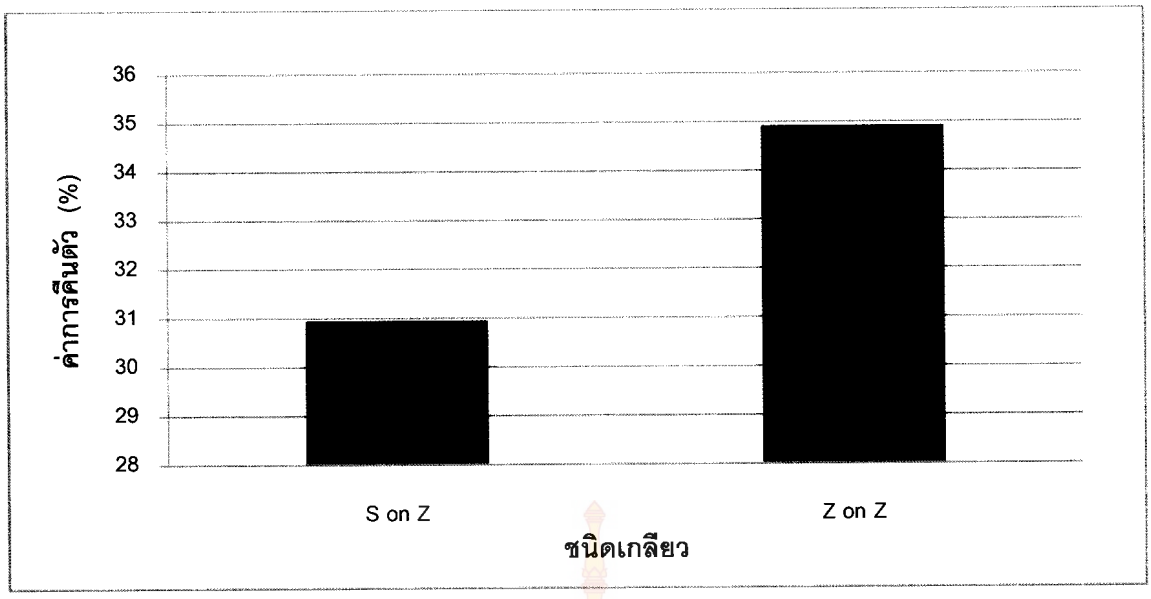


ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคืนตัว (%) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

จากการทดสอบ พบว่า จำนวนเกลียวที่เพิ่มขึ้น ความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้าจะสูงขึ้นด้วย โดยจำนวนเกลียวที่เท่ากันผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีความสามารถในการคืนตัวได้ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ยกเว้นที่จำนวนเกลียว 12 เกลียว/นิ้ว ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีความสามารถในการคืนตัวต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 1.65% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการคืนตัวของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z และ S on Z แล้ว จะได้ค่าดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความสามารถในการคืนตัว(%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

ชนิดเกลียว	ค่าเฉลี่ยการคืนตัว (%)
S on Z	30.96
Z on Z	34.92



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความสามารถในการคืนตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าความสามารถในการคืนตัวดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 12.79% ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าความสามารถในการคืนตัวที่เพิ่มขึ้น(\%)} = \frac{34.92 - 30.96}{30.96} \times 100$$

$$= 12.79\ \%$$

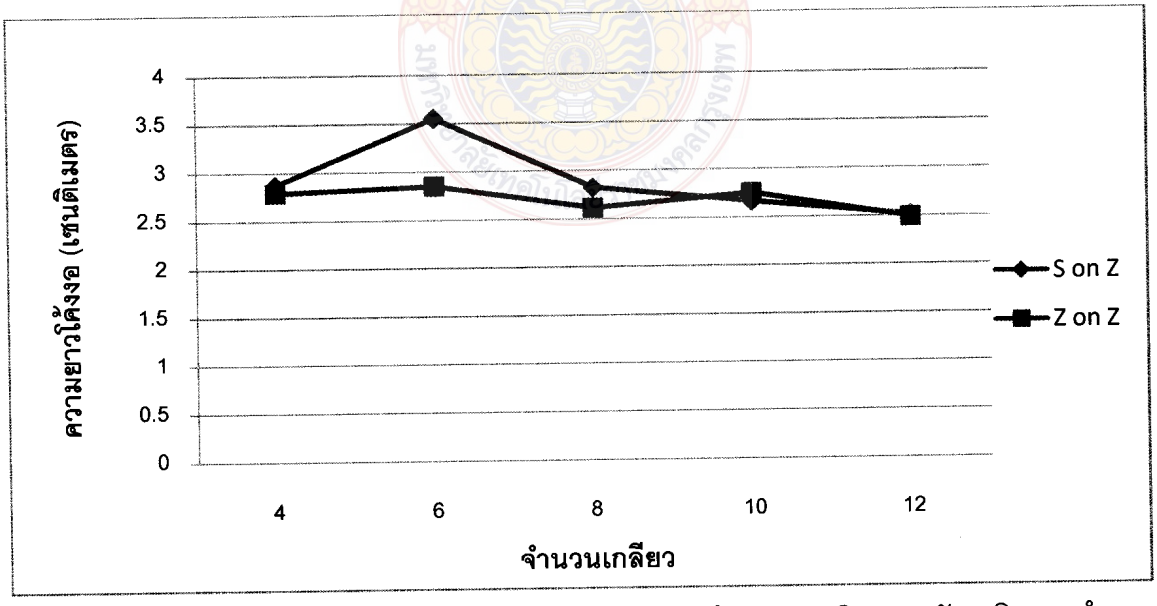
การที่ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีความสามารถในการคืนตัวดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z เนื่องมาจากแรงบิดที่เกิดภายในเส้นด้ายของเกลียว Z on Z มีมากกว่าเกลียว S on Z ในจำนวนเกลียวที่เท่ากัน เพราะในเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ Z on Z เป็นการนำเส้นด้ายสองเส้นมาควบตีเกลียวกันในทิศทางเดียวกับเส้นด้ายเดี่ยว ทำให้เกิดการบิดของเส้นด้ายไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด แรงบิดที่เกิดขึ้นจึงมากกว่าเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ S on Z

4.2 ทดสอบความกระด้างของผ้า(Stiffness)

เป็นการทดสอบหาค่าความยาวโค้งงอ (Bending length) ของผืนผ้า อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM D 1388 – 07a (Stiffness of Fabric) ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน

จำนวนเกลียว	ความยาวโค้งงอ (เซนติเมตร)		เปรียบเทียบค่าความยาวโค้งงอระหว่าง Z on Z และ S on Z (%)
	S on Z	Z on Z	
4	2.87	2.79	-2.79
6	3.55	2.85	-19.72
8	2.82	2.61	-7.45
10	2.66	2.75	3.38
12	2.51	2.49	-0.80



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยาวโค้งงอ (เซนติเมตร) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

การทดสอบหาค่าความยาวโค้งงอ ค่าที่ได้จะแสดงถึงความกระด้างของผืนผ้า โดยค่าที่ได้ถ้ายิ่งมีค่าสูง จะแสดงว่าผ้านั้นยิ่งมีความกระด้างมาก ซึ่งจากการทดสอบ พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ที่จำนวนเกลียวต่างกัน ค่าความกระด้างของผ้านั้นไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ยิ่งจำนวนเกลียวเพิ่มขึ้น ค่าความกระด้างของผ้านั้นจะยิ่งลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากน้ำหนักของผ้าที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนเกลียว โดยเมื่อจำนวนเกลียวเพิ่มขึ้นน้ำหนักของเส้นด้ายต่อพื้นที่ก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นไปด้วย

โดยจำนวนเกลียวที่เท่ากันผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าความกระด้างของผ้าน้อยกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ยกเว้นที่จำนวนเกลียว 10 เกลียว / นิ้ว ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าความกระด้างของผ้ามากกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 3.38%

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอของผืนผ้า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z แสดงว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีความกระด้างน้อยกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ดังตารางที่ 4.4

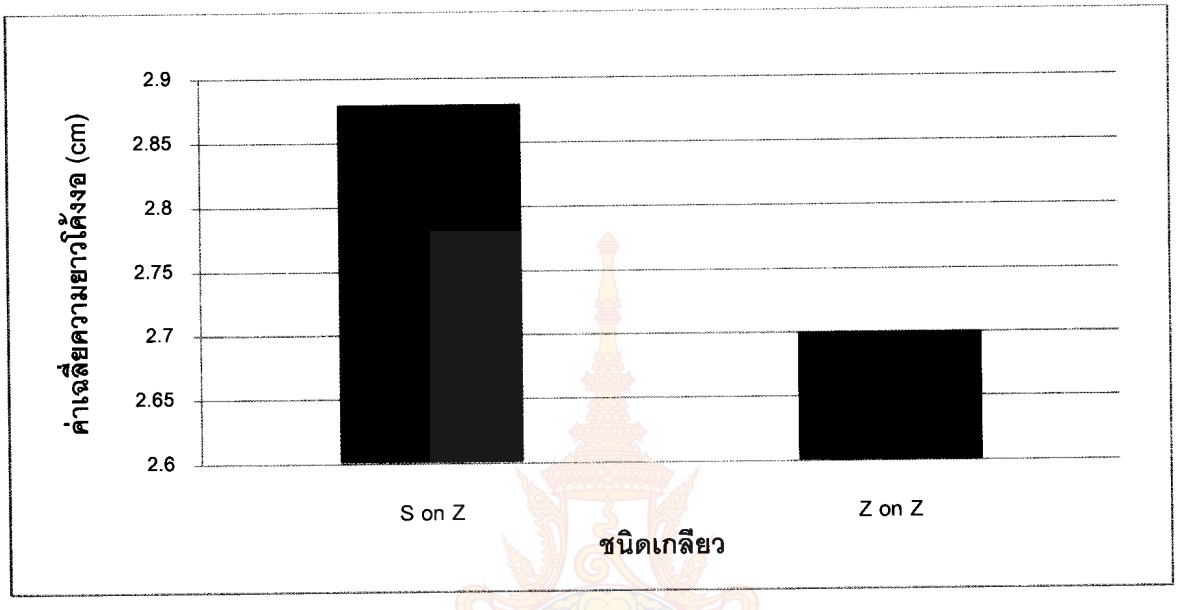
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอ (cm) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

ขนิดเกลียว	**ค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอ** (cm)
S on Z	2.88
Z on Z	2.70

จากตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีค่าเฉลี่ยความโค้งงอน้อยกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 6.25% ซึ่งคำนวณได้จาก

ค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอที่ลดลง (%) = $\frac{2.70 - 2.88}{2.88}$ X 100

= - 6.25%



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งงอ (cm) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

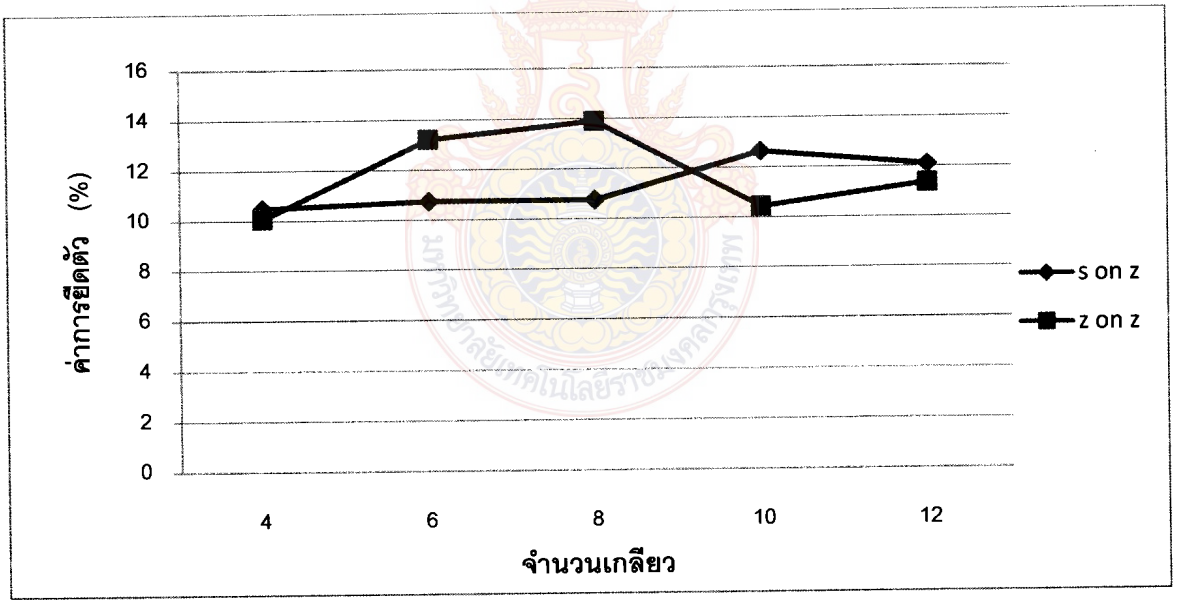
ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีความสามารถในการคืนตัวดีกว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ซึ่งส่งผลถึงความกระด้างของผืนผ้า โดยในผ้าที่มีความสามารถในการคืนตัวดี ความกระด้างของผืนผ้าก็จะยิ่งน้อย

4.3 ทดสอบแรงดึงขาดของผ้า(Tensile Strength)

เป็นการทดสอบหาการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้า (นิวตัน) โดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 5035 – 06 (Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip Method)) ได้ผลดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าการยืดตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน

จำนวนเกลียว	ค่าการยืดตัว (%)		เปรียบเทียบค่าการยืดตัว ระหว่าง Z on Z และ S on Z (%)
	S on Z	Z on Z	
4	10.487	10.060	-4.07
6	10.743	13.207	22.94
8	10.747	13.889	29.24
10	12.628	10.436	-31.89
12	12.089	11.352	-6.10



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการยืดตัว (%) ของผืนผ้า กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

จากผลการศึกษา พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ที่จำนวนเกลียวเพิ่มขึ้น จะมีค่าร้อยละของการยืดตัวเพิ่มขึ้น ส่วนในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ผ้าจะมีค่าร้อยละของการยืดตัวเพิ่มขึ้น จนถึงที่ 10 เกลียว / นิ้ว ค่าร้อยละของการยืดตัวจะลดลง อาจเนื่องมาจากค่าของแรงบิดของเกลียวที่ไม่สมดุลกัน

โดยที่จำนวนเกลียวที่เท่ากันผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 และ 8 เกลียว/นิ้ว จะมีค่าการยืดตัวของผ้ามากกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 22.94% และ 29.24% ตามลำดับ และที่จำนวนเกลียว 4, 10 และ 12 เกลียว / นิ้ว ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าการยืดตัวของผ้าน้อยกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 4.07%, 31.89% และ 6.10% ตามลำดับ

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยืดตัวของผืนผ้า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าเฉลี่ยการยืดตัวสูงกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ดังตารางที่ 4.6

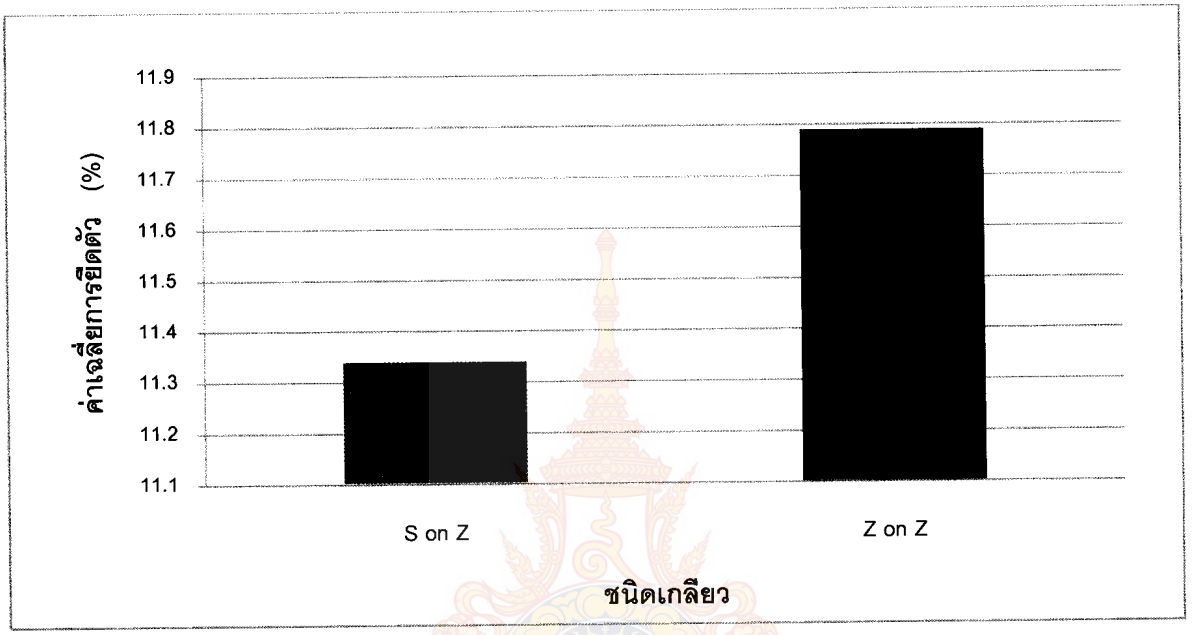
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยืดตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

ชนิดเกลียว	ค่าเฉลี่ยการยืดตัว(%)
S on Z	11.34
Z on Z	11.79

จากตารางที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละการยืดตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีค่าเฉลี่ยของการยืดตัวสูงกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 3.97% ซึ่งคำนวณได้จาก

ค่าเฉลี่ยการยืดตัวที่เพิ่มขึ้น (%) = $\frac{11.79 - 11.34}{11.34} \times 100$

= 3.97%



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยืดตัว (%) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

จากตารางที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละการยืดตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีค่าเฉลี่ยของการยืดตัวสูงกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 3.97% ซึ่งคำนวณได้จาก

ค่าเฉลี่ยการยืดตัวที่เพิ่มขึ้น (%) = $\frac{11.79 - 11.34}{11.34} \times 100$

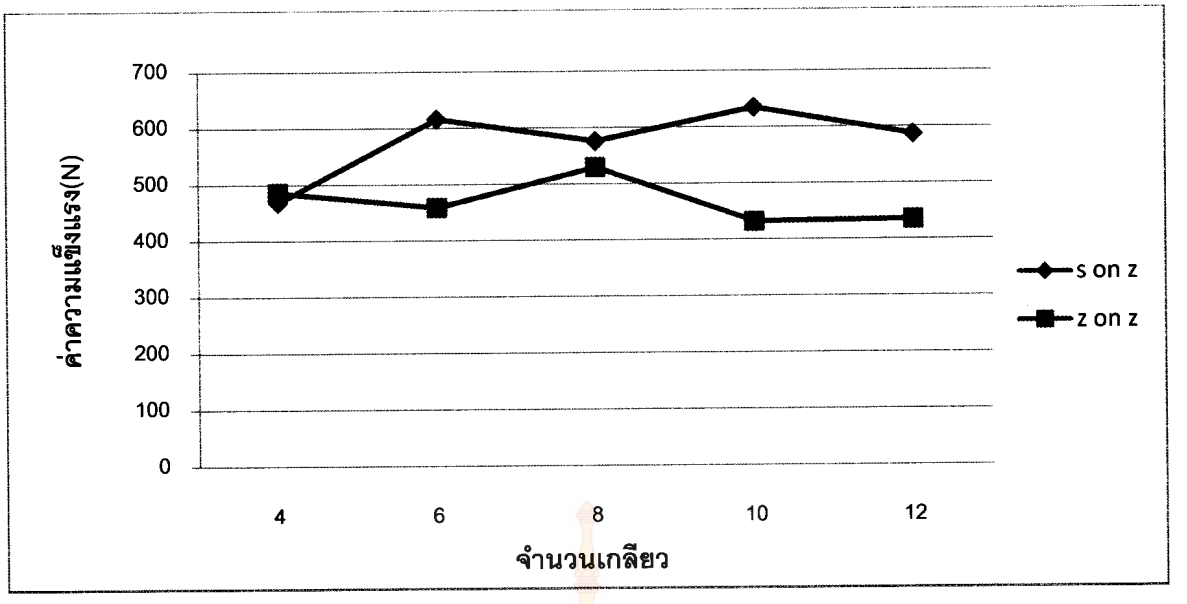
= 3.97%

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรง (นิวตัน) ของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน

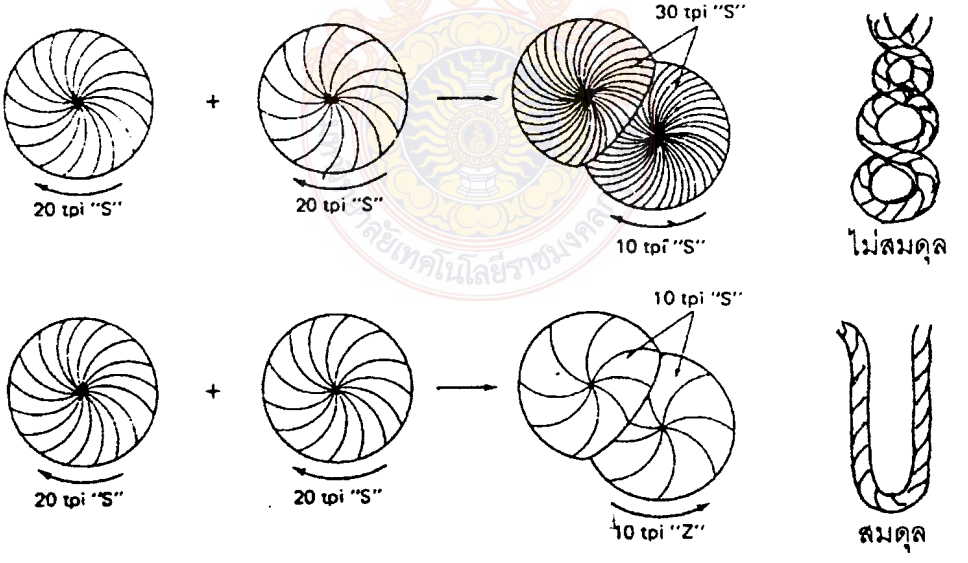
จำนวนเกลียว	ค่าความแข็งแรง (นิวตัน)		เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงระหว่าง Z on Z และ S on Z (%)
	S on Z	Z on Z	
4	468.124	485.492	3.71
6	615.184	458.428	-1.81
8	574.978	529.050	-7.99
10	633.288	431.322	-31.89
12	585.940	435.008	-25.76

จากผลการศึกษา พบว่า ในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z จำนวนเกลียวที่เพิ่มขึ้นจะยิ่งเพิ่มความแข็งแรงให้กับผืนผ้า ส่วนในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ในจำนวนเกลียวที่เพิ่มมากขึ้น ความแข็งแรงกลับยิ่งลดลง อาจเนื่องมาจากค่าของแรงบิดเกลียวของเส้นด้ายไม่สมดุลหรืออาจเกิดแรงบิดมากเกินไป ทำให้เส้นใยภายในเกิดความเสียหาย ดังภาพที่ 4.8 ดังนั้นผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จึงมีความแข็งแรงต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z

โดยที่จำนวนเกลียวที่เท่ากันผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าความแข็งแรงของผ้าน้อยกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ยกเว้นที่จำนวนเกลียว 4 เกลียว / นิ้ว ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าความแข็งแรงของผ้ามากกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 3.71%



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของผืนผ้า กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

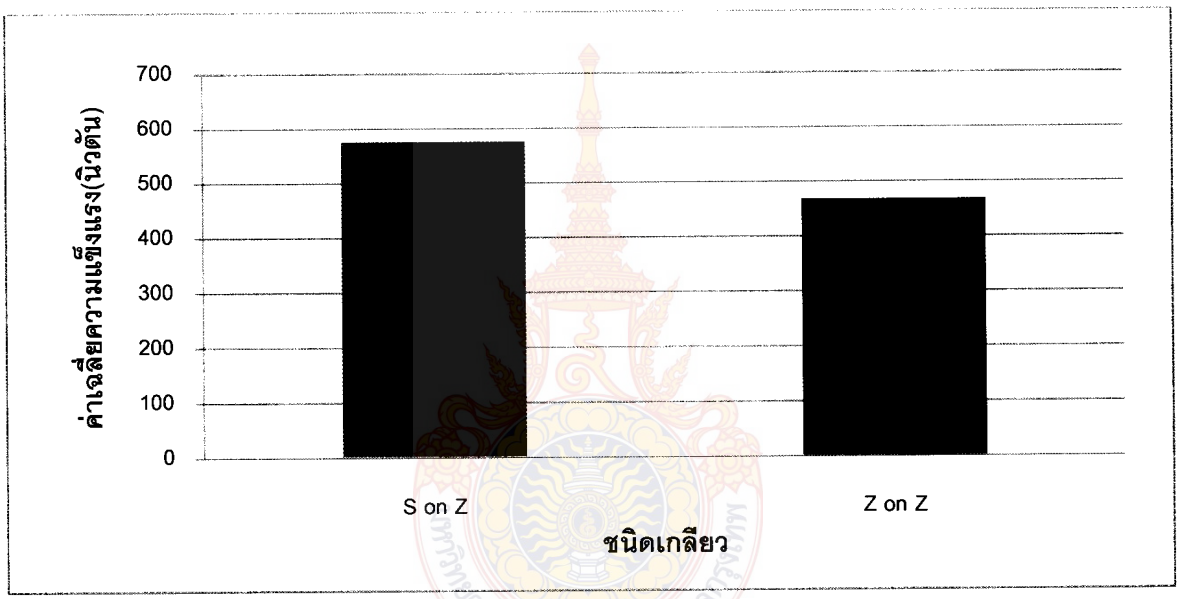


ภาพที่ 4.8 การบิดเกลียวของด้ายสมดุลและไม่สมดุล

ที่มา: มณฑา โกเฮง, 2541: 161

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

ชนิดเกลียว	ค่าเฉลี่ยความแข็งแรง (นิวตัน)
S on Z	575.50
Z on Z	467.86



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 18.70% ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงที่ลดลง (\%)} = \frac{467.86 - 575.50}{575.50} \times 100$$

$$= -18.70\%$$

4.4 ทดสอบความต้านแรงฉีกขาดของผ้า(Tearing Strength)

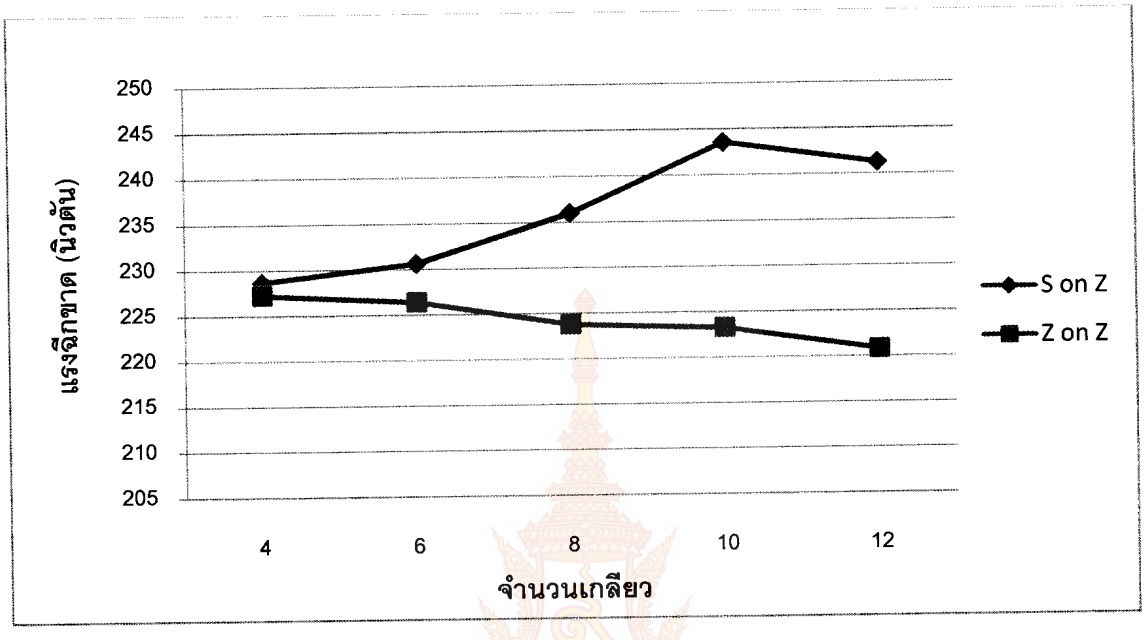
เป็นการทดสอบหาแรงต้านต่อการฉีกขาดของผ้า ตามมาตรฐาน ASTM D 2261 – 96 (Tearing Strength of Fabrics by the Tongue (Single Rip) Procedure (Constant – Rate – of – Extension Tensile Testing Machine)) ได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าแรงฉีกขาดของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน

จำนวนเกลียว	แรงฉีกขาด (นิวตัน)		เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงระหว่าง Z on Z และ S on Z (%)
	S on Z	Z on Z	
4	228.65	227.92	-0.61
6	230.60	226.00	-1.81
8	235.95	223.80	-5.15
10	243.55	223.28	-8.32
12	241.25	220.85	-8.46

จากผลการศึกษา พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ใช้แรงในการฉีกขาดของผ้าน้อยกว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ในทุก ๆ จำนวนเกลียว โดยในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z แรงที่ใช้ในการฉีกขาดของผ้าลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อจำนวน

เกลียวเพิ่มมากขึ้น ส่วนในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z แรงที่ใช้ในการฉีกขาดของผ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มจำนวนเกลียวมากขึ้น



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉีกขาด(นิวตัน) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

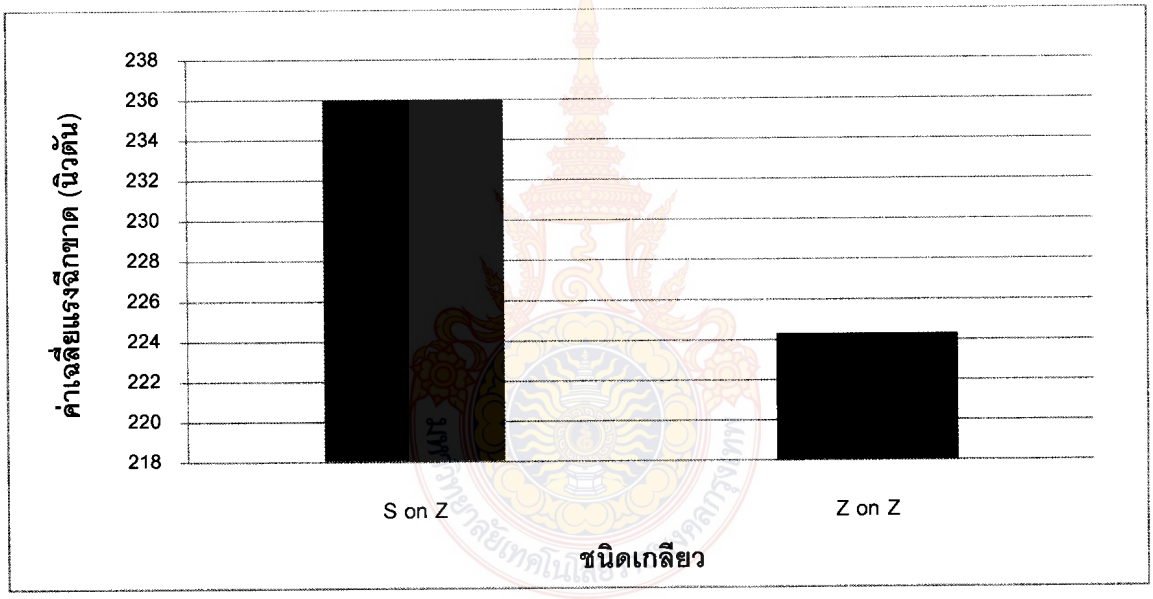
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

ชนิดเกลียว	ค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด (นิวตัน)
S on Z	236.00
Z on Z	224.32

จากตารางที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาดของผ้าต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 4.95% ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด (\%)} = \frac{224.32 - 236}{236} \times 100$$

$$= -4.95\%$$



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด (นิวตัน) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

โดยปกติแล้ว เส้นด้ายเมื่อยิ่งมีความกลมมากเท่าใด ก็จะยิ่งทำให้ใช้แรงในการฉีกขาดน้อยลง เนื่องจากแรงไม่สามารถกระจายตัวได้ ซึ่งการตีเกลียวแบบ Z on Z เส้นด้ายที่ได้จะมีความกลมกว่าการตีเกลียวแบบ S on Z เนื่องจากเป็นการนำเส้นด้ายมาควบตีเกลียวกันในทิศทางเดียวกับเส้นด้ายเดี่ยว ทำให้เส้นด้ายมีความกลมมากกว่าการตีเกลียวแบบ S on Z

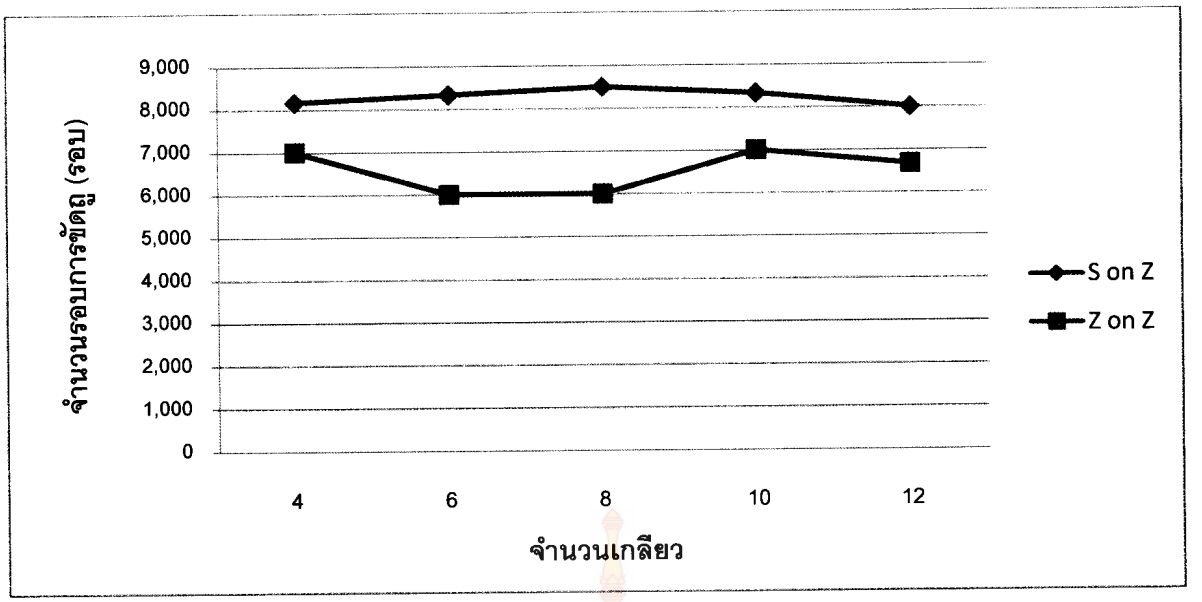
4.5 ทดสอบความคงทนต่อการขัดถู(Abrasion Resistance)

เป็นการทดสอบหาความคงทนของผ้าต่อการขัดถู ตามมาตรฐาน ASTM D 4966 – 98 (Abrasion Resistance of Textile Fabric(Martindale Abrasion Tester Method)) ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบจำนวนรอบการขัดถูของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ณ ระดับจำนวนเกลียวต่างกัน

จำนวนเกลียว	จำนวนรอบการขัดถู (รอบ)		เปรียบเทียบความคงทนต่อการขัดถู ระหว่าง Z on Z และ S on Z (%)
	S on Z	Z on Z	
4	8,167	7,000	-14.29
6	8,333	6,000	-28.00
8	8,500	6,000	-29.41
10	8,333	7,000	-16.00
12	8,000	6,667	-16.66

จากการศึกษา พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z จะมีความคงทนต่อการขัดถูได้ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z เนื่องมาจากเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ Z on Z เส้นด้ายจะถูกบิดไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด ที่จำนวนเกลียวเท่ากันเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีความกลมมากกว่าเส้นด้ายที่ตีเกลียวแบบ S on Z ซึ่งเมื่อเส้นด้ายมีความกลมมากขึ้น ทำให้มีพื้นที่บนยอดของทรงกลม หรือพื้นที่ที่จะสัมผัสในการขัดถู(point of contact) จะถูกรับแรงที่เกิดขณะขัดถูมาก ทำให้เส้นด้ายทนต่อการขัดถูได้น้อยลง



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการขัดถู (รอบ) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

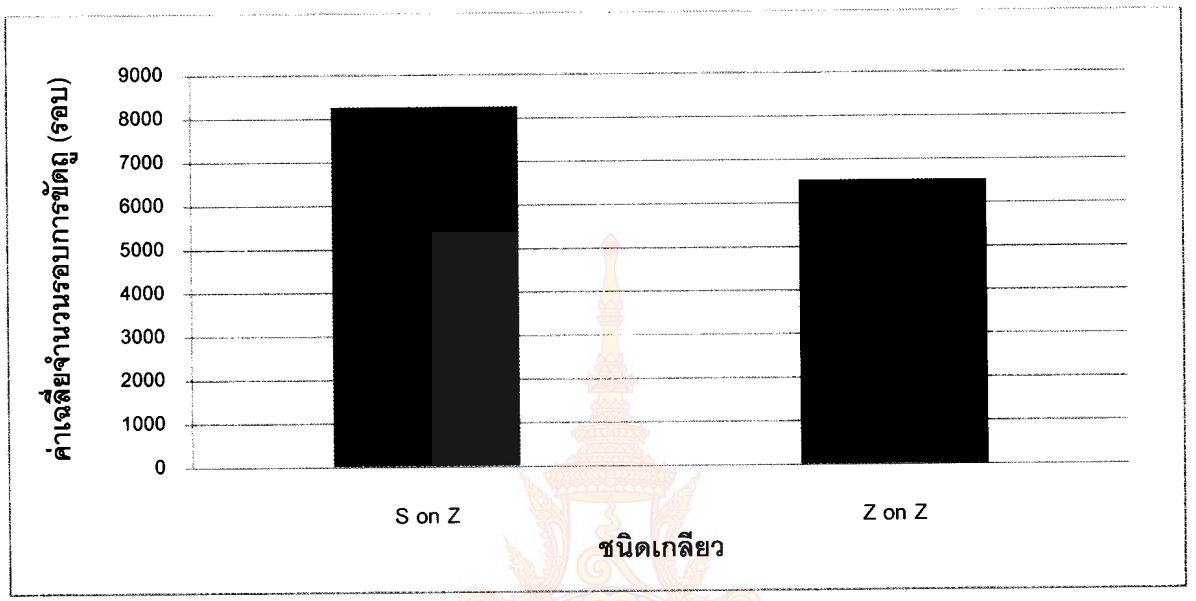
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถู (รอบ) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

ชนิดเกลียว	ค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถู (รอบ)
S on Z	8266.6
Z on Z	6533.4

จากตารางที่ 4.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถูของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถูต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 20.97% ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถู (\%)} = \frac{6533.4 - 8266.6}{8266.6} \times 100$$

$$= -20.97\%$$



ภาพที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรอบการขัดถู (รอบ) ของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวในการตีเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีต่อสมบัติของผ้าในด้านต่าง ๆ พบว่า

ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีสมบัติของผ้าที่ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ในด้านการคืนตัวของผืนผ้าที่มากกว่า ความกระด้างของผืนผ้าที่น้อยกว่า และการยืดตัวของผืนผ้าที่มากกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบเป็นร้อยละจะมีค่าอยู่ที่ 12.79%, 6.25% และ 3.97% ตามลำดับ

ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีสมบัติของผ้าที่ต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ในด้านความแข็งแรงของผืนผ้า ความต้านต่อแรงฉีกขาด และความคงทนต่อการขัดถู โดยเมื่อเปรียบเทียบเป็นร้อยละจะมีค่าอยู่ที่ 18.70%, 64.95% และ 20.97% ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัย พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะทำให้ผ้ามีคุณสมบัติด้านการคืนตัว ความกระด้าง และการยืดตัวของผืนผ้าดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z แต่ในคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของผืนผ้า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z จะแข็งแรงกว่าเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ซึ่งอาจเกิดจากแรงบิดของการตีเกลียวเส้นด้ายแบบ Z on Z ที่เลือกใช้ในการวิจัยนี้ไม่สมดุล

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีสมบัติด้านการคืนตัวความกระด้างของผ้า และการยืดตัวของผืนผ้าดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z แต่ในสมบัติด้านความแข็งแรงของผืนผ้า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z จะแข็งแรงกว่าเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z สำหรับผู้ที่นำงานวิจัยนี้ไปศึกษาต่อ ผู้วิจัยของเสนอแนะให้ศึกษาในเรื่อง

5.3.1 จำนวนของเกลียวที่เหมาะสมในการตีเกลียวเส้นด้ายแบบ Z on Z ที่ทำให้เส้นด้ายมีความสามารถในการคืนตัวดี พร้อมทั้งความแข็งแรงของเส้นด้ายไม่ลดลง

5.3.2 เปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z โดยที่ผ้าที่ได้มีคุณสมบัติต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน

5.3.3 ศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้ผ้าที่ทอจากเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีค่าความแข็งแรงต่ำกว่าผ้าที่ทอจากเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ที่จำนวนเกลียวที่เท่ากัน

5.3.4 ทำการศึกษาผลของการควบตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติต่าง ๆ ของผ้า โดยที่กำหนดจำนวนเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยวให้น้อยกว่าจำนวนเกลียวที่ผลิตในปัจจุบัน จากนั้นนำไปควบตีเกลียวที่ระดับเกลียวต่างๆ เพื่อศึกษาสมบัติของผ้าที่เกิดขึ้น

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่า TWIST FACTOR

การคำนวณค่า twist factor

ใช้เส้นด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne

TPI = 4 ค่า twist factor $= \frac{4}{\sqrt{21/2}} = 1.23$

TPI = 6 ค่า twist factor $= \frac{6}{\sqrt{21/2}} = 1.85$

TPI = 8 ค่า twist factor $= \frac{8}{\sqrt{21/2}} = 2.47$

TPI = 10 ค่า twist factor $= \frac{10}{\sqrt{21/2}} = 3.09$

TPI = 12 ค่า twist factor $= \frac{12}{\sqrt{21/2}} = 3.70$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ภาคผนวก ข

ผลที่ได้จากการทดสอบ

ตาราง ข-1 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	1.40	34.71
2	1.80	40.26
3	2.20	56.39
4	1.60	47.25
5	2.00	44.94
6	1.80	52.00
7	2.60	54.95
8	2.00	54.74
9	1.60	46.31
10	2.00	51.42
11	1.80	45.73
12	2.00	54.16
13	1.60	37.88
14	1.80	58.34
15	1.60	39.97
16	2.00	53.87
17	1.80	53.22
18	1.80	46.89
19	1.80	43.86
20	2.00	57.33
Min	1.40	37.88
Mean	**1.86**	**48.71**
Max	2.60	58.34

ตาราง ข-2 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	1.80	36.80
2	2.20	52.07
3	2.20	49.33
4	2.20	54.59
5	1.80	43.93
6	1.80	37.45
7	2.00	46.45
8	2.00	43.43
9	2.00	50.41
10	1.60	47.10
11	2.20	50.92
12	2.00	45.52
13	1.80	39.97
14	1.80	45.30
15	2.00	54.45
16	2.40	57.40
17	1.80	37.38
18	2.20	51.57
19	1.60	43.79
20	1.60	36.73
Min	1.60	36.73
Mean	**1.95**	**46.23**
Max	2.20	57.40

ตาราง ข-3 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	1.80	41.48
2	2.40	53.15
3	1.80	42.64
4	1.80	39.97
5	2.20	39.83
6	2.00	41.92
7	2.20	38.39
8	2.00	38.53
9	3.00	62.95
10	2.60	48.33
11	2.40	47.10
12	2.40	48.25
13	2.00	36.80
14	2.20	45.95
15	1.80	41.70
16	1.80	37.45
17	1.80	38.53
18	2.20	36.01
19	2.20	37.59
20	2.00	36.44
Min	1.80	36.01
Mean	**2.13**	**42.65**
Max	3.00	62.95

ตาราง ข-4 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	2.20	38.39
2	2.60	43.14
3	2.20	37.31
4	2.00	30.90
5	3.20	44.29
6	2.00	34.43
7	2.40	36.37
8	2.20	44.22
9	2.60	35.15
10	2.60	46.74
11	1.80	35.07
12	1.80	32.48
13	1.60	35.79
14	2.00	36.59
15	2.20	30.75
16	1.80	31.11
17	2.40	47.82
18	2.20	36.15
19	1.80	32.27
20	2.40	40.12
Min	1.80	30.75
Mean	**2.20**	**37.45**
Max	3.20	47.82

ตาราง ข-5 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 12 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	2.20	35.15
2	2.40	41.27
3	3.00	37.67
4	2.20	33.99
5	2.80	42.13
6	2.40	42.64
7	2.20	43.43
8	2.00	36.87
9	2.60	43.50
10	2.00	35.58
11	2.00	49.69
12	2.40	40.76
13	1.60	30.82
14	2.20	33.27
15	2.40	41.70
16	2.40	33.13
17	1.60	33.35
18	1.80	33.13
19	1.80	32.05
20	1.80	33.13
Min	1.60	30.82
Mean	**2.19**	**37.66**
Max	3.00	49.69

ตาราง ข-6 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	1.40	36.44
2	1.80	54.45
3	2.00	52.07
4	1.60	40.04
5	1.40	32.99
6	1.60	54.30
7	1.60	40.26
8	2.40	71.37
9	1.80	41.70
10	1.60	43.00
11	1.80	47.32
12	1.80	54.59
13	1.80	49.48
14	2.00	58.70
15	1.60	41.92
16	2.00	53.51
17	1.80	49.62
18	2.00	50.27
19	2.00	54.38
20	2.20	69.79
Min	1.60	32.99
Mean	**1.81**	**49.81**
Max	2.40	69.79

ตาราง ข-7 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	1.60	51.49
2	1.60	52.29
3	1.60	51.64
4	1.40	47.82
5	1.60	57.62
6	2.00	72.09
7	1.80	62.59
8	2.00	63.88
9	1.80	73.89
10	1.80	58.48
11	2.00	81.38
12	1.40	50.99
13	2.20	75.05
14	2.00	83.90
15	1.60	47.89
16	1.40	43.36
17	1.80	64.03
18	2.20	68.64
19	2.20	67.55
20	1.80	59.70
Min	1.40	43.36
Mean	**1.79**	**61.71**
Max	2.20	83.90

ตาราง ข-8 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	2.80	66.62
2	2.60	69.07
3	2.80	79.44
4	2.80	72.38
5	2.60	75.05
6	3.40	84.48
7	2.80	67.27
8	2.40	55.96
9	2.60	75.91
10	2.60	70.51
11	2.60	69.07
12	3.00	85.92
13	2.40	66.91
14	2.80	70.08
15	2.40	70.15
16	2.40	63.45
17	2.20	62.73
18	2.80	73.82
19	2.60	70.65
20	2.20	56.39
Min	2.20	55.96
Mean	**2.64**	**70.29**
Max	3.40	85.92

ตาราง ข-9 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	2.00	59.92
2	2.40	61.72
3	2.60	77.35
4	2.00	54.02
5	2.00	54.45
6	2.20	54.95
7	2.00	60.14
8	2.60	78.72
9	2.00	60.93
10	2.20	66.40
11	2.40	71.88
12	2.20	56.10
13	2.20	69.50
14	2.20	65.83
15	2.80	71.37
16	2.00	58.34
17	2.60	67.84
18	2.00	53.01
19	2.40	61.29
20	2.20	53.87
Min	2.00	53.01
Mean	**2.25**	**62.88**
Max	2.80	78.72

ตาราง ข-10 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 12 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(cN/tex)
1	2.60	65.68
2	2.60	59.99
3	3.20	77.21
4	2.40	52.65
5	3.00	77.06
6	2.60	62.59
7	2.40	53.73
8	2.40	64.39
9	2.60	60.14
10	2.40	59.85
11	2.60	65.68
12	2.60	56.75
13	3.00	76.20
14	2.40	53.87
15	2.60	64.75
16	2.80	72.02
17	2.80	71.23
18	2.80	67.55
19	2.80	75.98
20	2.60	64.24
Min	2.40	52.65
Mean	**2.66**	**65.08**
Max	3.20	77.21

ตาราง ข-11 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	56	31.11
2	60	33.33
3	63	35.00
เฉลี่ย	**59.67**	**33.15**

ตาราง ข-12 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	63	35.00
2	62	34.44
3	59	32.78
เฉลี่ย	**61.33**	**34.07**

ตาราง ข-13 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	63	35.00
2	67	37.22
3	61	33.89
เฉลี่ย	**63.67**	**35.37**

ตาราง ข-14 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 10 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	60	33.33
2	56	31.11
3	70	38.89
เฉลี่ย	**62**	**34.44**

ตาราง ข-15 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 12 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	70	38.89
2	65	36.11
3	68	37.78
เฉลี่ย	**67.67**	**37.59**

ตาราง ข-16 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 4 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	47	26.11
2	47	26.11
3	40	22.22
เฉลี่ย	**44.67**	**24.81**

ตาราง ข-17 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	54	30.00
2	48	26.67
3	57	31.67
เฉลี่ย	**53**	**29.45**

ตาราง ข-18 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	64	35.56
2	55	30.56
3	62	34.44
เฉลี่ย	**60.33**	**33.52**

ตาราง ข-19 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 10 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	51	28.33
2	55	30.56
3	50	27.78
เฉลี่ย	**52**	**28.89**

ตาราง ข-20 ค่าการคืนตัวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 12 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	องศาการคืนตัว	ร้อยละการคืนตัว
1	68	37.78
2	67	37.44
3	71	39.44
เฉลี่ย	**68.67**	**38.15**

ตาราง ข-21 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	2.80
2	2.90
3	2.70
4	2.75
เฉลี่ย	**2.79**

ตาราง ข-22 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	3.00
2	2.80
3	2.70
4	2.90
เฉลี่ย	**2.85**

ตาราง ข-23 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	2.70
2	2.55
3	2.60
4	2.60
เฉลี่ย	**2.61**

ตาราง ข-24 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	2.70
2	2.85
3	2.75
4	2.70
เฉลี่ย	**2.75**

ตาราง ข-27 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
3	315
4	3.55
เฉลี่ย	**3.55**

ตาราง ข-28 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	2.85
2	3.05
3	2.70
4	2.70
เฉลี่ย	**2.82**

ตาราง ข-29 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	2.25
2	2.85
3	2.70

ตาราง ข-29 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
4	2.85
เฉลี่ย	**2.66**

ตาราง ข-30 ค่าความยาวโค้งงอของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 12 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าความยาวโค้งงอ (cm)
1	2.55
2	2.65
3	2.55
4	2.30
เฉลี่ย	**2.51**

ตาราง ข-31 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	11.891	526.300
2	9.995	506.180
3	9.752	471.090
4	11.335	448.400
5	9.953	443.440

ตาราง ข-31 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
6	10.404	443.880
7	8.485	461.900
8	8.667	461.990
Min	8.485	443.440
Mean	**10.060**	**485.492**
Max	11.891	526.300

ตาราง ข-32 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	10.596	461.950
2	9.925	421.260
3	14.320	419.090
4	11.887	479.720
5	14.757	461.240
6	14.743	420.170
7	14.908	503.900
8	14.517	485.940
Min	9.925	419.090
Mean	**13.207**	**458.428**
Max	14.908	503.900

ตาราง ข-33 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	16.832	593.300
2	11.828	471.030
3	13.233	479.340
4	13.488	485.860
5	14.245	570.600
6	13.840	613.000
7	15.531	626.800
8	12.117	474.780
Min	11.828	474.780
Mean	**13.889**	**529.05**
Max	16.832	726.800

ตาราง ข-34 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	11.032	445.490
2	11.212	440.000
3	9.691	422.640
4	10.825	458.010
5	10.387	424.030
6	11.777	475.940

ตาราง ข-34 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
7	8.619	389.660
8	9.943	458.820
Min	8.619	389.660
Mean	**10.436**	**431.322**
Max	11.777	475.940

ตาราง ข-35 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 12 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	12.152	499.380
2	13.012	448.690
3	13.027	417.960
4	10.605	402.520
5	10.855	445.430
6	9.064	364.050
7	10.820	400.940
8	11.277	408.070
Min	10.820	364.050
Mean	**11.352**	**435.008**
Max	13.027	499.380

ตาราง ข-36 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 4 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	7.956	475.550
2	8.385	503.370
3	11.928	315.340
4	11.671	624.600
5	9.807	493.260
6	10.937	406.730
7	10.483	504.560
8	12.732	541.800
Min	7.956	315.340
Mean	**10.487**	**468.124**
Max	12.732	541.800

ตาราง ข-37 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	10.825	708.200
2	14.019	451.260
3	10.355	723.800
4	9.080	604.100
5	10.115	486.460
6	9.071	733.500

ตาราง ข-37 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 6 เกลียว / นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
7	9.907	735.100
8	12.571	457.560
Min	9.080	451.260
Mean	**10.743**	**615.184**
Max	14.019	735.100

ตาราง ข-38 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 8 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	11.295	458.550
2	11.416	467.540
3	9.531	674.100
4	10.187	446.160
5	7.999	449.080
6	12.888	594.900
7	11.768	599.600
8	10.892	675.100
Min	7.999	458.550
Mean	**10.747**	**574.978**
Max	12.888	675.100

ตาราง ข-39 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 10 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	8.216	599.400
2	15.688	787.600
3	16.323	819.300
4	15.511	863.700
5	9.247	321.400
6	16.189	568.600
7	9.147	481.610
8	10.704	478.530
Min	8.216	321.400
Mean	**12.628**	**633.288**
Max	16.323	863.700

ตาราง ข-40 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 12 เกลียว / นิ้ว

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
1	12.381	466.150
2	12.355	589.600
3	13.208	716.500
4	13.247	452.020
5	11.925	691.000
6	13.591	486.420

ตาราง ข-40 ค่าการยืดตัว (%) และค่าความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ S on Z ที่ 12 เกลียว / นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	ค่าการยืดตัว(%)	ค่าความแข็งแรง(N)
7	8.835	477.550
8	11.173	679.900
Min	8.835	452.020
Mean	**12.089**	**585.94**
Max	13.591	716.500

ตาราง ข-41 ค่าแรงฉีกขาดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 4 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	แรงฉีกขาด (นิวตัน)
1	228.25
2	228.5
3	213.33
4	240.00
5	229.50
เฉลี่ย	**227.92**

ตาราง ข-42 ค่าแรงฉีกขาดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	แรงฉีกขาด (นิวตัน)
1	232.5
2	221.5
3	226.75

ตาราง ข-42 ค่าแรงฉีกขาดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 6 เกลียว/นิ้ว(ต่อ)

ลำดับ	แรงฉีกขาด (นิวตัน)
4	223.75
5	225.50
เฉลี่ย	**226.00**

ตาราง ข-43 ค่าแรงฉีกขาดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 8 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	แรงฉีกขาด (นิวตัน)
1	215.00
2	231.00
3	203.00
4	230.00
5	240.00
เฉลี่ย	**223.80**

ตาราง ข-44 ค่าแรงฉีกขาดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายลินินตีเกลียวแบบ Z on Z ที่ 10 เกลียว/นิ้ว

ลำดับ	แรงฉีกขาด (นิวตัน)
1	210.00
2	205.00
3	237.75
4	232.00
5	231.67
เฉลี่ย	**223.28**

บรรณานุกรม

ไชยยงค์ พึ่งเกียรติไพโรจน์. **"การทดสอบคุณภาพเส้นด้าย"** ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ.

มณฑา โกเฮง. **"เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาทดสอบสิ่งทอ"** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 2541. **วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมคหเศรษฐศาสตร์ แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชินูปถัมภ์.

ลิลี่ โกศัยยานนท์. 2541. **คู่มือวิชาการสิ่งทอ โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์สิ่งทอ**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2551. **เทคโนโลยีสิ่งทอเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท คราฟแมนเพรส จำกัด.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. "การพัฒนาเทคโนโลยี: จุดเป็นจุดตายของอุตสาหกรรมไทย" [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.thaitextile.org/data/techno.doc.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. "ยุทธศาสตร์และแผนงานปี 2548 – 2551".[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.thaitextile.org/th/textile_intel/document/thtidoc/05fta/เอกสารแนบ%201-1%20(แผนงานสิ่งทอ%2048-51).doc.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. "ศูนย์ข้อมูลสิ่งทอเชิงลึก". [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.thaitextile.org/th/textile_intel/index.asp

บุญยิ่ง พุ่มเปี่ยม. ม.ป.ป. **"การตีเกลียว"** ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

บรรณานุกรม(ต่อ)

อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545. กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ. ปทุมธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

อัจฉราพร ไศละสูต และ ชิเงรุ วาตานาเบ. 2520. **วิศวกรรมสิ่งทอ**. โตเกียว: Kinmei Printing Co.,Ltd.

Jung – Whan Park . 2006. **Bending Rigidity of Yarns**. Department of Clothing and Textile, College of Home Economics, DongEui University, Busan, South Korea.

Virginia Hencken Elsasser. **Textiles Concepts and Principles**. 2nd.ed. New York: Fairchild Publications, Inc.

Sh. Muhammad Nawaz, Babar Shahbaz, M. Qamar Tusief and Engr. Manzoor Hussain. 2006. **How Twist and Twist Directions Influences the Sewing Thread Spinability**. Department of Fiber Technology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอรวิภา ไชยรัตนตรัย
วิทยานิพนธ์เรื่อง	การศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติของผ้าลายขัด
สาขาวิชา	สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
ประวัติส่วนตัว	เกิดวันที่ 20 กรกฎาคม 2525 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่	525 หมู่ 2 ถนนสุขุมวิท ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา ปี 2542 ระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ ภาคคหกรรมศาสตร์ สาขาสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปี 2547
ประวัติการทำงาน	ปัจจุบันทำงานที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป.แสงทวีการทอ