



ผลของพลังงานจากตุ๊กกระสุนปืนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย

โดย

ว่าที่ร้อยตรีอังกูร จันทรมัชชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลของพลังงานจากอุทกกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย

โดย

ว่าที่ร้อยตรีอังกร จันทรมิชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**EFFECTS OF BULLET ENERGY ON CHANGING PHYSICAL PROPERTIES OF TEXTILE
FIBER**

By

Angkoon Junmeechai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Program of Forensic science

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ ผลของจากพลังงานลูก
กระสุนปืนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ” เสนอโดย ว่าที่ร้อยตรีอังกร จันทรมิชัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะดังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรีพูลศักดิ์ อินทวิ
2. พันตำรวจโทสฤณี สืบพงษ์ศิริ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองดี เล็กโสภี

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัฒน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(พลตำรวจโท อัมพร จารุจินดา)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรีพูลศักดิ์ อินทวิ)

...../...../.....

..... กรรมการ

(พันตำรวจโทสฤณี สืบพงษ์ศิริ)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองดี เล็กโสภี)

...../...../.....

49312341 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : รอยลักษณะของผ้า /ลักษณะทางกายภาพของเส้นใย /พลังงานจลน์ /แรงดัน/ อาวุธปืนสั้น / ลูกกระสุนปืน

อังกูร จันทรมีชัย : ผลของพลังงานจากลูกกระสุนปืนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ว่าที่ ร.ต.พูลศักดิ์ อินทวิ , พ.ต.ท.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ และ ผศ.ดร.ทองดี เล็กโสภี. 215 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะและเปรียบเทียบรอยลักษณะของผ้าตัวอย่าง และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า โดยใช้อาวุธปืนรีวอลเวอร์ขนาด .357 magmun และอาวุธปืนกึ่งออโตแมติกขนาด 9 มม. Luger ยิงด้วยกระสุนปืน 4 ชนิด ประกอบด้วยกระสุนปืนชนิด .38 SPL.LRN , .38 SPL.JHP , 9 มม. Luger FMJ และ 9 มม. Luger JHP ทดลองกับผ้าตัวอย่าง 9 ชนิด เป็นผ้าทอ 5 ชนิด และ ผ้าถัก 4 ชนิด ระยะเวลาทดลองยิง มี 4 ระยะ คือ ระยะประชิดติด ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว ผลการทดลองยิง พบว่าผ้าแต่ละชนิดจะมีรูปแบบการเกิดรอยลักษณะที่ต่างกัน โดยที่ระยะประชิดติด ในผ้าทอจะเกิดรอยลักษณะเป็นรูปแฉก (Complete stellate) และเส้นตรง (Partial stellate) สำหรับผ้าถักส่วนใหญ่จะเกิดรอยลักษณะเป็นรูค่อนข้างกลม ส่วนที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว ในผ้าทุกชนิดรอยลักษณะเป็นรูค่อนข้างกลม รอยลักษณะจะมีขนาดมากที่สุดที่ระยะประชิดติด เนื่องจากผ้าจะได้รับผลจากแรงดันของการจุดระเบิดด้วย ขนาดของรอยลักษณะจะเล็กลงเมื่อระยะยิงห่างออกไป และมีความใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืนแต่ละชนิด ด้านการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใย เมื่อเส้นใยแต่ละชนิดได้รับความร้อนจากแก๊สร้อนและประกายไฟ เส้นใยจะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันตามสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด โดยเส้นใยจากธรรมชาติจะแสดงการบวมและลักษณะเท่านั้น ส่วนเส้นใยประดิษฐ์จะเกิดการหลอมเหลวและจับตัวเป็นก้อน และทางด้านความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า จากการคำนวณพลังงานของลูกกระสุนปืน พบว่า กระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger JHP มีค่าแรงดันและพลังงานสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบขนาดของรอยลักษณะ พบว่า กระสุนปืนชนิดนี้ทำให้เกิดขนาดรอยลักษณะมากกว่ากระสุนปืนชนิดอื่น

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. 2. 3.

49312341 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORD : TEXTILE TEAR/ FIBER PHYSICAL/ KINETIC ENERGY /PRESSURE/
FIREARM/ BULLET

ANGKOON JUNMEECHAI : EFFECTS OF BULLET ENERGY ON CHANGING
PHYSICAL PROPERTIES OF TEXTILE FIBER. THESIS ADVISORS : ASST. PROF. ACTING.
SUB – LT. POOLSAK INTAWEE. POL..LT.COL SARIT SUEBPONGSIRI. , AND ASST. PROF.
THONGDEE LEKSOPHEE, Ph.D.,215 pp.

The objectives of this thesis are: to study physical characteristics of tears of fabric samples , to compare the physical appearance of the fibers before and after the gunshots and to study relations between energy of bullets and damages on the fabric samples. This study is a mere collection of some information about gun use. A .357 Magmun revolver and a Luger 9mm semi automatic were used with four types of bullets, such as .38 SPL.LRN, .38 SPL.JHP , 9 mm.Luger FMJ and 9 mm. Luger JHP. Nine types of fabric samples – five types of woven fabrics and four types of knitted fabrics – were used in the study. The four ranges of test firing were a close range, 2 inches, 6 inches and 18 inches. It was found out that the tear patterns of each type of cloths were different. At close range, the tears of fabric samples were in cross (complete stellate) and lineal (partial stellate) shapes. Most of the tears of knitted fabrics were in an almost-round shape. At the ranges of 2 inches, 6 inches and 18 inches, all kinds of the fabric samples were in almost-round shapes. The biggest tears were found in cloths at close range due to the impact of the explosion points. The tears became smaller when the firing ranges were farther, and they were similar to the diameter of the bullets. Regarding the physical appearance of the fibers, when each type of fibers was exposed to hot gases and flame, they changed in different ways: natural fibers became swollen and torn, while artificial fibers melted and clotted. As for the relation between the energy of the bullets and the damages on the fabrics, calculations of the energy of the bullets showed that Luger 9 mm JHP bullets had the most pressure and energy. When tears were compared, it was found out that this kind of bullets caused the most tears among other kinds of bullets.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ เนื่องจากความช่วยเหลือ และความเอื้อเฟื้อจากบุคคลหลายท่าน อันดับแรกสุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรีพูลศักดิ์ อินทวิ และอาจารย์ร่วมปรึกษา 2 ท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองดี เล็กโสภี และ พันตำรวจโทสฤกษ์ สืบพงษ์ศิริ เป็นอย่างสูงสำหรับความช่วยเหลือในงานวิจัยตลอดมาตั้งแต่แรกเริ่มจนกระทั่งจบปริญญา ซึ่งได้ให้คำแนะนำ คำทักท้วง แก้ไขส่วนบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งสำหรับสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในงานวิจัย นั่นก็คือความห่วงใย และกำลังใจที่มอบให้ผู้วิจัยเสมอมา จะขอระลึกในความทรงจำถึงแบบอย่างที่ดีงาม

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พลตำรวจโทอัมพร จารุจินดา ท่านกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ช่วยตรวจสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้การสนับสนุนในด้านข้อมูลและให้ความรู้ พันตำรวจเอกสุทธิ อรุณวัฒนาภักกุล พันตำรวจเอกธาดา เดชศรี พันตำรวจโทเจริญ ปานคล้าย สำหรับความเอื้อเฟื้อด้านสถานที่และวัสดุอุปกรณ์ในการทำวิจัย รวมทั้งข้าราชการตำรวจกองกำกับการ 3 กองพิสูจน์หลักฐานทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณวิศัลย์ วนะศักดิ์ศรีสกุล กรรมการผู้จัดการบริษัท คัพเวอร์เนนท์ จำกัด และ คุณส่งเสริม ตรีสถาพร กรรมการผู้จัดการบริษัท มาสเตอร์ซิลค์ จำกัด ที่อนุเคราะห์ผ้าตัวอย่างมาใช้ในการทดลอง รวมทั้ง ดร.ศศิมา สุขสว่าง ที่เป็นผู้ประสานในการขอความอนุเคราะห์ผ้าตัวอย่าง และคุณวิฑูรย์ แซ่โจ้ว นักวิทยาศาสตร์ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ช่วยถ่ายภาพเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ขอระลึกถึงพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กำพล นันทพงษ์ อาจารย์ตั้งแต่สมัยปริญญาตรี ที่ให้คำแนะนำ ต้อนรับด้วยดีในยามที่ลูกศิษย์มาขอคำปรึกษาและห่วงใยลูกศิษย์เรื่อยมา และอาจารย์รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันติ์ สุขวัฒน์ ท่านกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำดี ๆ และเป็นกำลังใจให้

ขอขอบพระคุณเป็นพิเศษสำหรับบิดา มารดา น้องชาย ตลอดจนเพื่อน ๆ ของผู้วิจัยทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ด
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
กรอบแนวความคิด	3
ขอบเขตของการศึกษา	4
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
วิธีการ ขั้นตอนการศึกษา และการรวบรวมข้อมูล	5
นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	6
2 ทบทวนวรรณกรรม.....	7
หลักการทางด้านสิ่งทอ.....	7
แนวคิดทางด้านอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน	19
ทฤษฎีทางด้านการงานและพลังงาน	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน	31
ผ้าตัวอย่าง.....	34
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	36
อุปกรณ์บันทึกภาพ	36
อุปกรณ์ทั่วไป	36
วิธีและขั้นตอนการทดลอง	36
การบรรจุและการจัดเก็บตัวอย่างผ้าที่ใช้ในการทดลอง	39
การเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ผ้าตัวอย่างด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	39

บทที่	หน้า
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	40
ผลการศึกษาลักษณะของร่องรอยการฉีกขาดของผ้า	40
การยิงผ้าด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL. Lead Round Nose	
จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .357 magmun	
ยี่ห้อ Smith & Wesson โมเดล 686.....	40
การยิงผ้าด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL. Jacketed Hollow Point	
จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .357 magmun	
ยี่ห้อ Smith & Wesson โมเดล 686.....	47
การยิงผ้าด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger Full Metal Jacket (Ball)	
จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก ขนาด 9 มม. Luger	
ยี่ห้อ Baretta โมเดล 92 FS.....	53
การยิงผ้าด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger Jacketed Hollow Point	
จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก ขนาด 9 มม. Luger	
ยี่ห้อ Baretta โมเดล 92 FS.....	59
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองตามชนิดของผ้า.....	66
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย	
หลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน	94
ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหม.....	94
ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้าย.....	97
ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอน	100
ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์.....	103
ลักษณะทางกายภาพของใยยัด	112
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า.....	116
5 สรุป	128
สรุปผลการศึกษา	128
รอยฉีกขาดของผ้า.....	128
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติลักษณะทางกายภาพของเส้นใย.....	129
ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับความเสียหาย	
ของผ้า.....	129

	หน้า
ข้อเสนอแนะในการทดลองครั้งต่อไป.....	130
ข้อมูลเพิ่มเติมและข้อจำกัดในการศึกษาวิจัยนี้.....	130
บรรณานุกรม	132
ภาคผนวก	136
ภาคผนวก ก ตารางบันทึกลักษณะของรอยนิ้วกด และรูปภาพรอยนิ้วกด	137
ภาคผนวก ข การทดสอบมาตรฐานทางด้านสิ่งทอ	213
ประวัติผู้วิจัย	215

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าความเหนียวของเส้นใยแต่ละชนิด	11
2	แสดงผลความเสียหายของผ้าตามชนิดของอาวุธปืนและระยะยิง	27
3	แสดงข้อมูลของอาวุธปืนที่ใช้ทดลองยิงในแต่ละการทดสอบ	32
4	แสดงข้อมูลทางของกระสุนปืนที่ใช้ทดลองยิงในแต่ละการทดสอบ	32
5	แสดงผลการหาค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน	33
6	แสดงลักษณะทางกายภาพของผ้าที่ใช้ในการทดลอง	34
7	แสดงองค์ประกอบและความแข็งแรงของผ้าตัวอย่าง	35
8	แสดงชนิดของเส้นใยและวัสดุสิ่งทอของผ้าตัวอย่าง	34
9	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่าง ที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN.....	43
10	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL.LRN	44
11	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL.LRN	45
12	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP	49
13	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP	50
14	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP	51
15	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger FMJ	55
16	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger FMJ	56
17	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger FMJ	57
18	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger JHP.....	61

ตารางที่	หน้า
19	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger JHP..... 62
20	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger JHP..... 63
21	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 66
22	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 66
23	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 67
24	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 70
25	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 70
26	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 71
27	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าทีอาร์ตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 73
28	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าทีอาร์ตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 74
29	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าทีอาร์ตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 74
30	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 76
31	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 76
32	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถักยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 77
33	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่างที่ถักยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 79

ตารางที่	หน้า
34	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าร่มตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 79
35	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าร่มตัวอย่างที่ถูกยึงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 80
36	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 82
37	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 82
38	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 83
39	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 85
40	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 85
41	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 86
42	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 88
43	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 88
44	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 89
45	แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 91
46	แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 91
47	แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยึง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด 92

48	แสดงค่าพลังงานลูกของกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าไหมตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	118
49	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้ายืนสัตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	119
50	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	120
51	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	121
52	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าร่มตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	122
53	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Pique Lycra ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	123
54	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Pique ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	124
55	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Jersey mesh ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	125
56	แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Rib 1x1 ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ	126

ตารางที่	หน้า
57	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 138
58	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 139
59	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 140
60	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 141
61	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 148
62	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 149
63	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 150
64	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 151
65	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าทอตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 158
66	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าทอตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 159
67	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าทอตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 160
68	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าทอตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 161
69	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 166
70	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 167

ตารางที่	หน้า
71	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 168
72	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 169
73	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 174
74	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 175
75	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 176
76	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 177
77	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 186
78	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 187
79	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 187
80	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 188
81	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 193
82	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์ 193
83	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 194
84	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก 194

ตารางที่		หน้า
85	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์	199
86	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์	199
87	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก	200
88	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก	200
89	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1x1 ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์	205
90	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1x1 ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์	206
91	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1x1 ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก	207
92	บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1x1 ตัวอย่างที่ยิงด้วย กระสุนปืนขนาด 9 มม.Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก	208

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงลักษณะภายนอกของเส้นใยและรูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใย แต่ละชนิด....	8
2	แสดงเกลียวของเส้นด้าย จะมีเกลียว 2 แบบ คือ Z -turn และ S –turn.....	14
3	แสดงการเคลื่อนที่ของลูกกระสุนปืนและผลรวมของพลังงานจลน์ (Ek) และพลังงานศักย์(Ep)ที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย	21
4	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนในผ้าโพลีเอสเตอร์	25
5	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากถูกแทง	26
6	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน	28
7	แสดงรูปแบบการแตกหักของเส้นใยเดี่ยว	29
8	แสดงลักษณะของเส้นใยจากการถูกไอบความร้อนจากการระเบิด	30
9	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. LRN	44
10	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. LRN	45
11	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL. LRN	46
12	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP	50
13	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP	51
14	แสดงลักษณะรอยฉีกขาด จากการยิงด้วยกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP.....	52
15	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger FMJ	56
16	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger FMJ	57
17	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ.....	58
18	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger JHP	63
19	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger JHP	64

ภาพที่		หน้า
20	แสดงลักษณะรอยขีดจากกรึงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP	65
21	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	67
22	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	68
23	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	71
24	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	72
25	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าทออาร์ตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	74
26	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าทออาร์ตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	75
27	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	77
28	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	78
29	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าร่มตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	80
30	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าร่มตัวอย่างที่ถูกยิง ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด	81
31	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	83
32	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	84
33	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	86
34	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	87

ภาพที่		หน้า
35	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่ถักยี่ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	89
36	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่ถักยี่ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	90
37	แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ถักยี่ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	92
38	แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ถักยี่ด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด.....	93
39	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหมจากผ้าไหมตัวอย่าง ที่เกิดจากแรงดึงขาดที่กำลังขยาย 750 เท่า.....	94
40	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหมจากผ้าไหมตัวอย่าง ที่เกิดจากการถักยี่ด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์	95
41	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหม จากผ้าไหมตัวอย่าง ที่เกิดจากการถักยี่ด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก.....	96
42	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายจากผ้ายีนส์ตัวอย่าง ที่เกิดจากแรงดึงขาดที่กำลังขยาย 500 เท่า.....	97
43	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายจากผ้ายีนส์ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถักยี่ด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์	98
44	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายจากผ้ายีนส์ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถักยี่ด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก	99
45	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอนจากผ้าทีอาร์ ที่เกิดจากแรงดึงขาดที่กำลังขยาย 500 เท่า.....	100
46	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอนจากผ้าทีอาร์ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถักยี่ด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์	101
47	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอนจากผ้าทีอาร์ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถักยี่ด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก	102
48	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ที่เกิดจากแรงดึงขาดที่กำลังขยาย 500 เท่า.....	103

ภาพที่	หน้า
49	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากฝ้ายร่วมตัวอย่าง ที่เกิดจากแรงดึงขาดที่กำลังขยาย 500 เท่า..... 103
50	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายลูกฟูกตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์ 104
51	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายลูกฟูกตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก 105
52	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายร่วมตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์ 106
53	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายร่วมตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก 107
54	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์ 108
55	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก 109
56	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์ 110
57	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฝ้ายถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก 111
58	แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยจากฝ้ายถัก Rib 1x1 ตัวอย่าง ที่เกิดจากแรงดึงขาดที่กำลังขยาย 300 เท่า..... 112
59	แสดงลักษณะทางกายภาพของยางยืดจากฝ้ายถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนรีวัลเวอร์ 113
60	แสดงลักษณะทางกายภาพของยางยืดจากฝ้ายถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่เกิดจากการถูยึงด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก 114
61	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างจากการถูยึง ด้วยกระสุนปืนขนาดต่าง ๆ 142
62	แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างจากการถูยึง ด้วยกระสุนปืนขนาดต่าง ๆ 152

ภาพที่		หน้า
63	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าที่อาร์ตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนขนาดต่าง ๆ	162
64	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าลูกฟูกตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนขนาดต่าง ๆ	170
65	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าร่มตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนขนาดต่าง ๆ	178
66	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ.....	192
67	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ.....	195
68	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ.....	201
69	แสดงลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างจากการถักยิ้ง ด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ.....	209

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

คดีอาชญากรรมที่พบว่าเกิดขึ้นบ่อยในปัจจุบัน ได้แก่ คดีการทำร้ายด้วยอาวุธปืน เป็นคดีสะท้อนขวัญ ซึ่งทำให้ผู้เสียหายได้รับบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต หลักฐานการทำร้ายร่างกายในที่เกิดเหตุเป็นส่วนหนึ่งที่เจ้าพนักงานสอบสวน สามารถใช้สันนิษฐานชนิดและขนาดของอาวุธที่ใช้ทำร้ายได้ ในกรณีที่ทำร้ายด้วยอาวุธปืน หากเจ้าพนักงานไม่สามารถค้นหาลูกกระสุนปืนในที่เกิดเหตุจึงเป็นเรื่องยากที่จะสันนิษฐานได้ ดังนั้น หลักฐานหนึ่งที่เป็นแนวทางช่วยในการสอบสวนได้อีกทางหนึ่ง คือ ร่องรอยจากอาวุธที่ปรากฏบนเสื้อผ้าของผู้เสียหาย

การตรวจพิสูจน์หาขนาดของอาวุธปืนในปัจจุบันจะพิจารณาจากลักษณะของบาดแผล¹ สำหรับระยะยิงจะอาศัยหลักการกระจายตัวของเขม่าดินปืนมาพิจารณา ในทางนิติเวชศาสตร์ ได้แบ่งระยะยิงออกเป็น 4 ระยะยิง คือ

1. ระยะประชิดติดผิวหนัง (Tight Contact) ระยะที่ยิงจี้ติดผิวหนัง
2. ระยะประชิด (Loose contact) ระยะการยิงห่างจากเป้าหมายประมาณ 2 - 6 นิ้วฟุต
3. ระยะใกล้ (Arm's reach) ระยะการยิงห่างจากเป้าหมาย 6 - 18 นิ้วฟุต
4. ระยะไกล (Distant shot) ระยะการยิงห่างจากเป้าหมายตั้งแต่ 18 นิ้วฟุต ขึ้นไป

หลักการตรวจบาดแผลทางเข้าโดยทั่วไป พบว่าที่บาดแผลทางเข้าจะพบเขม่าดินปืนและรอยจุดของดินปืน(ส่วนของดินปืนที่กำลังเป็นสะเก็ดไฟ) ค่อนข้างหนาแน่น ในระยะยิงที่ไม่เกิน 6 นิ้วฟุต ถ้าไม่พบเขม่าพบแต่รอยจุดดินปืน ระยะยิงอยู่ประมาณ 6 - 18 นิ้ว แต่ถ้าพบบาดแผลทางเข้าอย่างเดียวแสดงว่าน่าจะยิงมากจากระยะเกิน 18 นิ้ว ที่ระยะประชิดติดผิวหนังบาดแผลจะเกิดโพรงดินปืนและมีเขม่าดินปืนถูกพ่นอัดเข้าไปในรูบาดแผลจึงไม่พบคราบเขม่าหรือรอยจุดดินปืนบนผิวหนัง²

¹อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, พลตำรวจเอก และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 3 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (กรุงเทพฯ : บริษัท ทีซีซี พรินติ้ง จำกัด, 2544), 49.

²เลี้ยง หุยประเสริฐ, พลตำรวจตรี, บาดแผลจากอาวุธปืนและวัตถุระเบิด[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 23 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.ifm.go.th/articles/article006_007p1.php

ในการสืบสวนคดีเกี่ยวกับอาวุธปืนพนักงานจะตั้งประเด็นคำถามในการตรวจพิสูจน์ของกลางเสื้อผ้า จะตั้งเพียงแต่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเขม่าดินปืน เขม่าปืน และวิถีกระสุน ได้แก่

1. มีเขม่าดินปืนติดอยู่หรือไม่ ที่เสื้อ (หรือกางเกงของกลาง) และระยะยิงเท่าใด
2. มีร่องรอยถูกถูกระสุนปืนยิงหรือไม่ ที่เสื้อ (หรือกางเกงของกลาง) และวิถีกระสุนเป็นอย่างไร³

แต่การพิจารณาระยะยิงด้วยหลักการกระจายตัวของเขม่าดินปืนนั้น มีข้อจำกัดหลายประการ คือ ประการแรก การที่ผู้ยิงมีเจตนานำวัสดุใดมาขวางกั้นเขม่าและดินปืน ไม่ให้เปื้อนเป้าหมาย ประการที่สอง ในสภาวะขณะยิงจริง อาจมีลมพัดจนไม่เหลือเขม่าติดที่เสื้อผ้าหรือมีการโบกพัดของเสื้อผ้าทำให้เกิดการติดของเขม่าในบริเวณอื่น และประการสุดท้าย การผลิตกระสุนปืนของบริษัทต่าง ๆ มีสูตรการผสมดินปืนและสัดส่วนที่หลากหลาย บางยี่ห้อเมื่อยิงแล้วเกิดเขม่ามาก แต่ในขณะที่อีกยี่ห้อเกิดเขม่าน้อย จากข้อจำกัดเหล่านี้การพิจารณาโดยอาศัยหลักการกระจายตัวของเขม่าดินปืน อาจทำให้มีการแปลผลผิดพลาดซึ่งเกิดผลเสียเป็นอย่างมาก

รอยลักษณะของผ้าจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน มีความสำคัญในกรณีที่การตรวจสอบบาดแผลไม่สามารถระบุชนิดของลูกกระสุนปืนได้ จากการศึกษารอยลักษณะของผ้า พบว่า เมื่อลูกกระสุนยิงผ่านเสื้อผ้า โดยมากจะเกิดรอยลักษณะขอบไม่เรียบ ระยะยิงไกลลูกกระสุนปืนจะมีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน เนื่องจากคุณสมบัติการหดตัวของเส้นใยผ้า แต่การยิงที่ระยะจ่อประชิด รอยลักษณะของผ้าจะมีความรุนแรงมาก จะเกิดรอยลักษณะได้หลายลักษณะ และมีขนาดของรอยลักษณะค่อนข้างใหญ่⁴ อีกทั้งผ้าที่มีความบางก็จะเกิดรอยลักษณะขนาดใหญ่ด้วยเช่นกัน กระสุนปืนที่ใช้กันทั่วไปมีหลายขนาด หลายชนิด มีความเร็วสูง และความเร็วต่ำแตกต่างกัน การที่ศึกษาถึงผลของพลังงานจากลูกกระสุนปืนต่อความเสียหายของผ้าที่มีโครงสร้างต่างกันว่ามีความเสียหายอย่างไร น่าจะช่วยอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้และเป็นอีกแนวทางในการประมาณขนาดของกระสุนปืนและระยะยิงได้ นอกจากนี้เส้นใยที่นำมาผลิตผ้ามีหลากหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดเมื่อได้รับความร้อน จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันตามคุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด แต่การศึกษากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่ถูกยิงด้วยระยะยิงต่างกัน ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน เชื่อว่าเส้นใยจะได้รับความร้อนต่างกันและมี

³อรรถพล แหม่มสุวรรณวงศ์, พลตำรวจเอก และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 4 (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินต์ จำกัด, 2546), 130.

⁴Bullet Hole Characteristics [Online]. Accessed 6 February 2007. Available from http://www.firearmsid.com/A_distbulletholes.htm

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยต่างกันด้วยได้เป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่ช่วยในการจำแนกระยะยิ๊งได้ด้วยเช่นกัน สามารถอธิบายและวิเคราะห์พฤติกรรมของคคิได้

ดังนั้นจากสำคัญของรูปแบบลักษณะการนิกษาด และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยหลังการถูกยิ๊งด้วยกระสุนปืน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีเก็บข้อมูลไว้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายระหว่างผ้าที่ถูกยิ๊งด้วยกระสุนปืนต่างขนาดกัน หรือถูกยิ๊งที่ระยะยิ๊งต่างกัน รวมถึงร่องรอยการนิกษาดของเสื้อผ้าและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใย เป็นสภาพยังคงอยู่ได้นาน ไม่มีการสูญหายง่าย ดังเช่น เขม่าดินปืน ซึ่งจะเป็วิธีการที่ตรวจง่าย สะดวก และประหยัดเวลา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษา เพื่อการรวบรวมลักษณะรอยนิกษาดเสื้อผ้า และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่ปรากฏขึ้นบนวัสดุสิ่งทอแต่ละชนิดที่เป็นส่วนประกอบของเสื้อผ้าเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงส่วนหนึ่งที่จะช่วยวิเคราะห์คคิและเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่อาจจะนำไปพิจารณาระยะยิ๊งได้ รวมถึงจำแนกขนาดและชนิดของกระสุนปืน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์การสืบสวนหาผู้กระทำผิด อีกทั้งเป็นแนวทางสืบสวนและเข้าใจถึงพฤติกรรมของคคิ

สำหรับการกระทำผิดในคคิอาชญากรรมด้วยอาวุธปืนในประเทศไทยกว่าครึ่ง ผู้ร้ายใช้อาวุธปืนที่ไม่ถูกต้องตามกฎหมายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง “อาวุธปืนไทยประดิษฐ์” เป็นอาวุธปืนที่ไม่มีมาตรฐานใด ๆ ซึ่งเป็นปัญหาต่อการตรวจพิสูจน์อยู่ในขณะนี้การศึกษาจึงจำเป็นต้องทำการทดลองกับอาวุธปืนที่เป็นมาตรฐานและนิยมใช้กันกว้างขวาง

2. จุดประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาลักษณะและเปรียบเทียบรอยนิกษาดของผ้าตัวอย่าง หลังการถูกยิ๊งด้วยกระสุนปืน
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใย หลังการถูกยิ๊งด้วยกระสุนปืน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจากลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า

3. กรอบแนวความคิด (Conceptual Framework)

ปัญหาการวิจัย :

ที่ระยะยิงต่างกัน พลังงานของลูกกระสุนปืนจะสร้างความเสียหายต่อผ้าแต่ละชนิด

สมมุติฐาน : เมื่อควบคุมปัจจัยอื่นให้คงที่ผ้าที่มีค่าความแข็งแรงของผ้าน้อย จะเกิดรอยฉีกขาดมากกว่า ผ้าที่มีค่าความแข็งแรงของผ้ามาก ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนจะมีลักษณะที่บ่งชี้ถึงความรุนแรงที่แตกต่างกันในแต่ละระยะยิง และลูกกระสุนปืนที่มีค่าพลังงานและแรงดันสูงกว่า ทำให้ผ้าเกิดความเสียหายของผ้าตัวอย่างมากกว่า

4. ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาลักษณะรอยฉีกขาดและการเปลี่ยนแปลงของเส้นใย โดยทดลองยิงผ้าประเภทต่างๆ ซึ่งมีความหลากหลาย ของเส้นใยและอัตราส่วนการผสม จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ ผ้าทอ จำนวน 5 ชนิด และ ผ้าถัก จำนวน 4 ชนิด

2. การศึกษาลักษณะรอยฉีกขาดและการเปลี่ยนแปลงของเส้นใย ใช้อาวุธปืน รีโวลเวอร์ (Revolver) ขนาด .357 magnum ยี่ห้อ Smith & Wesson Model 686 ความยาวลำกล้องปืน 4 นิ้ว และ ปืนสั้นกึ่งออโตเมติก (Semiautomatic) ขนาด 9 มม. ลูกเกอร์ (Luger) ยี่ห้อ Beretta Model 92 FS ความยาวลำกล้องปืน 4.9 นิ้ว โดยทำการทดลอง จะใช้เพียง 2 กระบอก เพื่อป้องกันการเกิดค่าผิดพลาด

3. ระยะยิง 4 ระยะ คือ ระยะประชิดติด(Tight Contact) ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว(Loose Contact) ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

4. การศึกษานี้ใช้ฟองน้ำที่มีความหนาแน่นมาก หนา 4 นิ้ว เพื่อรองรับการยิง แทนเนื้อเยื่ออ่อนมนุษย์

5. การศึกษานี้ศึกษาเพียงเฉพาะร่องรอยฉีกขาดของลูกกระสุนเข้าเท่านั้น

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลด้านลักษณะและเปรียบเทียบรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่าง หลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน

2. ได้ข้อมูลด้านการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่เป็นองค์ประกอบของผ้าตัวอย่าง หลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน

3. ได้ข้อมูลด้านความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืน กับความเสียหายของผ้า

4. ได้รูปแบบลักษณะการฝึกหัดและการเปลี่ยนแปลงของผ้าตัวอย่างที่ได้มาจากเส้นใยชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงร่วมกับการวินิจฉัย วิเคราะห์หาค่าให้ชัดเจน แม่นยำ มากขึ้น และได้ข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดการวิจัย และประยุกต์ในการตรวจพิสูจน์ต่อไป

6. วิธีการ ขั้นตอนการศึกษา และการรวบรวมข้อมูล

วิธีการ ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลด้านสิ่งทอ อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน และการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ
2. ศึกษาคุณสมบัติของเนื้อผ้าที่จะทำการทดลอง ได้แก่ โครงสร้างของผ้า ขนาดเส้นด้าย จำนวนเส้นด้าย ความหนาของผ้า ค่าความแข็งของผ้าต่อแรงดึง และค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ
3. จัดทำหุ่นจำลองการสวมใส่เสื้อผ้า ใช้ฟองน้ำรองรับแทนเนื้อเยื่ออ่อนมนุษย์
4. ศึกษาลักษณะการยิงบนผ้าชนิดต่าง ๆ โดยแบ่งระยะยิงเป็น 4 ระยะ คือ
 - ระยะ Tight Contact จะให้ปากลำกล้องปืนจ่อติดผ้าแต่ไม่กดปากลำกล้อง
 - ระยะ Loose contact จะให้ปากลำกล้องห่างจากผ้าประมาณ 2 นิ้ว
 - ระยะ Arm's reach จะให้ปากลำกล้องห่างจากผ้า 6 นิ้ว
 - ระยะ Distant shot จะให้ปากลำกล้องห่างจากผ้า 18 นิ้ว
5. ศึกษาการทดลองยิงผ้าชนิดต่าง ๆ ตามระยะยิง 4 ระยะที่กำหนดในข้อ 4.
6. วัดปริมาณทางฟิสิกส์ ได้แก่ ความเร็วต้น มวลของลูกกระสุนปืน สัมประสิทธิ์แรงหน่วงของลูกกระสุนปืนที่แหวกผ่านของไหล(อากาศ) และแรงหน่วง
7. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพเส้นใย ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
8. วิเคราะห์ คำนวณ สรุปผล และเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

การรวบรวมข้อมูล

1. การบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิทัล

2. การวิเคราะห์

วิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะของรอยฉีกขาดและขนาดของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงและชนิดของลูกกระสุนปืนต่าง ๆ

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

คำนวณปริมาณทางฟิสิกส์และเปรียบเทียบกับขนาดของรอยฉีกขาด เพื่อหา

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า

3. บันทึกผลการวิเคราะห์ โดยการบรรยาย ตาราง และรูปภาพ

4. วิเคราะห์ข้อมูล นำผลที่บันทึกได้มาหาค่าทางสถิติ

ตัวแปรต้น ได้แก่ ระยะยิง และชนิดของผ้าตัวอย่าง

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเสียหายของผ้าตัวอย่าง

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อาวุธปืน ขนาดของกระสุนปืน ชนิดของลูกกระสุนปืน

สถานที่ยิง และผู้ทดลองยิง

7. นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

1. ความเสียหายของผ้า หมายถึง รูปร่างลักษณะ ขนาดของรอยฉีกขาด และลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใย

2. รอยฉีกขาดรูปแฉก หมายถึง รอยฉีกขาดที่มีรอยฉีกแตกออกไปมากกว่า 2 ทิศทาง

3. รอยฉีกขาดรูปเส้นตรง หมายถึง รอยฉีกขาดที่มีรอยฉีกแตกออกไปเพียง 2 ทิศทาง

4. ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง หมายถึง ค่าความทนทานต่อการฉีกขาดผ้าของผ้าทอ

5. ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ หมายถึง ค่าความต้านทานแรงดันทะลุของผ้าถัก

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

หลักการทางด้านสิ่งทอ

วัสดุสิ่งทอเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในชีวิตประจำวัน ใช้กันอย่างกว้างขวางเป็นเสื้อผ้า และในงานอุตสาหกรรม เช่น ทำเชือก รอยางรถยนต์ หุ้มสายไฟฟ้า แหวน ผ้าปิดผนังใช้ในอาคาร แก้วและพรม¹

1. เส้นใย (Fibers)²

ตามนิยามแล้ว เส้นใยหมายถึงวัสดุหรือสารใด ๆ ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น เป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของผ้า ไม่สามารถแยกย่อยในเชิงกลได้อีก มีความยาวมากกว่า ความกว้างหลายเท่า และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำผ้าหรือเส้นด้ายได้

1.1 ประเภทของเส้นใย

เส้นใยสามารถแยกประเภทได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดแบ่ง ในที่นี้จะแบ่งตามแหล่งกำเนิดของเส้นใยซึ่งจะแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์ ในกลุ่มของเส้นใยธรรมชาติยังแบ่งย่อยได้อีกเป็นเส้นใยที่มาจากพืช จากสัตว์ และจากแร่ ส่วนเส้นใยประดิษฐ์สามารถแยกเป็นเส้นใยที่ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยที่ประดิษฐ์จากวัสดุอื่นๆ

¹ อัจฉราพร ไสละสูต และ ชิงรุ วาดานาเบ, วิศวกรรมสิ่งทอ. (กรุงเทพฯ : Shaken CO.LTD , 2520), 7.

² ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค), ความรู้และเทคโนโลยีสิ่งทอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก http://www2.mtec.or.th/th/research/textile/textile_sci.html

1. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers)

เส้นใยพืช เช่น ฝ้าย ลินิน ปอ งามี ป่าน นุ่น

เส้นใยสัตว์ เช่น ขนสัตว์ (wool) ไหม (silk) ผม (hair)

เส้นใยแร่ เช่น แร่ใยหิน (asbestos)

2. เส้นใยประดิษฐ์ (Man-made fibers)

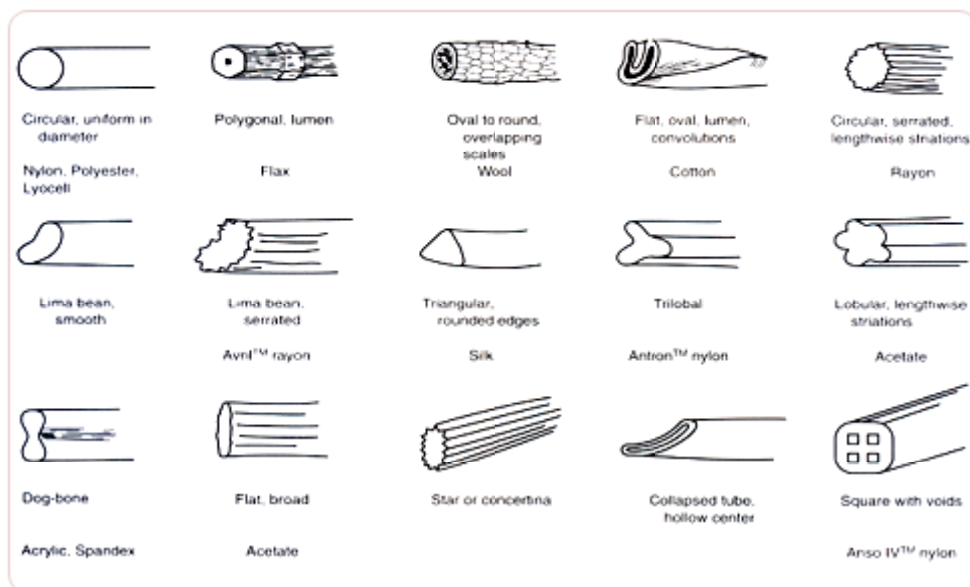
เส้นใยประดิษฐ์จากธรรมชาติ เช่น เรยอน อะซิเตด ไตรอะซิเตด

เส้นใยสังเคราะห์ เช่น โอลิฟินส์ โพลีเอสเตอร์ โพลีอามิด ไนลอน

เส้นใยแร่และเหล็ก เช่น โลหะ แก้ว เซรามิก กราไฟต์

1.2 รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใย

รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยมีผลต่อความเป็นมันวาว ลักษณะเนื้อผ้า และสมบัติต่อผิวสัมผัส เส้นใยมีรูปร่างหน้าตัดที่หลากหลายกัน เช่น วงกลม สามเหลี่ยม ทรงคล้ายกระดูก (dog bone) ทรงรูปถั่ว (bean-shaped) เป็นต้น



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะภายนอกของเส้นใยและรูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยแต่ละชนิด³

³ เรื่องเดียวกัน.

ความแตกต่างของรูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยธรรมชาติเกิดจากลักษณะการสร้างเซลล์โลสในขณะที่พืชเติบโต เช่นในเส้นใยฝ้าย หรือการกระบวนการสร้างโปรตีนในสัตว์ เช่น ขนสัตว์ หรือรูปร่างของช่อง (orifice) ในตัวไหมที่ทำหน้าที่ฉีดเส้นใยไหมออกมา สำหรับเส้นใยประดิษฐ์รูปร่างของหน้าตัดของเส้นใยขึ้นอยู่กับรูปร่างของรูในหัวฉีด

1.3 องค์ประกอบทางเคมีและการเรียงตัวของโมเลกุล

เส้นใยประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมาก โมเลกุลเหล่านี้มีลักษณะเป็นเส้นยาว เรียกว่าโพลิเมอร์ (polymer) ที่เกิดจากการเรียงตัวของหน่วยโมเลกุลเล็กๆคือ มอนอเมอร์ (monomer) และเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีด้วยกระบวนการสังเคราะห์ที่เรียกว่า โพลิเมอไรเซชัน (polymerization) ขนาดของโพลิเมอร์ขึ้นอยู่กับความยาวของโมเลกุลซึ่งบอกได้จากจำนวนของมอนอเมอร์ที่อยู่ในโพลิเมอร์นั้น (degree of polymerization) โพลิเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลยาวจะมีน้ำหนักโมเลกุล มากกว่าโพลิเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลสั้นเนื่องจากจำนวนมอนอเมอร์ที่มากกว่านั่นเอง ซึ่งจะมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นใยที่โพลิเมอร์นั้นเป็นองค์ประกอบอยู่

โมเลกุลหรือโพลิเมอร์ที่อยู่ในเส้นใยจะมีการเรียงตัวแตกต่างกัน เมื่อแต่ละโมเลกุลมีการเรียงตัวอย่างไร้ทิศทาง (random) จะทำให้เส้นใยบริเวณนั้นมีความเป็นอสัณฐาน (amorphous) ส่วนในบริเวณที่โมเลกุลมีการเรียงซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบจะมีความเป็นผลึก (crystalline) เกิดขึ้น เส้นใยที่มีความเป็นผลึกมากจะมีความแข็งแรงมากกว่าเส้นใยที่มีความเป็นผลึกน้อย อย่างไรก็ตาม ปริมาณความเป็นผลึกไม่ใช่ปัจจัยที่กำหนดความแข็งแรงของเส้นใย หากรวมไปถึงทิศทางการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่เป็นระเบียบเหล่านี้ด้วย ถ้าโมเลกุลมีการจัดเรียงตัวอยู่ในทิศทางที่ขนานกับแกนตามความยาวของเส้นใย จะช่วยให้เส้นใยมีความแข็งแรงมาก เนื่องจากโมเลกุลเรียงตัวในทิศทางเดียวกับแรงที่กระทำต่อเส้นใย(ตามความยาว) ทำให้สามารถมีส่วนช่วยในการรับแรงเต็มที่ เรียกว่าเส้นใยนั้นมีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่ดี (oriented fiber) ในอีกกรณีหนึ่งแม้เส้นใยจะมีบริเวณที่เป็นผลึกมาก แต่มีทิศทางการจัดเรียงตัวที่ไม่ขนานกับแกนตามยาวของเส้นใย โมเลกุลก็ไม่สามารถรับแรงในทิศทางการดึงเส้นใยได้เต็มที่ทำให้มีความแข็งแรงน้อยกว่าในกรณีแรก ดังนั้นในกระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์ จึงต้องมีการดึงยืดเส้นใยที่ออกมาจากหัวฉีด เพื่อเพิ่มความเป็นผลึกโดยการจัดเรียงโมเลกุลให้เป็นระเบียบ และ ทำการจัดเรียงโมเลกุลที่เป็นระเบียบเหล่านี้ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแกนตามยาวของเส้นใย กระบวนการนี้เรียกว่าการดึงยืด (stretching หรือ drawing)

1.4 คุณสมบัติรูปลักษณ์ (Aesthetic properties)

รูปลักษณ์ภายนอกของผ้ามักเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ว่ามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้หรือไม่ คุณสมบัติเหล่านี้ได้แก่ความเป็นมันวาว การทึงตัวของผ้า เนื้อผ้า และสัมผัส

1.4.1 ความเป็นมันวาว (Luster)

คุณสมบัตินี้เกี่ยวข้องกับปริมาณแสงที่ถูกสะท้อนกลับโดยผิวหน้าของผ้า ซึ่งผ้าที่สะท้อนแสงกลับออกมาจะมีความเป็นมันวาวมาก สมบัตินี้ขึ้นอยู่กับลักษณะผิวหน้าของเส้นใย ด้าย สารเติมแต่ง และโครงสร้างผ้า ผ้าไหมเป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีความมันวาวสูงเนื่องจากเส้นใยไหมมีผิวหน้าที่เรียบและเป็นเส้นยาวต่อเนื่อง (filament) การเลือกกระดัดของความมันวาวของผ้ามักขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน

1.4.2 การทึงตัวของผ้า (Drape)

สมบัติการทึงตัวของผ้าเกี่ยวข้องกับลักษณะที่ผ้าตกลงบนรูปร่างที่เป็น 3 มิติ เช่นบนร่างกาย หรือบนโต๊ะ ว่าสามารถโค้งงอตามรูปทรงที่ผ้าวางอยู่ได้มากน้อยเพียงใด ผ้าที่สามารถทึงตัวได้ดีก็จะดูอ่อนนุ่ม สามารถจัดเข้ากับรูปทรงได้ง่าย ส่วนผ้าที่ทึงตัวได้น้อยมักจะมี ความแข็ง คุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของเส้นใย รวมทั้งลักษณะของเส้นด้ายและ โครงสร้าง (การถักทอ) ของผ้าด้วย

1.4.3 เนื้อผ้า (Texture)

เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องทั้งด้านที่มองเห็นด้วยตาและที่สัมผัสด้วยมือ ผ้าอาจจะมีผิวที่ดูเรียบ หรือขรุขระ ผ้าที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติมักจะมีผิวที่ดูไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับผ้าที่ทำจากเส้นใยประดิษฐ์ที่มีผิวเรียบ คุณสมบัติของเนื้อผ้าขึ้นอยู่กับความเรียบของผิวหน้าของเส้นใยและเส้นด้าย ลักษณะการถักทอผ้าและการตกแต่งสำเร็จก็มีผลต่อคุณสมบัติเนื้อผ้าเช่นกัน

1.4.4 คุณสมบัติต่อผิวสัมผัส (Hand)

คุณสมบัติต่อผิวสัมผัสเกี่ยวข้องกับความรู้สึกลึกตื้นผิวเมื่อสัมผัสกับเนื้อผ้า ผ้าแต่ละชนิดอาจให้ความรู้สึกเย็น อุ่น หนา บาง ลื่น หรือนุ่ม แตกต่างกันไป สมบัตินี้ขึ้นอยู่กับสมบัติผิวหน้าของเส้นใย และเส้นด้าย รวมทั้งโครงสร้าง (การถักทอ) ของผ้าด้วย

1.5 ความทนทาน

ความทนทานของผ้ามีผลมาจากความคงทนของเส้นใยเป็นหลักซึ่งจะมีผลต่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ทำจากผ้านั้นๆ คุณสมบัติความทนทานของผ้าครอบคลุมทั้งการทนต่อแรงขัดถู (abrasion resistance) ทนต่อแรงดึง (tenacity)

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเหนียวของเส้นใยแต่ละชนิด⁴

ใยผ้า	แห้ง (กรัม/เดนเชอร์)	เปียก (กรัม/เดนเชอร์)
ชนิดเหนียวมาก		
บ้านราม	6.7	8.7
ลินิน	6.6	8.4
แก้ว	6.5	6.5
ไนลอน	5.8	5.4
เตครอน	4.8	4.8
ชนิดเหนียวปานกลาง		
ไหม	4.5	3.9
ออร์ลอน	4.5	4.4
ผ้าฝ้าย	3.8	4.8
เซแฟรน	3.6	3.1
ไคเนต	3.0	3.0
อคริลิค	2.5	2.0
ชนิดเหนียวน้อย		
วิสคอส	2.0	1.0
คิวปราโมเนียม	2.0	1.0
อาซิเตค	1.5	0.8
ขนสัตว์	1.3	0.8

1.5.1 การคงทนต่อการขาด

เส้นใยที่มีความแข็งแรงเป็นคุณสมบัติที่บอถึงความสามารถของผ้าที่ทนต่อแรงขาด หรือเสียดสี ที่มักเกิดขึ้นตลอดเวลาการใช้งานของสิ่งทอโดยเฉพาะเสื้อผ้า

1.5.2 ความทนต่อแรงดึง

เป็นความสามารถของผ้าในการทนต่อแรงดึง ซึ่งความแข็งแรงนี้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเส้นใยแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของเส้นด้ายและการขึ้นรูปเป็นผ้าอีกด้วย

1.5.3 ความคงทนต่อการพับงอ

ความสามารถในการพับงอไปมาโดยไม่ขาด (flexibility) เป็นคุณสมบัติสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความทนของผ้าด้วยเช่นกัน

⁴ อัจฉราพร ไสละสุต, ความรู้เรื่องผ้า (กรุงเทพฯ ฯ : ศูนย์หนังสือกรุงเทพ ฯ , 2529) , 23.

1.6 ความใส่สบาย (Comfort properties)

ความใส่สบายเกี่ยวข้องกับการที่ผู้สวมใส่รู้สึกเมื่อสวมใส่สิ่งทอภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมต่างๆ คุณสมบัตินี้มีความซับซ้อนเพราะนอกจากจะขึ้นอยู่กับสมบัติเส้นใยและโครงสร้างของผ้าที่เกี่ยวข้องจริงต่อความรู้สึกสบายในการสวมใส่แล้ว ยังขึ้นอยู่กับอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งสำคัญมากคือความรู้สึกพึงพอใจของผู้สวมใส่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์สิ่งทอนั้นๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความแตกต่างหลากหลายขึ้นอยู่กับรสนิยมส่วนตัว และทัศนคติที่ผู้สวมใส่มีต่อผลิตภัณฑ์ ปัจจัยสำคัญแรกเกิดจากตัวผลิตภัณฑ์เอง คือ การดูดซับน้ำ (Absorbency) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของเส้นใยที่จะดูดซับโมเลกุลของน้ำจากร่างกาย (ผิวหนัง) หรือจากอากาศโดยรอบๆ

จากที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นได้ว่าสมบัติของผ้าไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมบัติของเส้นใยเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีกหลายอย่าง เช่น ชนิดและโครงสร้างของเส้นด้าย กระบวนการผลิตผ้า เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อรูปลักษณะ เนื้อผ้า ราคา สมรรถนะการใช้งาน รวมไปถึงการดูแลรักษา สารเติมแต่งก็มีผลต่อคุณสมบัติด้านสัมผัส (hand properties) รูปลักษณะ และสมรรถนะการใช้งานของผ้าด้วยเช่นกัน

2 เส้นด้าย (Yarns)⁵

เส้นด้ายจะมีลักษณะเป็นเส้นยาวที่ประกอบขึ้นจากเส้นใยหลายๆเส้นรวมกัน โดยอาจมีการขึ้นเกลียวหรือไม่ก็ได้

2.1 ประเภทของเส้นด้าย เส้นด้ายแบ่งเป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ เส้นด้ายจากเส้นใยสั้น (spun yarn) เส้นด้ายจากเส้นใยยาว (filament yarn) และ เส้นด้ายชนิดพิเศษ (special yarn)

2.1.1 เส้นด้ายจากเส้นใยสั้น (Spun yarn)

ประกอบด้วยเส้นใยสั้นที่ขึ้นเกลียว (twist) เพื่อให้ยึดติดกันเป็นเส้นด้าย ผิวมักจะไม่มีเรียบ เนื่องจากมีปลายของเส้นใยโผล่ออกมา

2.1.2 เส้นด้ายจากเส้นใยยาว (Filament yarn)

ประกอบด้วยเส้นใยยาว (filament) ที่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยอาจจะมีการขึ้นเกลียวเพียงเล็กน้อย ผิวมีลักษณะเรียบ เส้นใยอาจมีลักษณะเป็นเส้นตรงเรียงกัน หรือมีลักษณะฟู (bulky) เนื่องจากการทำหยัก (crimp) บนเส้นใยยาว

⁵ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค), ความรู้และเทคโนโลยีสิ่งทอ.

2.1.3 เส้นด้ายชนิดพิเศษ (Special yarn)

เป็นด้ายที่มีผลิตขึ้นเพื่อใช้ในงานเฉพาะทาง

2.2 ขนาดของด้าย (Yarn size)⁶

ขนาดของด้ายสามารถวัดได้ด้วยการระบบวัดหลายแบบ คือเลขด้าย (yarn number) ดีเนียร์ (denier) และ เท็กซ์ (tex)

2.2.1 ระบบการวัดแบบเลขด้าย (yarn number) มักใช้กับด้ายที่ทำด้วยเส้นใยสั้น (spun yarn) โดยเป็นค่าความยาว (หลา) ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์ของด้าย หน่วยวัดความยาวหนึ่งที่ใช้ในระบบนี้คือ แฮงก์ (hank) โดย 1 แฮงค์ยาว 840 หลา ด้ายที่มีขนาดเล็กก็จะมีค่าเลขด้ายสูงกว่าด้ายที่มีขนาดใหญ่กว่า

2.2.2 ดีเนียร์ (denier) ใช้กับด้ายที่ทำด้วยเส้นใยยาว เป็นการวัดค่าน้ำหนัก (กรัม) ต่อความยาว 9000 เมตร เช่นเดียวกับที่ใช้กับเส้นใย

2.2.3 เท็กซ์ (tex) ใช้กับด้ายที่ทำด้วยเส้นใยยาว เป็นการวัดค่าน้ำหนัก (กรัม) ต่อความยาว 1000 เมตร

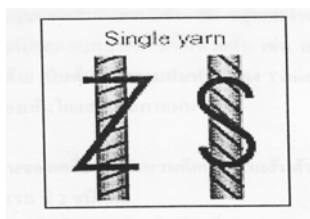
2.2.4 กระบวนการผลิตด้าย (yarn manufacturing)

กระบวนการผลิตด้ายจากเส้นใยสั้น จะมีกระบวนการหลายขั้นตอน กว่าการผลิตด้ายจากเส้นใยยาว การนำเอาเส้นใยมารวมกัน แล้วขึ้นเกลียว และกระบวนการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยสั้น เช่น กระบวนการผลิตของเส้นใยฝ้าย มีขั้นตอนโดยรวมดังนี้

การผลิตด้ายจากเส้นใยสั้น (spun yarn) มีขั้นตอนกระบวนการผลิตดังนี้

1. การเปิด (opening) เป็นการทำให้เส้นใยที่อัดอยู่ในเบล (bale) เปิดออก และกระจายตัวรวมทั้งทำการผสมเส้นใยให้ทั่วถึง(uniform)มากขึ้น
2. การสาวใย (carding) เป็นการทำให้เส้นใยเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน เส้นใยมีการสานกันไปมาเป็นใย(web)บาง
3. การดึง (drawing) เป็นการเพิ่มการจัดทิศทางของเส้นใยให้ขนานกันมากขึ้น โดยใย (web) ที่ได้จะถูก ดึงผ่านลูกกลิ้งที่มีความเร็วต่างกัน ทำให้เกิดเป็นเส้นด้ายที่มีการรวมตัวของเส้นใยอย่างหลวมๆ
4. การขึ้นเกลียว (roving) เป็นการดึงเพิ่มเติมเพื่อจัดเส้นใยให้มีการเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น มีการขึ้นเกลียวชนิดน้อยเพื่อเพิ่มแรงยึดระหว่างเส้นใย

⁶ เรืองเดียวกัน.



ภาพที่ 2 แสดงเกลียวของเส้นด้าย จะมีเกลียว 2 แบบ คือ Z -turn และ S -turn⁷

5. การปั่นเส้นด้าย (spinning) เป็นการนำเอาด้ายที่มีการขึ้นเกลียวเล็กน้อย มาขึ้นเกลียวเพิ่ม เพื่อให้ได้ เส้นด้ายที่มีความแข็งแรง

3. ผ้า (Fabrics)

ผ้า หมายถึงวัสดุที่เป็นผืนมีความกว้างและความยาวผลิตมาจากเส้นใย จะทำเป็นเส้นด้าย ก่อนหรือไม่ก็ได้ และจะทำเป็นผ้าด้วยวิธีใดก็ได้ เมื่อแบ่งแยกตามลักษณะการผลิต สามารถแบ่ง ประเภทของผ้าออกเป็น 3 แบบ คือ ผ้าทอ(woven fabrics) ผ้าถัก(knitted fabrics) และผ้าอัด (nonwovens)

3.1 ผ้าทอ เป็นการผลิตจากการใช้เส้นด้ายสองกลุ่มหรือมากกว่า มาสอดขัดกันเป็นมุมฉากซึ่งกันและกัน เรียกว่าเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ผ้าทอจะสามารถละเส้นด้ายออกจากผืนผ้า ได้ทีละเส้น มีแนวของเส้นด้าย (grain) ที่บอกตำแหน่งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ส่วนแนวเฉียงที่แท้จริง (truebias) คือเส้นทแยงมุม ในผืนผ้าสี่เหลี่ยม

การทอพื้นฐานจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

3.1.1 การทอลายขัด – เป็นการทอเส้นด้ายยืนสอดขัดสลับกับเส้นด้ายพุ่งเป็นมุมฉาก เส้นด้ายยืนทุกเส้นจะสอดกับเส้นด้ายพุ่งทุกเส้นทำให้เกิดการสอดขัดสลับกัน ตลอดความยาวของ ผืนผ้า ลักษณะเฉพาะของการทอแบบนี้ก็คือผ้าที่ได้จะไม่มีด้านถูกและด้านผิด จึงสามารถใช้งานได้ ทั้ง 2 ด้าน ยกเว้นจะมีการตกแต่งบนผิวผ้าด้านใดด้านหนึ่ง การสอดขัดของเส้นด้าย 2 หมู่เช่นนี้ทำให้ได้ผ้าค่อนข้างแน่น ทนทาน ไม่ลู่ง่าย ผิวผ้าเรียบ เหมาะสำหรับใช้เป็นผ้าสำหรับพิมพ์ลายหรือ ขัดลายนูนเป็นลวดลายต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดเป็นเนื้อผ้าชนิดต่างๆ ดังนี้ ผ้าทอลายขัดเนือบาง ผ้าทอลายขัดเนือปานกลาง ผ้าทอลายขัดเนือหนา และ ผ้าทอลายขัดดัดแปลง

⁷ อัจฉราพร ไสละสูต, ความรู้เรื่องผ้า, 239.

3.1.2 การทอลายสอง – เป็นการทอชนิดหนึ่งที่เส้นด้ายยืนหรือเส้นด้ายพุ่งแต่ละเส้นจะสอดข้ามอีก เส้นหนึ่งไปสองเส้นหรือมากกว่า แล้วอาจสอดข้ามไปทางด้านหน้าหรือหลังครั้งละ 1 เส้น การทอเช่นนี้ทำให้เกิดลายผ้าเป็นแนวเส้นทแยงที่เห็นชัดเจนไปทางด้านซ้ายหรือ ขวา การทอลายสองมักระบุเป็นตัวเลข เช่น 2/1 อ่านว่า “ขึ้นสอง ลงหนึ่ง” ลักษณะเฉพาะของการทอแบบนี้ก็คือมีด้านถูกและด้านผิด แต่ไม่มีด้านขึ้นและด้านลง เนื่องจากการสอดขัดกันน้อยครั้งทำให้เส้นด้ายสามารถเคลื่อนไหวอิสระมากขึ้น จึงทำให้ผ้ามีความอ่อนนุ่มขึ้น สามารถโค้งงอ (ทิ้งตัว) ได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าทอลายขัด อีกทั้งยังคืนรอยยับได้ดีกว่า นอกจากนี้ผ้าลายสองยังสามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆตามลักษณะของเนื้อผ้าได้ดังนี้ ผ้าทอลายสองธรรมดา และ ผ้าทอลายสองสมดุล

3.1.3 การทอตัวน – เป็นการทอที่เส้นด้ายยืนแต่ละเส้นสอดข้ามเส้นพุ่ง 4 เส้น (4/1) และไปขัดกับด้ายเส้นที่ 5 สอดข้ามไปด้านขวาหรือด้านซ้าย ทำให้เห็นเส้นยืนลอยอยู่บนหน้าผ้าเป็นส่วนใหญ่ เรียกว่าตัวนด้ายยืน ถ้าหากใช้ด้ายพุ่งข้ามเส้นด้ายยืน 4 เส้น แล้วสอดขัดกับด้ายยืนเส้นที่ 5 (1/4) ตามลำดับไปทางด้านขวาหรือซ้าย เรียกว่าตัวนด้ายพุ่ง มีลักษณะเฉพาะของการทอแบบนี้คือจะมีด้านถูกและด้านผิด ด้านถูกจะมีความมันเงา ส่วนด้านผิดจะไม่เงาหรือมีความขรุขระ ถ้าเส้นด้ายลอยข้ามยาวไม่มากจะทำให้ผ้าจะมีความแข็งแรง เนื้อแน่น แต่ถ้าด้ายข้ามยาวก็จะทำให้เนื้อผ้า มีความเงามันมาก ทิ้งตัวดี ลมผ่านยาก ทำให้ผ้าเนบเนื้อเวลาเดินด้านลม แต่เส้นด้ายที่ยาวข้ามจะทำให้ถูกเกี่ยวขาดได้ง่าย ไม่ทนต่อการขัดถู จึงไม่ค่อยทนทาน

3.1.4 การทอขน (pile weave) เช่น การทอขนด้วยเส้นลวด การทอผ้าขนหนู การทอขนแบบผ้าสองผืน แบ่งเป็นการทอขนด้ายยืน และการทอขนด้ายพุ่ง

3.1.5 การทอยกดอก (figure weave) เช่น การทอยกดอกแบบแจ็คการ์ด การทอแบบ tapestry การทอยกดอกขนาดเล็ก การทอเลโน หรือการทอกอซ การทอลายจุด การทอดอกแบบซิกแซก การทอปีกดอก

3.2 ผ้าถัก – ผลิตจากการใช้ด้ายเส้นเดียวหรือมากกว่า มาทำให้เกิดเป็นห่วงสอดคล้องกันต่อเนื่อง ผ้าถักจึงสามารถเลาะออกได้เฉพาะตรงปลายสุดเท่านั้น ห่วงที่เรียงไปตามแนวนอนเรียกว่า คอर्स (course) เปรียบได้กับแนวเส้นด้ายพุ่งของผ้าทอ ส่วนห่วงที่เรียงขึ้นไปตามแนวตั้งเรียกว่า เวล (wale) เปรียบได้กับแนวเส้นด้ายยืนของผ้าทอ เข็มเป็นอุปกรณ์หลักที่ทำให้เกิดห่วงและการคล้องเกี่ยวอย่างต่อเนื่อง ผ้าถักนี้มีคุณสมบัติที่สำคัญคือความยืดหยุ่น สามารถยืดขยายไปตามสรีระและการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ผ้าถักจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

3.2.1 ผ้าถักด้ายพุ่ง (weft knit) – เกิดจากห่วงคล้องกันต่อเนื่องตามแนวนอน ทุกๆห่วงเกิดจากเส้นด้ายเส้นเดียวกัน ลักษณะของห่วงมีความแตกต่างกันคือ ห่วงถักที่ให้ห่วงใหม่สอด

ขึ้นจากด้านหลังห่วงเดิม (plain knit) มองเห็นลูกโซ่ตามแนวตั้ง ด้านหลังเห็นลูกคลื่นตามขวาง การถักลักษณะนี้ได้แก่ ผ้าเจอร์ซี่ (single jersey) ผ้าถักเฟิล และผ้าถักกริม

3.2.2 ผ้าถักด้ายยืน (warp knit) – ผ้าเกิดจากห่วงคล้องต่อเนื่องกันตามแนวตั้ง แต่ละแถวของห่วงถักตามแนวตั้ง เกิดจากการใช้เส้นด้ายแต่ละเส้นคล้องคล้องกันกับห่วงถักในแนวแถวต่อไป ได้แก่ ผ้าเจอร์ซี่ทริโก (jersey tricot) และ ผ้าทริโกตัวน (tricot satin)

3.3 ผ้าอัด – ผลิตจากการใช้เส้นด้ายใยสั้นหรือใยยาว นำมาโรยให้เป็นแผ่น แล้วใช้ความร้อน สารเคมี และแรงอัด ช่วยให้เส้นด้ายเกาะเกี่ยวติดกันเป็นแผ่นได้ สามารถกำหนดความหนาของผ้าและความหนาแน่นของผ้าได้ตามต้องการ

4 การทดสอบสิ่งทอ⁸

การทดสอบสิ่งทอเป็นการทดสอบที่จะต้องมีความรู้มาตรฐานที่ยอมรับในระดับสากล แต่ละประเทศจะมีมาตรฐานการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในประเทศ ตัวอย่าง มาตรฐานการทดสอบมีดังนี้

ประเทศ	ชื่อมาตรฐาน	ชื่อย่อ
อังกฤษ	British Standard	BS
สหรัฐอเมริกา	American Association of Textile Chemists and Colorists	AATCC
สหรัฐอเมริกา	American Society for testing And Materials	ASTM
ญี่ปุ่น	Japanese Industrial Standard	JIS
เยอรมันนี	Deutsches Intitut for Normung	DIN
ออสเตรเลีย	Standard Association of Australia	AS
มาตรฐานระหว่างประเทศ	International Organization for Standardization	ISO

⁸ลิลี่ โกศยยานนท์, คู่มือวิชาการสิ่งทอ (กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์สิ่งทอ, 2541).

หลักการ คือ ใช้มาตรฐานการทดสอบของประเทศที่จะส่งไปสิ่งทอนั้นไป ยกเว้นจะตกลงกันเป็นอย่างอื่น การทำการทดสอบในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เป็นตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ตัวอย่าง

ภาวะมาตรฐาน ตามมาตรฐาน ISO และ BS คือ

ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 2\%$

อุณหภูมิ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$

ภาวะมาตรฐาน ตามมาตรฐาน ASTM คือ

ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 2\%$

อุณหภูมิ $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$

4.1 การทดสอบโครงสร้างผ้า (fabric Structure) โดยทั่วไปใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ส่องดูลายผ้าเพื่อหาชนิดของลายทอ/ถัก และนับจำนวนเส้นด้ายยืน – ด้ายพุ่ง ต่อความยาว (นิ้วหรือเซนติเมตร) ในกรณีของผ้าทอ หรือนับจำนวนห่วงต่อความยาวในกรณีผ้าถัก

4.2 การหาความหนาของผ้า (fabric thickness) หมายถึงระยะตั้งฉากระหว่างผิวหน้าทั้งสองด้านของผ้าภายใต้ แรงกดที่กำหนด ผ้าจะถูกวางลงบนแป้นรองรับของเครื่องวัดความหนา จากนั้นวางแป้นน้ำหนักลงบนผ้าแล้ววัดความหนาของผ้าโดยทำการวัดความหนาของผ้าหลาย ๆ ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างมาตรฐานการวัดความหนาของผ้าที่ใช้ คือ ASTM D 1777 – 64 (1975) “Measuring Thickness of Textile Materials”

4.3 การทดสอบหาความกว้าง – ยาวของผ้า

ความกว้างของผ้าเป็นนิ้วหรือเซนติเมตร จะถูกจำกัดโดยความกว้างของเครื่องจักรสามารถทดสอบโดยนำผ้าตัวอย่างวางไว้ในห้องควบคุมภาวะมาตรฐานการทดสอบกำหนด จากนั้นใช้ไม้ที่มีสเกลวัดความกว้างของผ้าโดยที่ไม่มีแรงดึง และวัดความยาวของผ้าขณะไม่มีแรงดึงเช่นเดียวกัน ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ คือ ASTM D 3773 – 90 “Length of Woven Fabric” และ ASTM D 3774 – 89 “Width of Woven Fabric”

4.4 การทดสอบวัดความแข็งแรงผ้า (fabric strenght) มีหลายวิธี เช่น การทดสอบหาแรงดึง ณ จุดขาด การทดสอบความทนทานต่อการฉีกขาดของผ้า และการทดสอบแรงดันทะลุ

4.4.1 การทดสอบหาแรงดึงและการยึดตัวที่ทำให้ผ้าทอขาด

วิธีแกรบ นำชิ้นผ้าทอยึดไว้กับเครื่องทดสอบ เมื่อมีแรงดึง ผ้าจะถูกยืดออกจนขาดในที่สุด แรงที่ใช้ดึงให้ชิ้นทดสอบขาด เรียกว่า **แรงดึงขาด (breaking load)** และความยาวที่

เพิ่มขึ้นขณะที่ขึ้นทดสอบขาดคิดเป็นร้อยละ ของความยาวเดิมเรียกว่า **การยืดตัวขณะขาด** (breaking Extension หรือ elongation at break)

วิธีแบบสตริป (strip) จะต้องถูกเลาะด้ายยื่นออกทั้ง 2 ข้าง จนเหลือความกว้างของผ้าตามที่กำหนดไว้ใน การทดสอบ เพื่อ ลดแรงต้านทานเสริมจากเส้นด้ายยื่นข้างเคียงเวลาดึงยืดผ้าออกขณะทดสอบ

ตัวอย่างมาตรฐานการทดสอบที่ใช้ คือ ISO 13934 -1 : 1999 “Part 1 : Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method. Part 2: Determination of maximum force using the grab method.”

4.4.2 การทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาดของผ้าทอ

วิธีทดสอบแบบที่ 1 ขึ้นทดสอบผ้าทอจะถูกตัดเป็นรอยแยกไว้ก่อน ปลายทั้งสองของรอยแยกจะถูกเครื่องจับไว้ เครื่องจะดึงปลายทั้งสองให้รอยขาดที่ตัดไว้เพิ่มขึ้น แรงทำให้เส้นด้ายขาดจะถูกบันทึกไว้ จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ คือ ASTM D 2261-83 “Tearing Sterength of Woven Fabrics by the Tongue Method”

วิธีทดสอบแบบที่ 2 โดยใช้เครื่องทดสอบเอลเมนดอร์ฟ (Elmendorf test) สามารถทำได้โดยตัดผ้าให้ได้ขนาดตามที่มาตรฐานกำหนด ยก pendulum ของเครื่องขึ้น แล้วหนีบผ้าไว้กลับเครื่องทดสอบใช้ใบมีดของเครื่องตัดขาดตามที่มาตรฐานกำหนด จากนั้นปล่อย pendulum ให้ตกลงมาตัดผ้าจนขาด เครื่องจะบอกค่าเฉลี่ยแรงฉีกขาด ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ คือ ASTM D 1424-83 “Tear Resistance of Woven Fabrics by Filling Pendulum (Elmendorf) Apparatus ”

4.4.3 การทดสอบหาความต้านแรงดันทะลุและระยะโป่งทะลุของผ้า

การทดสอบนี้นิยมใช้ทดสอบผ้าถัก ผ้าขึ้นทดสอบจะถูกวางลงบนไดอะแฟรมและถูกรัดด้วยวงแหวน ไดอะแฟรมจะเริ่มโป่งออกเนื่องจากการเพิ่มความดัน ไดอะแฟรมจะดันผ้าจนกระทั่งผ้าขาด ความดันสูงสุดที่ดันขึ้นทดสอบรูปกลมให้โป่งออกจนขาด คือ ความต้านทานแรงดันทะลุ (bursting strength) ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ คือ ISO 13938-1 “Textiles-Bursting properties of fabrics method for determination of bursting strength and bursting distension”

แนวคิดทางด้านอาวุธปืนและกระสุนปืน

อาชญากรรมที่กระทำโดยใช้อาวุธปืนในการประทุษร้ายต่อชีวิต ร่างกาย ในประเทศไทยนั้นนับว่าเป็นปัญหาใหญ่ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กระทรวงมหาดไทย ตลอดจนผู้มีส่วนในกลไกของการรักษาความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ พยายามออกกฎหมาย กฎระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ เพื่อควบคุมการมีและการใช้อาวุธปืนของประชาชนให้อยู่ในขอบเขตตามภารกิจหน้าที่และความจำเป็นที่เกิดขึ้น ซึ่งก็ได้ผลดีในระดับหนึ่ง เนื่องจากอาวุธปืนที่ใช้กันอยู่ประเทศไทยนั้นมีจำนวนมาก และส่วนหนึ่งก็เป็นอาวุธปืนที่อยู่นอกกฎหมาย หรือเรียกว่าปืนเถื่อน ไม่ว่าจะเป็นอาวุธปืนที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยโดยผิดกฎหมาย ซึ่งมีแหล่งผลิตอยู่ในเกือบทุกภาคของประเทศ อาวุธปืนที่ผลิตจากต่างประเทศ และลักลอบนำเข้ามาในประเทศไทย หรืออาวุธปืนแบบที่นายทะเบียนจะออกใบอนุญาตให้ไม่ได้ เช่น ปืนยิงเร็ว ปืนกล เครื่องยิงกระสุนระเบิด ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะลักลอบนำเข้ามาทางชายแดนและเป็นอาวุธปืนที่ผลิตในต่างประเทศ จึงต้องมีมาตรการป้องกันและปราบปราม มีบทลงโทษที่หนักขึ้น เพื่อไม่ให้ผู้ใดมีไว้ครอบครองเพื่อใช้ในการกระทำความผิดต่อไป

ในการสืบสวนคดีเกี่ยวกับอาวุธปืน วัตถุพยานต่าง ๆ เกี่ยวกับอาวุธปืน และเครื่องกระสุนปืน ตลอดจนหมอนกระสุนปืนลูกซอง หรือลูกกระสุนปรายกระสุนปืนลูกซอง ฯลฯ ซึ่งได้จากสถานที่เกิดเหตุ ผู้บาดเจ็บ หรือศพ และการตรวจวิถีกระสุนปืน จำเป็นต้องมีการตรวจพิสูจน์เพื่อเป็นข้อมูลในการสืบสวนนำไปใช้หาตัวผู้กระทำความผิด และทราบถึงพฤติการณ์การกระทำของคนร้าย

สำหรับอาวุธปืนนั้น สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เพื่อทราบเครื่องหมายเลขทะเบียนและเลขหมายประจำปืน ทำให้ทราบได้ว่าเจ้าของปืนเป็นใคร นอกจากนั้นยังอาจตรวจพิสูจน์หาลายนิ้วมือแฝงที่อาวุธปืนและซองกระสุนปืนได้ด้วย

ส่วนปลอกกระสุนปืนและลูกกระสุนปืน ก็สามารถนำมาตรวจพิสูจน์ได้ว่าเป็นชนิด ขนาดใด ใช้ยิงมาจากปืนชนิดใด ขนาดใดบ้าง และท้ายที่สุดเมื่อฝ่ายสืบสวนสอบสวนสามารถยึดอาวุธปืนที่ต้องสงสัยได้ ฝ่ายตรวจพิสูจน์ก็สามารถตรวจยืนยันได้ว่าลูกกระสุนปืนและปลอกกระสุนปืนนั้นใช้ยิงมาจากอาวุธปืนที่ต้องสงสัยหรือไม่ ซึ่งเป็นหลักฐานที่สำคัญยิ่งในการที่จะโยงไปถึงตัวคนร้าย และเป็นการยืนยันการกระทำความผิดของคนร้ายได้เป็นอย่างดี⁹

⁹อรรถพล แหม่มสุวรรณวงศ์, พลตำรวจเอก และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 4 (บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 90.

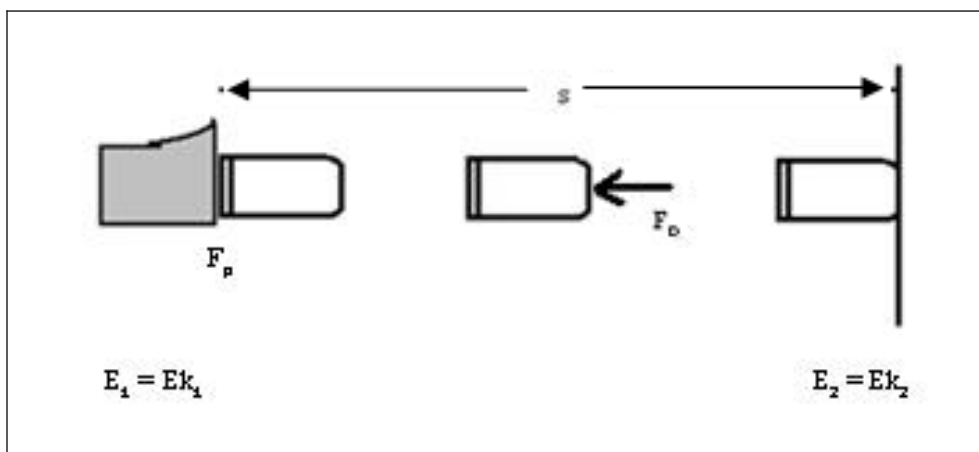
นอกจากนี้ลูกกระสุนปืนและปลอกกระสุนปืนยังสามารถนำมาตรวจสอบเปรียบเทียบด้วยเครื่องตรวจเปรียบเทียบลูกกระสุนปืนและปลอกกระสุนปืนอัตโนมัติ (IBIS = INTEGRATED BALLISTIC IDENTIFICATION SYSTEM) อันจะมีประโยชน์เป็นอย่างมากในการตรวจเปรียบเทียบลูกกระสุนปืนและปลอกกระสุนปืนซึ่งได้จากสถานที่เกิดเหตุ ผู้บาดเจ็บหรือศพโดยไม่ต้องมีอาวุธปืนที่ต้องสงสัย ถ้าหากมีข้อมูลของอาวุธปืนที่ใช้ยิงเก็บไว้ในเครื่องก็จะสามารถบอกได้ทันทีว่าปืนที่ใช้ยิงเป็นกระบอกใด ของใคร อยู่ที่ไหน นอกจากนี้ยังตรวจพิสูจน์ได้ว่ากระสุนปืนหรือปลอกกระสุนปืนนั้น ใช้ยิงมาจากอาวุธปืนกระบอกเดียวกันกับลูกกระสุนปืนหรือปลอกกระสุนปืนในคดีอื่น ๆ หรือไม่

การตรวจพิสูจน์เกี่ยวกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืนนั้น นอกจากจะสามารถใช้เป็นพยานหลักฐานประกอบกับพยานบุคคลในการพิสูจน์ความผิดของคนร้ายแล้ว ยังใช้ประกอบเพื่อคลี่คลายคดีอื่น ๆ เช่น การฆ่าตัวตาย อุบัติเหตุ ด้วย

ทฤษฎีด้านงานและพลังงาน

พลังงาน เป็นปริมาณทางฟิสิกส์อย่างหนึ่ง ที่สามารถเปลี่ยนรูปได้ เช่น พลังงานจากน้ำตกซึ่งเป็นพลังงานกลไปหมุนไดนาโมให้พลังงานไฟฟ้าออกมา ในทางฟิสิกส์จัด พลังงานกล (Mechanical Energy) ออกเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) และพลังงานศักย์ (Potential Energy)¹⁰

¹⁰ จรัส บุญยธรรมา, ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย กลศาสตร์ (กรุงเทพฯ : บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด , 2543).



ภาพที่ 3 แสดงการเคลื่อนที่ของลูกกระสุนปืนและผลรวมของพลังงานจลน์ (E_k) และพลังงานศักย์ (E_p) ที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย

สำหรับลูกกระสุนปืน เมื่อมีการยิงลูกกระสุนปืนจะได้รับการจุดระเบิดพร้อมทั้งเคลื่อนที่ไปตามแนวระนาบด้วยความเร็วเชิงเส้น ทำให้ลูกกระสุนปืนมีพลังงานจลน์ขึ้น แต่จากการที่ลูกกระสุนปืนที่ยิงด้วยอาวุธที่มีเกลียวภายในลำกล้อง ลูกกระสุนปืนเกิดการหมุน จึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุมอีกด้วย ดังนั้นผลรวมของพลังงาน จึงเท่ากับ พลังงานศักย์ รวมกับ พลังงานจลน์ ที่มาจากการเคลื่อนที่เชิงเส้น ($E_k = \frac{1}{2} mv^2$) และเชิงมุม ($E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$) ซึ่ง ณ บริเวณปากกระบอกปืน จะเป็น เป็นค่าพลังงานสูงสุด สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\begin{aligned}(E_1)_{\max} &= E_{k_1} + E_{p_1} \\ (E_1)_{\max} &= \left(\frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} I\omega_1^2 \right) + E_{p_1}\end{aligned}\quad (1)$$

โดย

m คือ มวลของลูกกระสุนปืน

v_1 คือ ความเร็วเริ่มต้น

I คือ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปทรงกระสุนปืน

ω_1 คือ ความเร็วเชิงมุมเริ่มต้น

จากกฎอนุรักษ์พลังงาน (Law of conservation of Energy) ที่กล่าวว่า พลังงานไม่สามารถจะถูกทำลายหรือสร้างขึ้นมาได้ ดังสมการ

$$W_{\text{ext}} = E_2 - E_1$$

$$= \left\{ \left(\frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} I \omega_2^2 \right) + E_{p_2} \right\} - \left\{ \left(\frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} I \omega_1^2 \right) + E_{p_1} \right\} \quad (2)$$

ถ้าไม่มีงานจากแรงภายนอกเข้ามากระทำค่า W_{ext} มีค่าเท่ากับ ศูนย์ จะได้ว่า $E_1 = E_2$ แต่ถ้ามีงานจากแรงภายนอกมากระทำ ค่าพลังงานที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายจะมีค่าไม่เท่ากัน

ในกรณีลูกกระสุนปืนที่เดินทางผ่านอากาศเพื่อไปชนเป้าหมาย อากาศจะมีแรงเสียดทานที่บริเวณผิว หรือ แรงหน่วง¹¹ (Drag force) มากระทำที่ผิวลูกกระสุนปืนตลอดการเคลื่อนที่¹² ซึ่งเป็นงานจากแรงภายนอกเพียงงานเดียวเท่านั้น

งาน (Work) คือ ผลที่เกิดจากแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้น แต่งานของแรงหน่วงนี้ ส่วนทางจากแนวการเคลื่อนที่ งานที่ได้จึงมีค่าติดลบ งานของแรงหน่วงสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$W_{\text{ext}} = - (F_D \times S) \quad (3)$$

F_D คือ แรงหน่วง (Drag force)

S คือ ระยะทางการเคลื่อนที่

โดยค่าแรงหน่วงสามารถคำนวณได้จาก สมการ ดังนี้

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A v^2 \quad (4)$$

C_D คือ สัมประสิทธิ์แรงหน่วงของรูปทรงลูกกระสุนปืนต่อของไหล(อากาศ)

ρ คือ ความหนาแน่นของลูกกระสุนปืน

A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกกระสุนปืน

v คือ ความเร็วเฉลี่ยของลูกกระสุนปืนตามระยะทางการยิง

¹¹สมศักดิ์ ไชยะภินันท์, กลศาสตร์ของไหล (กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547).

¹²Wikipedia. External Ballistics[Online], accessed 11 November 2007. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/External_ballistics

จากภาพที่ 3 พบว่าตลอดการเคลื่อนที่ของลูกกระสุนปืนอยู่ในระนาบเดียวกัน ค่าพลังงานศักย์ทั้งสองจุดจึงมีค่าเท่ากัน $E_{p1} = E_{p2}$ สามารถหักล้างกันจนเป็นศูนย์ ดังนั้นการคำนวณค่าพลังงานที่จุดสุดท้าย (E_2) จึงสามารถแก้สมการ ที่ (2) และ (3)

$$\begin{aligned} -(F_D \times S) &= (\frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}I\omega_2^2) - (\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I\omega_1^2) \\ (\frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}I\omega_2^2) &= (\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I\omega_1^2) - (F_D \times S) \\ E_2 &= (\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I\omega_1^2) - (F_D \times S) \end{aligned} \quad (5)$$

เมื่อพิจารณาผลของแรงประทะต่อเป้าหมายพลังงานจลน์เชิงหมุนมีผลน้อยมาก จะมีประโยชน์เพียงทำให้ลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเท่านั้น แรงประทะที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเป้าหมาย เกิดจากพลังงานเชิงเส้นโดยหาแรงประทะได้ดัง สมการ

$$\begin{aligned} \text{การคล} \quad F \cdot \Delta t &= \Delta P \\ F &= \Delta P / \Delta t \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{โดยที่} \quad E_k &= \frac{1}{2}mv^2 = P^2/2m \\ \text{ดังนั้น} \quad P &= \sqrt{2mE_k} \end{aligned}$$

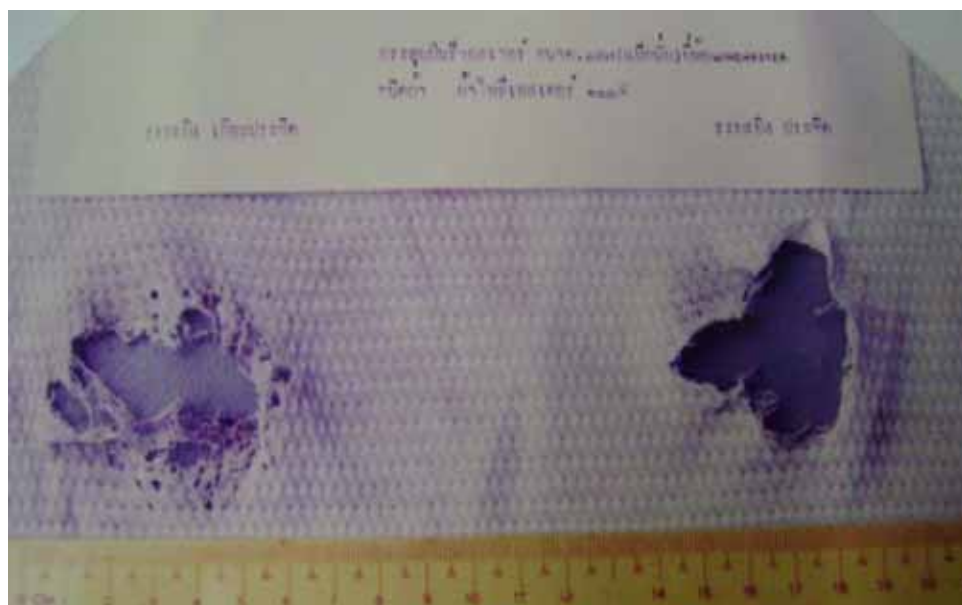
$$\text{จากสมการที่ (6) เขียนใหม่ได้เป็น} \quad F = \sqrt{2mE_k} / \Delta t$$

ดังนั้น แรงประทะที่เป้าหมาย จึงขึ้นอยู่กับพลังงานจลน์เชิงเส้นของลูกกระสุนปืนอย่างเดียว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ร.ต.ท. หญิง อิศรา วารีเกษมและคณะ ได้ทำการศึกษาลักษณะร่องรอยการนิคขาดของเนื้อผ้าที่เกิดจากอาวุธปืนและวัตถุของมีคมต่างๆ ทดลองกับผ้าจำนวน 7 ชนิด ยิงด้วยกระสุนปืนหลายขนาด ตั้งแต่กระสุนปืนขนาด .22 ถึงกระสุนปืนขนาด .45 รวมทั้งสิ้น 14 ชนิด ยิงที่ระยะยิง 2 ระยะคือระยะประชิดและระยะเกือบประชิด พบว่าบนผ้าชนิดเดียวกันเมื่อยิงด้วยกระสุนปืนต่างชนิดกันสามารถแยกระยะยิงประชิดกับระยะยิงเกือบประชิดได้อย่างชัดเจน โดยรอยนิคขาดของระยะยิงประชิดจะมีขนาดใหญ่กว่าระยะยิงเกือบประชิดยกเว้นในกระสุนปืนขนาด .357 MAGNUM ที่ให้ผลของรอยนิคขาดทั้งสองระยะมีขนาดพอ ๆ กัน ทางด้านลักษณะรูปร่างของรอยนิคขาดพบว่าในระยะยิงประชิด ลักษณะรอยนิคขาดมีรูปร่างหลายลักษณะ ทั้งเป็นรูปร่างกลม รูปร่างเป็นกากบาท รูปร่างเป็นเส้นตรงตั้งฉาก และรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนระยะเกือบประชิด พบว่า มีรูปร่างเป็นรูปกลมทั้งหมด สำหรับของมีคมมีทั้งสิ้น 6 ชนิดได้แก่เหล็กชุดซาร์ฟ มีดปลอกผลไม้ มีดปลายแหลม ไขควงหัวแฉก กรรไกรจิ้น และขวาน ทำการทดลองแทงผ้าด้วยวัตถุของมีคม พบว่ารอยแทงบนผ้าทำให้สามารถวัดขนาดและรูปร่างของรอยแทงแล้วนำมาประเมินชนิด และขนาดของอาวุธมีคมที่ใช้แทงได้ วัตถุของมีคมชนิดเดียวกันบนผ้าต่างชนิดกันก็จะให้ผลของรอยแทงแตกต่างกันได้ เช่น แตกต่างกันตรงรูปร่างของรอยแทง คือ ขอบของรอยแทงเรียบหรือไม่เรียบ เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างผลของการนิคขาดจากการยิงและรอยนิคขาดจากการแทงด้วยอาวุธมีคม สังเกตได้จากการเกาะติดของเขม่า การกระจายตัวของเส้นใยผ้าคือการกระจายตัวจะมีทิศทางข้ามกับวิถีกระสุนในกรณีของรอยนิคขาดจากกระสุนปืนส่วนเส้นใยผ้าในรอยนิคขาดจากของมีคมจะมีทิศทาง การกระจายตัวในทิศทางเดียวกับทิศทางการแทง มีการหลอมละลายรวมตัวเป็นร่างแหของรอยนิคขาดบนผ้าชนิดที่มีเส้นใยสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบ และการมีรูปร่างรอยนิคขาดหลายแบบ เช่น กากบาท กลม เส้นตรง เป็นต้น ส่วนรอยนิคขาดจากวัตถุมีคมมีรูปร่างและขนาดตามรูปร่างและขนาดของวัตถุมีคมนั้น ๆ¹³

¹³อิสรา วารีเกษม, ร้อยตำรวจโทหญิง , ปิ่นนารี สังกรธกิจ และ สฤณี สืบพงษ์ศิริ, ร้อยตำรวจตรี “ลักษณะร่องรอยการนิคขาดของเนื้อผ้าที่เกิดจากอาวุธปืนและวัตถุของมีคมต่างๆ.” (รายงานสัมมนาวิชา SIFO 503 หลักสูตรปริญญาโทนิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล , 2532) , 1-28.



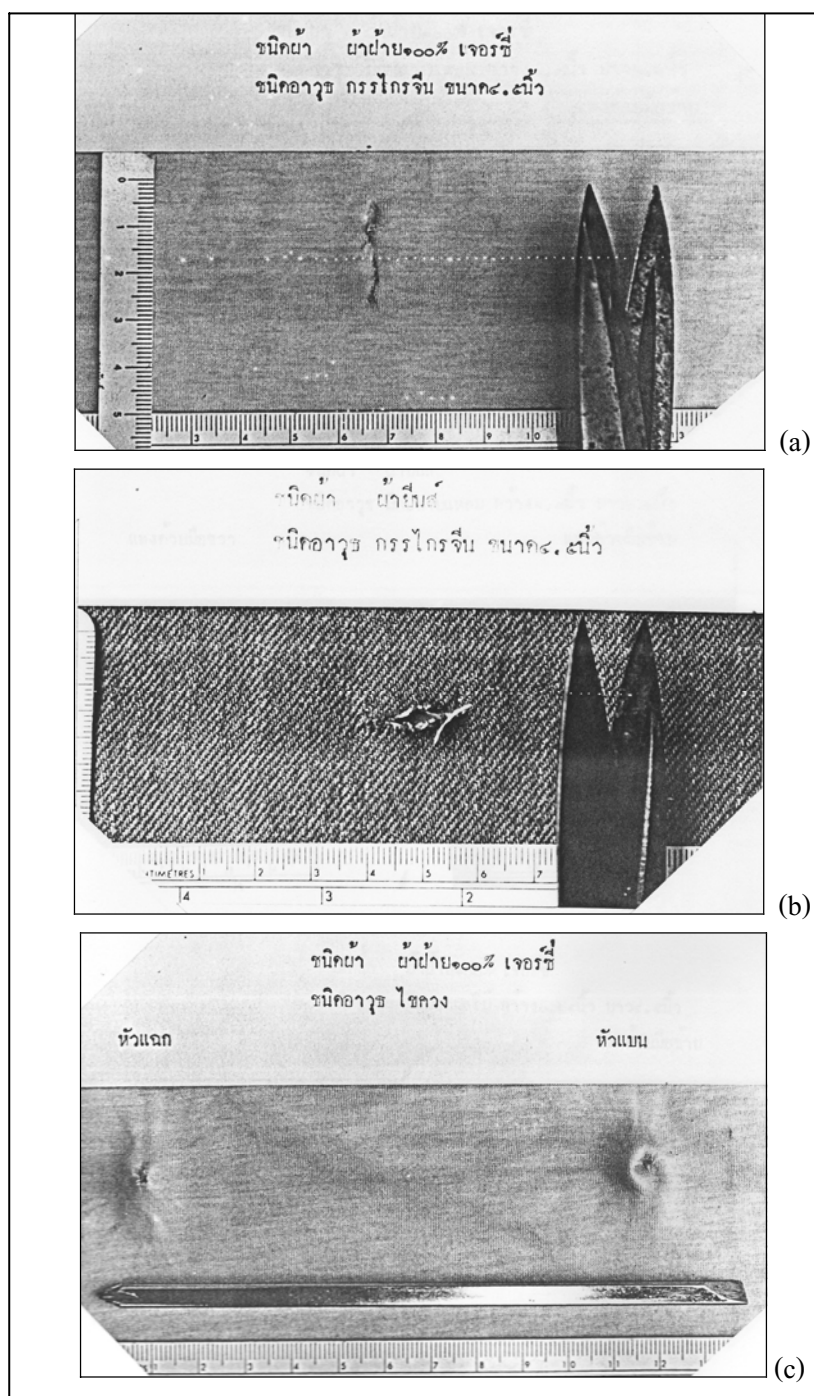
(a)



(b)

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนในผ้าโพลีเอสเตอร์

(a) แสดงภาพรอยฉีกขาดกระสุนปืนขนาด .357 MAGNUM ในผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ระยะ
ประชิดและระยะเกือบประชิด (b) แสดงภาพรอยฉีกขาดกระสุนปืนขนาด .38 (พิเศษ)
ในผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ระยะประชิดและระยะเกือบประชิด



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะรอยขีดจากถูกแทง

(a) แสดงรูปรอยขีดจากการถูกแทงด้วยกรรไกรจีนบนผ้าฝ้าย 100% เจอร์ซี

(b) แสดงรูปรอยขีดจากการถูกแทงด้วยกรรไกรจีนบนผ้าฝ้าย 100%

(c) แสดงรูปรอยขีดจากการถูกแทงด้วยไชควงบนผ้าฝ้าย 100% เจอร์ซี

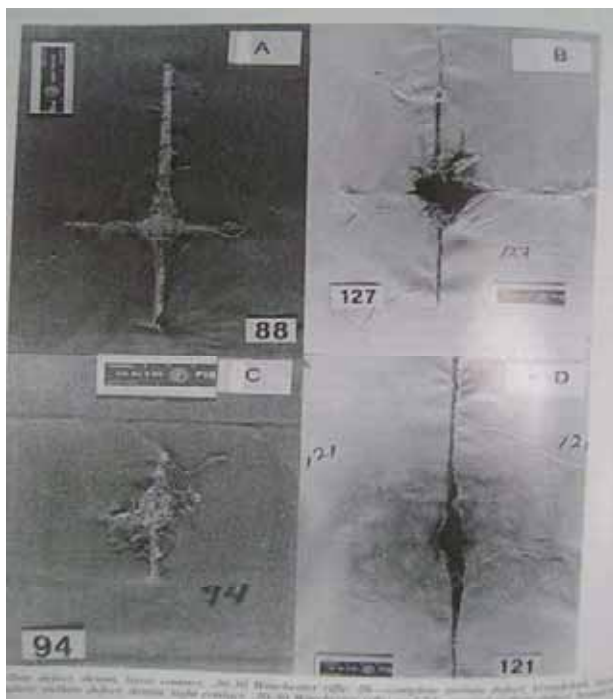
Alakija P, G.P. Bowling และ B. Gunn ได้ทำการศึกษารอยฉีกขาดรูปແຂກที่ปรากฏขึ้นจากอาวุธปืนกระสุนปืน 4 ชนิด ระยะยิง 8 ระยะ คือ ระยะประชิด ระยะเกือบประชิด ระยะห่าง 2 เซนติเมตร 4 เซนติเมตร 8 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร และ 6 เมตร และผ้าจำนวน 3 ชนิด พบว่า กระสุนปืนไรเฟิล ขนาด .22 ไม่ปรากฏรอยฉีกขาดรูปແຂກเลย กระสุนปืนพกขนาด .22 พบรอยฉีกขาดรูปແຂກ เฉพาะระยะประชิดและระยะเกือบประชิดเท่านั้น ส่วนระยะห่างตั้งแต่ 2 เซนติเมตรขึ้นไปไม่ปรากฏรอยฉีกขาดรูปແຂກ กระสุนปืนไรเฟิลขนาด .30 พบรอยฉีกขาดรูปແຂກทั้งหมด ที่ระยะยิงห่างไม่เกิน 8 เซนติเมตร และ กระสุนปืนลูกซอง พบรอยฉีกขาดรูปແຂກ เฉพาะระยะเกือบประชิดเท่านั้นและไม่ได้ทดลองยิงครบทุกระยะ¹⁴

ตารางที่ 2 แสดงผลความเสียหายของผ้าตามชนิดของอาวุธปืนและระยะยิง

Range	.22-Caliber Rifle			.22-Caliber Pistol			.30-30 Winchester			12-Gauge Shotgun		
	d	b	j	d	b	j	d	b	j	d	b	j
Tight	ooo	ooo	oooo	////	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	o	...	...
Loose	ooo	ooo	ooo	////	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	x	x	x
2 cm	oooo	oooo	oooo	////	xxx	ooo	xxx	xxx	xxx	...	...	...
4 cm	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	xxx	xx/	xxx	o	...	...
8 cm	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	xxx	///	o	...	...
15 cm	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	...	...	...
30 cm	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	...	...	...
6 m	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	...	...	...

Note - Fabric targets: d = cotton denim, b = cotton broadcloth, j = cotton jersey knit. Defect produced in fabric: o = non-stellate defect, / = Partial stellate defect, x = complete stellate defect (each o, /, or x indicates a separate test-firing).

¹⁴ P. Alakija, G.P. Bowling and B. Gunn. "Stellate clothing defects with different firearms, projectiles, ranges and fabrics", *J. Forensic Sci*, 43 (1998) : 1148–1152.

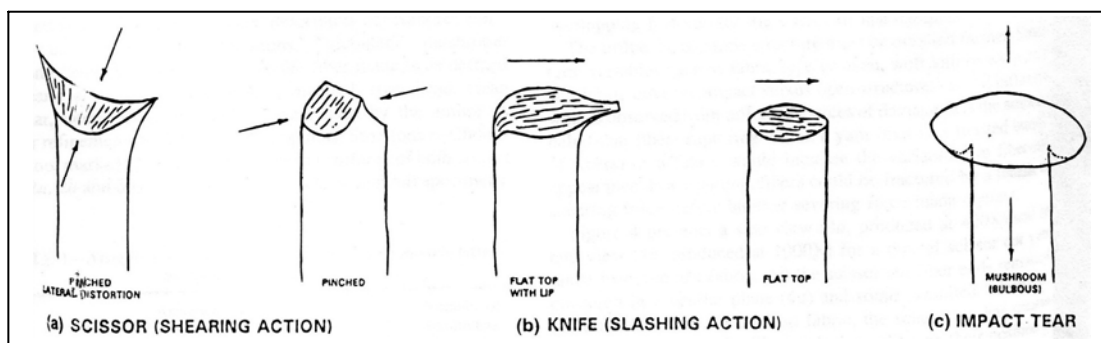


ภาพที่ 6 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน

(A) แสดงรอยฉีกขาดสมบูรณ์จาก กระสุนปืนขนาด .30 ในผ้าฝ้าย denim ที่ระยะเกือบ ประชิด (B) แสดงรอยฉีกขาดสมบูรณ์กระสุนอาวุธปืนขนาด .30 ในผ้าฝ้าย broadcloth ที่ ระยะเกือบประชิด (C) แสดงรอยฉีกขาดสมบูรณ์จากกระสุนปืนขนาด .30 ในผ้าฝ้าย denim ที่ระยะประชิด (D) แสดงรอยฉีกขาดบางส่วนจากกระสุนปืนขนาด .30 ในผ้าฝ้าย broadcloth ที่ระยะ 4 ซม.

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนหลังการถูกยิง ด้วยกระสุนปืนยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน โดยในการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีการศึกษากันในทางนิติวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์เส้นใยที่ ถูกของมีคม และ การตรวจวิเคราะห์เส้นใยจากการถูกความร้อนเท่านั้น

นักวิทยาศาสตร์สิ่งทอได้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพมากกว่า 30 ปี สำหรับศึกษาความเสื่อมของเส้นใยหลังมีการใช้งาน หรือความเสื่อมจากสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นทางด้านเคมี กายภาพ และชีววิทยา สำหรับลักษณะความเสียหายทางกายภาพของเส้นใยจากการถูกของมีคม Nigel Johnson , 1991 และ William R. Pelton, 1995 ได้ศึกษากับเส้นใย Nylon 6.6 กล่าวตรงกันว่ารูปแบบการแตกหักของเส้นใยเดี่ยว พบว่า กรรไกรมีลักษณะโดนบีบอัดจากด้านข้าง (lateral compression) มีลักษณะเป็นรอยตัดเรียบ (Clean-cut) และเส้นใยถูกแรงดึงชนิดขาดมีลักษณะคล้ายหัวเห็ด ซึ่งลักษณะเหล่านี้สามารถนำไปเชื่อมโยงในการสืบหาอาวุธของคนร้ายได้^{15,16}



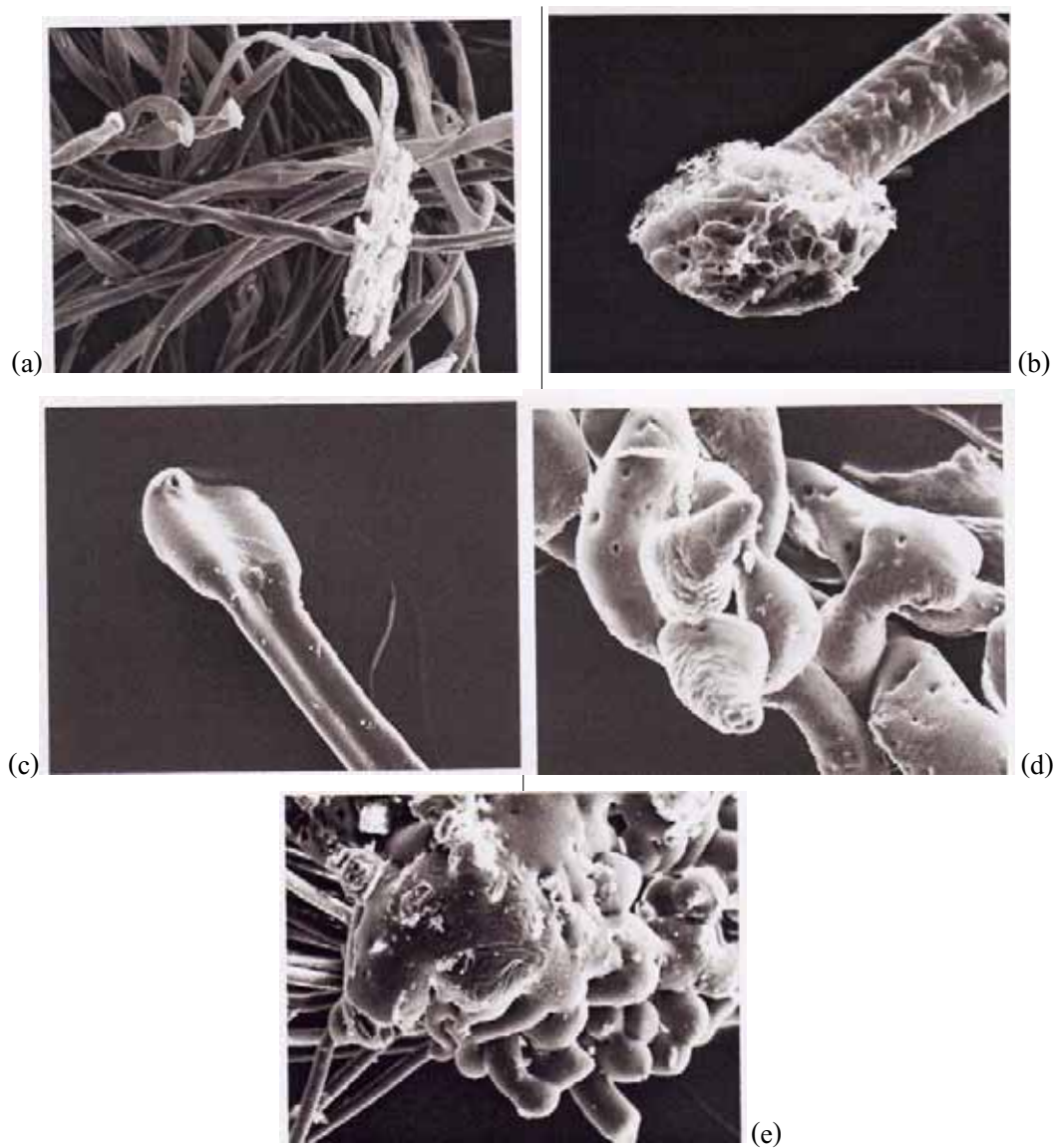
ภาพที่ 7 แสดงรูปแบบการแตกหักของเส้นใยเดี่ยว¹⁶

(a)รอยตัดของกรรไกร (b)รอยมีด (c)รอยฉีกจากการตี

สำหรับการตรวจวิเคราะห์เส้นใยจากการถูกความร้อนโดย Was – Gubala และ KrauB ในปี 2004 ทำการศึกษาความเสียหายของเส้นใยที่ได้รับความร้อนของไอน้ำจากการระเบิด โดยพบว่า เส้นใยธรรมชาติ (ฝ้ายและขนสัตว์) จะมีลักษณะของการไหม้เกรียมเป็นถ้ำสีน้ำตาลดำ ส่วนเส้นใยประดิษฐ์ (อะคริลิก โพลีเอไมด์ และโพลีเอสเตอร์) จะมีการหลอมละลายและจับตัวเป็นก้อนที่บริเวณปลายเส้นใย

¹⁵ Nigel Johnson. "PHYSICAL DAMAGE TO TEXTILES," Asia Pacific Police Technology Conference (12-14 November 1991) : 121-128.

¹⁶ W.R. Pelton. "Distinguishing the cause of textile fiber damage using the scanning electron microscope (SEM)", J. Forensic Sci , 40 (1995) : 874-882.



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของเส้นใยจากการถูกไอความร้อนจากการระเบิด¹⁷

(a) เส้นใยฝ้าย (b) ขนสัตว์ (c) เส้นใยอะครีลิก (d) เส้นใยโพลีเอไมด์
(e) เส้นใยโพลีเอสเตอร์

¹⁷ J. Was – Gubala and W. KrauB. “Damage caused to fibres by vapour cloud explosions”, Forensic science international ,141 (2004) : 77 – 83.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงลักษณะและรูปแบบของรอยนิ้กดของผ้า การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพเส้นใยหลังการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับลักษณะความเสียหายของผ้า โดยมีวัสดุอุปกรณ์ และวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. อาวุธและเครื่องกระสุนปืน

1.1 อาวุธปืน จำนวน 2 กระบอก คือ

ปืนรีวอลเวอร์ ขนาดขนาด .357 magnum ยี่ห้อ Smith & Wesson Model 686
ความยาวลำกล้องปืน 4 นิ้ว

ปืนกึ่งออโตเมติก ขนาด 9 มม. (Luger) ยี่ห้อ Beretta Model 92 FS
ความยาวลำกล้องปืน 4.9 นิ้ว

1.2 กระสุนปืนจำนวน 4 ชนิด จำนวนลูกกระสุนชนิดละ 96 นัด คือ

กระสุนปืนรีวอลเวอร์ขนาด.38 SPL.LRN 158 gr.(.38 Special Lead Round Nose)

กระสุนปืนรีวอลเวอร์ขนาด .38 SPL.JHP 158 gr. (.38 Special Jacket Hollow point)

กระสุนปืนออโตเมติกขนาด 9 มม. Luger FMJ 124 gr. (9 มม. Luger Full Metal Jacket) หรือ Ball

กระสุนปืนออโตเมติกขนาด 9 มม. Luger JHP 115 gr. (9 มม.Luger Jacketed Hollow Point)

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลของอาวุธปืนที่ใช้ทดลองยิงในแต่ละการทดสอบ

การทดสอบที่	อาวุธปืน		
	ผู้ผลิต	รุ่น	ขนาด
1	Smith & Wesson	686	.357 mag
2	Smith & Wesson	686	.357 mag
3	Beretta	92 FS	9 มม.
4	Beretta	92 FS	9 มม.

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทางของกระสุนปืนที่ใช้ทดลองยิงในแต่ละการทดสอบ

การทดสอบที่	กระสุนปืน				
	ชนิดของลูกกระสุน	มวล (กรัม)	ความเร็วต้น ¹ (เมตรต่อวินาที)	ค่าแรงดันสูงสุด ² (PSI)	พื้นที่หน้าตัด (m ²)
1	.38 SPL.LRN	10.53	275.76	17,000	6.36 x 10 ⁻⁶
2	.38 SPL.JHP	10.21	287.88	18,000	6.36 x 10 ⁻⁶
3	9 มม.Luger FMJ	7.47	357.58	35,000	6.36 x 10 ⁻⁶
4	9 มม. Luger JHP	7.43	401.52	38,500	6.36 x 10 ⁻⁶

PSI = Pound per Square Inch 1 bar = 14.504 PSI 1 kg/cm² = 14.223 PSI

¹ Chris Luchini, Reloading Information.Projectile Weight,Muzzle Velocity and Energy. [Online]. accessed 15 June 2007. Available from <http://www.recguns.com/Sources/VIIE8.html>

² THE SPORTING ARMS AND AMMUNITION MANUFACTURERS' INSTITUTE, Maximum Pressure (In PSI Unless Noted) [Online]. Accessed 19 July 2008. Available from <http://www.lasc.us/SAAMIMaxPressure.htm>

ตารางที่ 5 แสดงผลการหาค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน

การทดสอบที่	มวล (กรัม)	ความเร็วต้น (เมตรต่อวินาที)	พลังงานจลน์ หรือ พลังงานเริ่มต้น(E_{th}) (จูล)	แรงหน่วง (นิวตัน)	ระยะยิง							
					ประชิดติด (0 ม.)		ระยะห่าง 2 นิ้ว (0.05 ม.)		ระยะห่าง 6 นิ้ว (0.15 ม.)		ระยะห่าง 18 นิ้ว (0.45 ม.)	
					W_{ext}	E_i	W_{ext}	E_i	W_{ext}	E_i	W_{ext}	E_i
1	10.53	275.76	400.369	0.1148	0	400.369	0.0057	400.363	0.0172	400.352	0.0516	400.317
2	10.21	287.88	423.076	0.1251	0	423.076	0.0062	423.070	0.0188	423.057	0.0563	423.020
3	7.47	357.58	477.570	0.1930	0	477.570	0.0096	477.560	0.0290	477.541	0.0868	477.483
4	7.43	401.52	598.926	0.2433	0	598.926	0.0122	598.914	0.0365	598.890	0.1095	598.816

ความหนาแน่นของอากาศ 0.92 Kg/m^3

สัมประสิทธิ์แรงหน่วง = 0.5191

พลังงานจลน์ = $\frac{1}{2} mv^2$ (จูล)

แรงหน่วง (F_D) = $\frac{1}{2} C_D A \rho v^2$ (นิวตัน)

พลังงานจากแรงหน่วง (W_{ext}) = $F_D S$ (นิวตัน)

พลังงานที่ปะทะเป้าหมาย (E_i) = $E_{th} - W_{ext}$ (จูล)

3.2 ผ้าตัวอย่าง

ผ้าตัวอย่างจำนวน 9 ชนิด ขนาด 25 x 25 ตารางเซนติเมตร³ ได้แก่ ผ้าทอ จำนวน 5 ชนิด คือ ผ้าไหม ผ้ายีนส์ ผ้าทีอาร์ ผ้าลูกฟูก ผ้าร่ม และ ผ้าถัก จำนวน 4 ชนิด คือ ผ้าถักลาย Pique Lycra ผ้าถักลาย Pique ผ้าถักลาย Jersey mesh ผ้าถักลาย Rib 1x1 ชนิด ซึ่งมีความหลากหลายของเส้นใยและอัตราส่วนการผสมเส้นใย

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะทางกายภาพของผ้าที่ใช้ในการทดลอง

ผ้าชนิด ที่	ประเภทของผ้า	ชนิดของเส้นใย (%)	ลายผ้า	ความหนา (mm.)
1	ผ้าทอ	Slik 100 %	ทอลายสอง ละเอียด	0.26
2	ผ้าทอ	Cotton denim 100%	ทอลายขัด	0.60
3	ผ้าทอ	Cotton + Reyon	ทอลายขัด	0.37
4	ผ้าทอ	Polyester 100 %	ลูกฟูกปู้เก้	0.67
5	ผ้าทอ	Polyester 100 %	ทอลายขัด	0.08
6	ผ้าถัก	Cotton 62 % + Polyester 30 % + Lycra 8 %	Pique Lycra	0.68
7	ผ้าถัก	Cotton 70 % + Polyester 30 %	Pique	0.74
8	ผ้าถัก	Cotton 43 % + Polyester 57 %	Jersey mesh	0.64
9	ผ้าถัก	Cotton 95 % + Lycra 5 %	Rib 1 x 1	0.83

³ P. Alakija, G.P. Bowling and B. Gunn. “Stellate clothing defects with different firearms, projectiles, ranges and fabrics”, *J. Forensic Sci* , 43 (1998) : 1148–1152.

ตารางที่ 7 แสดงองค์ประกอบและความแข็งแรงของผ้าตัวอย่าง

ผ้าทดสอบ ที่	ขนาดเส้นด้าย (Tex)		จำนวนเส้นด้าย ต่อ 1 ตารางนิ้ว		ความแข็งแรงของผ้า* Tensile Testing (Kg)	
	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายยืน
1	15.57	5.50	52	84	94.94	23.90
2	28.17	56.18	38	66	22.624	89.142
3	39.32	38.22	40	68	95..89	142.022
4	33.34	17.84	48	88	76.916	113..63
5	3.86	3.49	64	96	38.169	33.454
ผ้าถัก ทดสอบ ที่	ชนิดเส้นด้ายที่ใช้และเปอร์เซ็นต์การผสม				ความแข็งแรงของผ้า ** Bursting Strength (Kg/cm ²)	
6	CM 40/1 + POLY 75/72 + LYCRA 40				10.82	
7	CM 32/1 + POLY 75/72				11.34	
8	CM 32/1 + POLY 150/144				7.48	
9	CM 32/1 + LYCRA 40				7.66	

* เครื่องทดสอบ : Tensile Testing Machine (Instron Model 5566)
 การทดสอบความแข็งแรงของผ้า Tensile Testing (International Standard ISO 13934-1)
 อัตราเร็วในการทดสอบ : 100 มิลลิเมตรต่อนาที
 ระยะทดสอบ : 200 มิลลิเมตร
 ชิ้นทดสอบ : 50 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร (Raveled Strip Test)
 สภาวะขึ้นของทดสอบ : อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส , ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 4 %

** เครื่องทดสอบ : Mullen – Type Bursting Strength Tester
 การทดสอบความแข็งแรงของผ้า Bursting Strength (International Standard ISO 13938-1)
 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของวงแหวนที่ยึดขึ้นทดสอบ = 30.5 ± 0.05 มิลลิเมตร
 ระยะเวลาที่ขึ้นงานทดสอบถูกดันถึงจุดขาด : 20 ± 5 วินาที

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
2. เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Tensile Test)

Tensile Testing Machine รุ่น Instron Model 5566

3. เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Bursting Test)

Mullen – Type Bursting Strength Tester

3.4 อุปกรณ์บันทึกภาพ

กล้องดิจิทัลยี่ห้อ SONY รุ่น DSC – S500

3.5 อุปกรณ์ทั่วไป

1. ฟองน้ำหนา 4-5 นิ้ว (แผ่นกันความร้อนรถยนต์)
2. ฉากยัดฟองน้ำ
3. แท่นเบาะวางมือ
4. ยางยึดเส้นใหญ่

3.6 วิธีและขั้นตอนการทดลอง

1. วิธีทำหุ่นทดลอง

1.1 นำฉากมาจึงโดยใช้ฟองน้ำ ชนิดที่มีฟองน้ำหนาแน่น มีความยืดหยุ่น และไม่ขาดง่าย ที่มีความหนาประมาณ 4-5 นิ้ว (ใช้แทนเนื้อเยื่ออ่อนมนุษย์) ขนาดกว้าง 50 ซม. ยาว 100 ซม. จึงรัดกับโครงไม้ให้ได้ระดับพอเหมาะสำหรับยิง โดยจะมีการเปลี่ยนแผ่นฟองน้ำในทุก ๆ การยิง 20 นัด เพื่อป้องกันแผ่นฟองน้ำชำรุดฉีกขาด จากการถูกกระสุนปืนยิง

1.2 นำผ้าชนิดต่าง ๆ ที่จะทดลองยิง มาจึงบนฟองน้ำจากขั้นตอนที่ 1 โดยจึงให้แนบติดในสภาพหย่อนเล็กน้อยกับผิวฟองน้ำ (เมื่อดึงผ้า จะมีความห่างประมาณ 1 เซนติเมตร) การจึงผ้า ให้แนวเส้นด้ายยืนจึงอยู่ในแนวแกน Y ส่วนแนวเส้นด้ายพุ่งจึงอยู่ในแนวแกน X สำหรับกรณีผ้า ถัก ให้แนวขอบผ้าจึงอยู่ในแนวแกน Y และยึดให้มีความมั่นคงเพื่อป้องกันการโบกพริ้วของผ้าหลุด หรือ เคลื่อนที่ขณะยิง

2. วิธีการศึกษาลักษณะการยิงบนผ้าชนิดต่าง ๆ โดยการยิง 4 ระยะ คือ

ระยะTight Contact จะให้ปากลำกล้องปืนจ่อติดผ้าแต่ไม่กดปากลำกล้อง

ระยะLoose contact จะให้ปากลำกล้องจากผ้าประมาณ 2 นิ้ว

ระยะ Arm's reach จะให้ปากลำกล้องห่างจากผ้า 6 นิ้ว

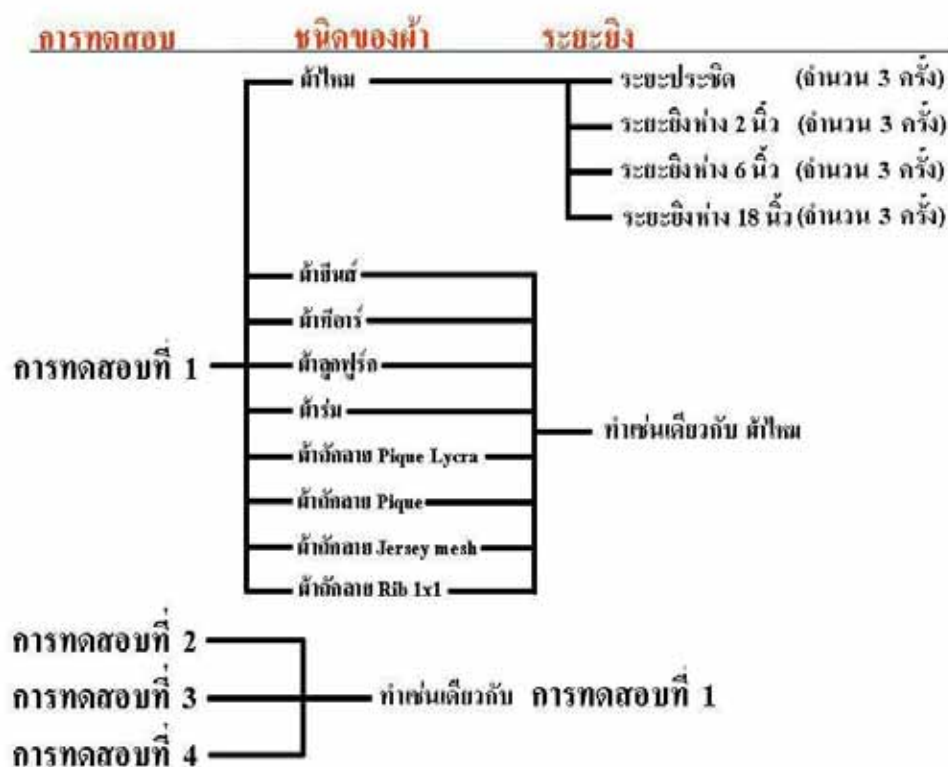
ระยะ Distant shot จะให้ปากลำกล้องห่างจากผ้า 18 นิ้ว

3. วิธีการทดลองยิงบนผ้าตัวอย่าง

3.1 ทดลองยิงผ้าชนิดต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 2 อย่างละ 3 นัด โดยวางปืนบนแท่นเบาะ และยื่นจับ 2 มือยิง เพื่อป้องกันการสั่นไหวของการจับปืนและกำหนดระยะยิง

3.2 ทำการ Label ระยะยิงและชนิดของผ้า บันทึกภาพ Close up

โดยมีแผนผังการยิงทดสอบดังนี้



โดยกำหนดให้

การทดสอบที่ 1 กระสุนปืนขนาด .38 SPL. LRN ยิงด้วยอาวุธปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .357 magmun ยี่ห้อ Smith & Wesson โมเดล 686

การทดสอบที่ 2 กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP ยิงด้วยอาวุธปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .357 magmun ยี่ห้อ Smith & Wesson โมเดล 686

การทดสอบที่ 3 กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ ยิงด้วยอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. Luger ยี่ห้อ Baretta โมเดล 92 FS

การทดสอบที่ 4 กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP ยิงด้วยอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. Luger ยี่ห้อ Baretta โมเดล 92 FS

4. วิธีการตรวจวิเคราะห์ผ้าตัวอย่างหลังการย้อม

นำผ้าตัวอย่างมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใย โดยการ ดูลักษณะของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยผ้าที่บริเวณปลายของเส้นใยผ้า ที่เกิดจากการดึงขาด และ ที่เกิดจากการถูกย้อมด้วยอาวูธป็น 2 ชนิด คือ อาวูธป็นรีวัลเวอร์ และ อาวูธป็นกึ่งออโตเมติก ระยะย้อม 3 ระยะ คือ ระยะย้อมห่าง 2 นิ้ว ระยะย้อมห่าง 6 นิ้ว และ ระยะย้อมห่าง 18 นิ้ว โดยที่ระยะย้อมประชิดติดของทุกการทดลอง ผู้วิจัยไม่ได้นำมาตรวจวิเคราะห์ด้วย เนื่องจากเกิดรอยฉีกขาดขนาดใหญ่ เป็นการยากที่จะหาบริเวณที่ถูกลูกกระสุนทำลาย ไม่สามารถนำไปเตรียมตัวอย่างได้ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยหลังการถูกย้อมด้วยกระสุนปืน ทำการศึกษาวิเคราะห์ผ้าทั้ง 9 ชนิด โดยจากการจำแนก พบว่า มีเส้นใยในการผลิตจำนวน 5 ชนิด คือ เส้นใยไหม เส้นใยฝ้าย เส้นใยวิสคอสเรยอน เส้นใยโพลีเอสเตอร์และยางยืด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงชนิดของเส้นใยและวัสดุสิ่งทอของผ้าตัวอย่าง

ชนิดของผ้า	ชนิดของเส้นใยและวัสดุสิ่งทอ
ผ้าไหม	เส้นใยไหม
ฝ้ายีนส์	เส้นใยฝ้าย
ผ้าทีอาร์	เส้นใยฝ้าย และ เส้นใย วิสคอสเรยอน
ผ้าลูกฟูก	เส้นใยโพลีเอสเตอร์
ผ้าร่ม	เส้นใยโพลีเอสเตอร์
ผ้าอึกลาย Pique Lycra	เส้นใยฝ้าย , เส้นใยโพลีเอสเตอร์ และยางยืด
ผ้าอึกลาย Pique	เส้นใยฝ้าย และ เส้นใยโพลีเอสเตอร์
ผ้าอึกลาย Jersey mesh	เส้นใยฝ้าย และ เส้นใยโพลีเอสเตอร์
และ ผ้าอึกลาย Rib 1x1	เส้นใยฝ้าย และ ยางยืด

3.7 การบรรจุและการจัดเก็บตัวอย่างผ้าที่ใช้ในการทดลอง

การเก็บบรรจุตัวอย่างผ้าหลังการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน โดย ประคบผ้าด้วยกระดาษแข็ง 2 แผ่น พร้อมทั้งใส่โครงไม้เข้าไปข้างในเพื่อป้องกันการถูกกดทับที่บริเวณรอยฉีกขาด บรรจุในถุงพลาสติก จากนั้นห่อด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่งและบรรจุใส่กล่อง การจัดเก็บจะเก็บในสภาวะแห้งไม่มีความชื้น และไม่ได้รับแสงแดดหรือความร้อน ก่อนทำการตรวจวิเคราะห์

3.8 การเตรียมตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างผ้าด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

- การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยการตัดชิ้นผ้าที่บริเวณขอบของรูลูกกระสุนปืนเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางบนกระดาษกาวสองหน้า ที่ติด อยู่บนแผ่นสไลด์ที่ได้รับการห่อด้วยกระดาษฟอยล์ นำไปนอบผิวตัวอย่าง ด้วยทองคำ ก่อนเข้าเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเพื่อการตรวจวิเคราะห์

- การวิเคราะห์ตัวอย่างผ้าด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยที่เป็นส่วนประกอบของผ้า ที่เกิดจากแรงดึงขาด และ ที่เกิดจากการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน โดยจะทำการสังเกตที่กำลังขยาย 20 – 1000 เท่า แล้วแต่ชนิดของเส้นใยในผ้า โดยอาศัยหลังการถ่ายภาพของ BEI (Backscattered electron image)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาลักษณะของรอยการฉีกขาด

1.1 การยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL. LRN จากอาวุธปืนรีวัลเวอร์ ขนาด

.357 magmun ยี่ห้อ Smith & Wesson โมเดล 686

1.1.1 การยิงฝ่าไหมตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลจากการทดลองยิงฝ่าไหมตัวอย่าง 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.56 ซม. และ ยาว 4.83 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.93 ซม. และ ยาว 1.33 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. เช่นเดียวกัน

1.1.2 การยิงฝ่ายันต์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลจากการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 5.33 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.80 ซม. และ ยาว 0.80 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 0.80 ซม. เช่นเดียวกัน

1.1.3 การยิงฝ่าที่อาร์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.30 ซม. และ ยาว 3.17 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน

1.1.4 การย้อมผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ได้ทดลองย้อมทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองย้อมทั้งสิ้น 4 ระยะย้อม ระยะย้อมละ 3 นาที พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูป แฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.83 ซม. และ ยาว 2.83 ซม. , ที่ระยะย้อมห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. ที่ระยะย้อมห่าง 6 นิ้ว และระยะย้อมห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาด เพียงลักษณะเดียวคือ รูกกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กจนไม่สามารถวัด ค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.1.5 การย้อมผ้าร่มตัวอย่าง ได้ทดลองย้อมทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองย้อมทั้งสิ้น 4 ระยะย้อม ระยะย้อมละ 3 นาที พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูป แฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 3.83 ซม. และ ยาว 4.17 ซม. ที่ระยะย้อมห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.33 ซม. ที่ระยะย้อมห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. และที่ระยะย้อมห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม.

1.1.6 การย้อมผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ได้ทดลองย้อมทั้งหมด 4 ระยะ ผลการ ทดลองย้อมทั้งสิ้น 4 ระยะย้อม ระยะย้อมละ 3 นาที พบว่า ที่ระยะประชิดติด ร่องรอยฉีกขาด 2 ลักษณะ คือ เส้นตรงแนวนอน หรือคิดเป็นร้อยละ 66.67 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 3.00 ซม. และ ยาว 1.10 ซม. และ อีกลักษณะหนึ่ง คือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.50 ซม. ที่ระยะย้อมห่าง 2 นิ้ว และระยะย้อมห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน และ ที่ระยะย้อมห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อย ละ 100 มีขนาดเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้

1.1.7 การย้อมผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ได้ทดลองย้อมทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองย้อม ทั้งสิ้น 4 ระยะย้อม ระยะย้อมละ 3 นาที พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะ เดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.33 ซม. ที่ระยะ ย้อมห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.00 ซม. ที่ระยะย้อมห่าง 6 นิ้ว และระยะย้อมห่าง 18 นิ้ว ปรากฏ ร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. เช่นเดียวกัน

1.1.8 การยิง ผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.00 ซม. , ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.00 ซม. , ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.1.9 การยิงผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรงหรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.70 ซม. และ ยาว 1.83 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรง หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.13 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปากกร่องรอยลักษณะเฉพาะเพียงลักษณะเดียวคือ รูกกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้

ตารางที่ 9 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL.LRN

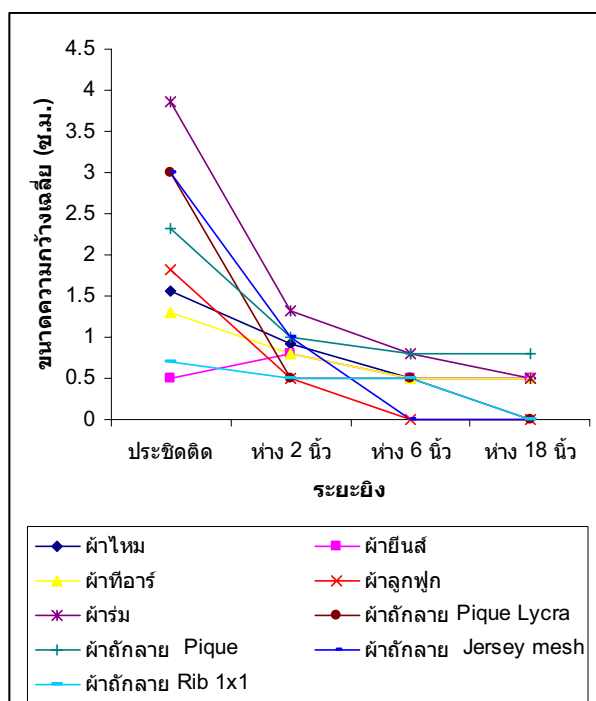
ผ้าตัวอย่าง	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
2. ผ้ายีนส์	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
3. ผ้าทีอาร์	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
4. ผ้าลูกฟูก	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
5. ผ้าร่ม	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	เส้นตรงยาว และ รูค่อนข้าง กลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
7. ผ้าถักลาย Pique	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	เส้นตรง	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม

จากข้อมูลในตารางการหาค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน พบว่า พลังงานของลูกกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN นั้น จะมีค่าพลังงานเริ่มต้นประมาณ 400 จูล ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากันทั้งการทดสอบ และมีค่าความดันสูงสุด ประมาณ 17,000 PSI

ผลการศึกษาลักษณะของร่องรอยฉีกขาด พบว่า เกิดรูปร่างหลายอย่างมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของผ้าดังแสดงในตาราง ด้านขนาดเฉลี่ยความเสียหายของผ้า พบว่า ที่ระยะประชิดจะมีความเสียหายมากกว่าระยะอื่น ๆ เนื่องมาจากผลกระทบจากความดัน ที่ออกมาจากปากกระบอกปืน ทำให้ผ้าตัวอย่างมีความเสียหายมากกว่าระยะที่ห่างออกมา

ตารางที่ 10 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN

ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	1.56	0.93	0.50	0.50
2. ผ้ายีนส์	0.50	0.80	0.50	0.50
3. ผ้าทีอาร์	1.30	0.80	0.50	0.50
4. ผ้าลูกฟูก	1.83	0.50	0.00	0.00
5. ผ้าร่ม	3.87	1.33	0.80	0.50
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	2.83	0.50	0.50	0.00
7. ผ้าถักลาย Pique	2.33	1.00	0.80	0.80
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	3.00	1.00	0.00	0.00
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	0.70	0.50	0.50	0.00

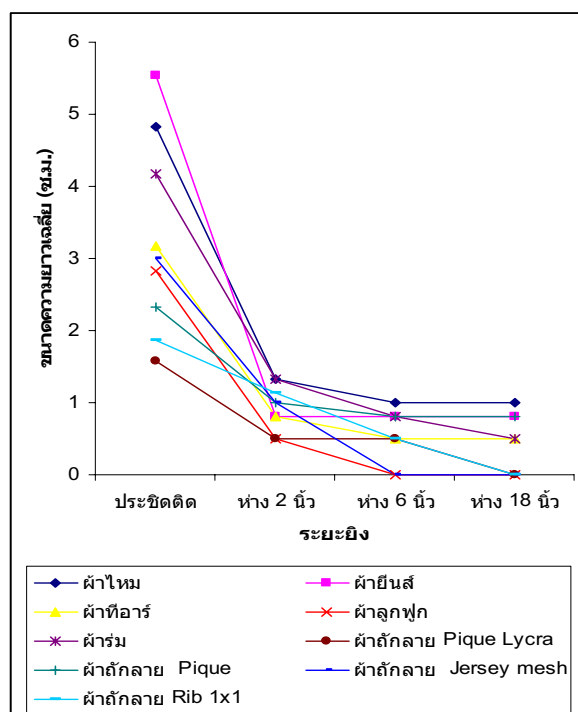


ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน ขนาด

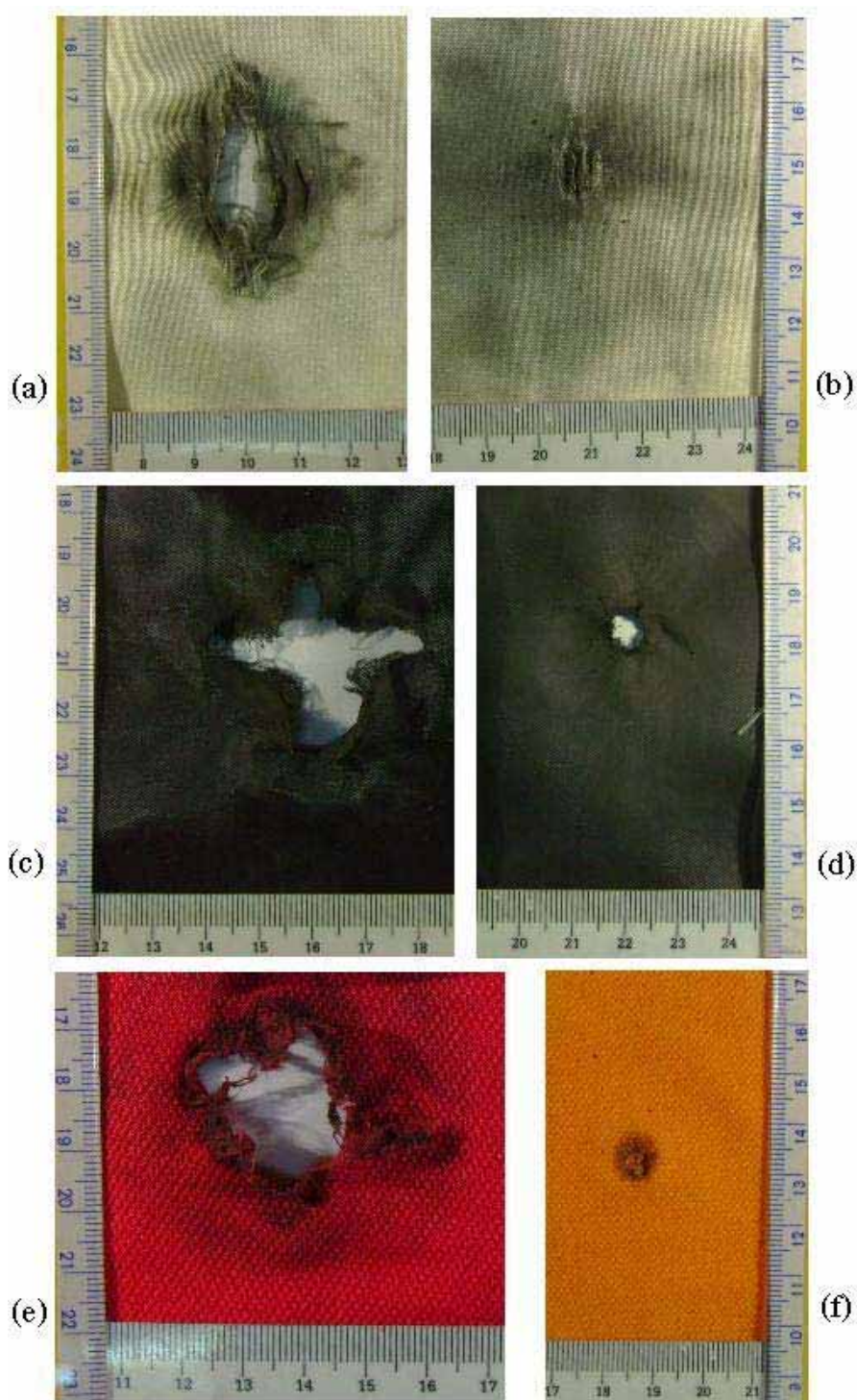
.38 SPL.LRN

ตารางที่ 11 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN

ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	4.83	1.33	1.00	1.00
2. ผ้ายีนส์	5.53	0.80	0.80	0.80
3. ผ้าทีอาร์	3.17	0.80	0.50	0.50
4. ผ้าลูกฟูก	2.83	0.50	0.00	0.00
5. ผ้าร่ม	4.17	1.33	0.80	0.50
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	1.57	0.50	0.50	0.00
7. ผ้าถักลาย Pique	2.33	1.00	0.80	0.80
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	3.00	1.00	0.00	0.00
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	1.87	1.13	0.50	0.00



ภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะรอยฉีกขาด จากการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN

(a) ผ้าไหมตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (b) ผ้าไหมตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว (c) ผ้าร่มตัวอย่าง ที่ ระยะยิงประชิดติด (d) ผ้าร่มตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว (e) ผ้าถักลาย Jersey Mesh ตัวอย่าง ที่ระยะ ยิงประชิดติด (f) ผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

1.2 การยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวัลเวอร์ ขนาด

.357 magnum ยี่ห้อ Smith & Wesson โมเดล 686

1.2.1 การยิงฝ่าไหมตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.07 ซม. และ ยาว 5.17 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว และระยะยิงห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง กว้าง 1.00 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. เช่นเดียวกัน และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม.

1.2.2 การยิงฝ่ายีนส์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 5.00 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.80 ซม. และ ยาว 0.80 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 0.80 ซม. เช่นเดียวกัน

1.2.3 การยิงฝ่าที่อาร์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.40 ซม. และ ยาว 3.17 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รูกกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. เช่นเดียวกัน

1.2.4 การยิงฝ่าลูกฟูกตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รูป แฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.83 ซม. และ ยาว 4.33 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว , ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รู ค่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กน้อยจนไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.2.5 การยิงฝ่าร่มตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รูป แฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 3.17 ซม. และ ยาว 3.67 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว

1.2.7 การยิงผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นิ้ว พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.67 ซม. , ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.00 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม.

1.2.8 การยิงผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.33 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.30 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.2.9 การยิงฟ้าผ่า Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปราบกู่ร่องรอยนกพิราบเพียงลักษณะเดียวคือ รุก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.50 ซม. , ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปราบกู่ร่องรอยนกพิราบเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรง หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มี

ขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.87 ซม. และ ยาว 1.40 ซม. , ที่ระยะยিংห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 และที่ระยะยিংห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้

ตารางที่ 12 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP

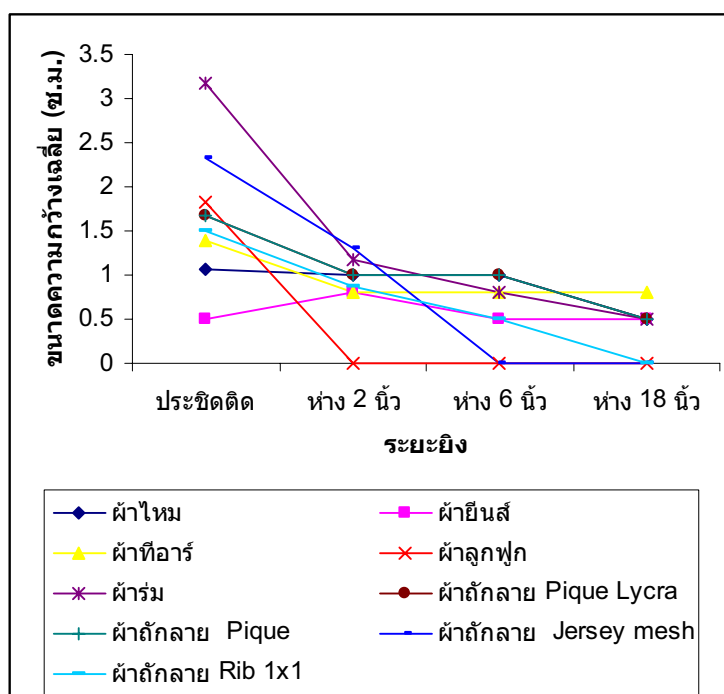
ผ้าตัวอย่าง	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยিং ประชิดติด	ระยะยিং ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยিং ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยিং ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
2. ผ้ายีนส์	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
3. ผ้าทีอาร์	เส้นตรงยาว	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
4. ผ้าลูกฟูก	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
5. ผ้าร่ม	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
7. ผ้าถักลาย Pique	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	รูก่อนข้างกลม	เส้นตรง	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม

จากข้อมูลในตารางการหาค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน พบว่า พลังงานของลูกกระสุนปืน ขนาด .38 SPL. JHP นั้น จะมีค่าพลังงานเริ่มต้นประมาณ 423 จูล ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากันทั้งการทดสอบ และมีค่าความดันสูงสุด ประมาณ 18,000 PSI

ผลการศึกษาลักษณะของร่องรอยฉีกขาด พบว่า เกิดรูปร่างหลายอย่างมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของผ้าดังแสดงในตาราง ด้านขนาดเฉลี่ยความเสียหายของผ้า พบว่า ที่ระยะประชิดจะมีความเสียหายมากกว่าระยะอื่น ๆ เนื่องมาจากผลกระทบจากความดัน ที่ออกมาจากปากกระบอกปืน ทำให้ผ้าตัวอย่างมีความเสียหายมากกว่าระยะที่ห่างออกมา

ตารางที่ 13 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP

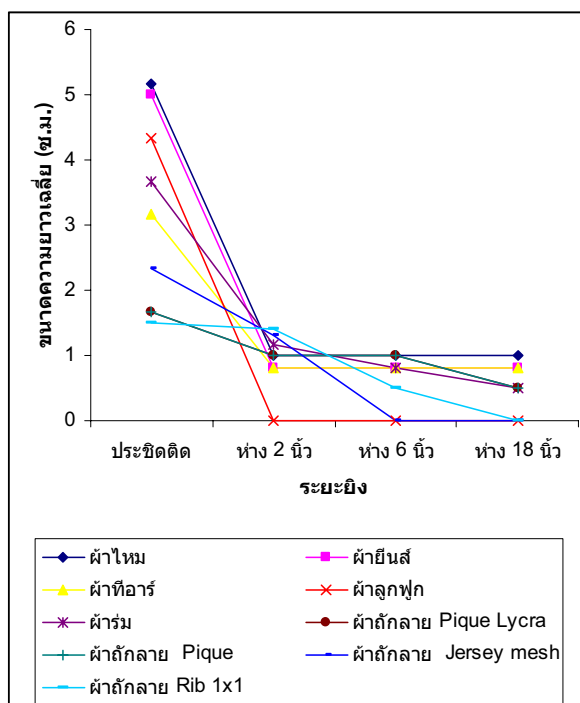
ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	1.07	1.00	1.00	0.50
2. ผ้ายีนส์	0.50	0.80	0.50	0.50
3. ผ้าทีอาร์	1.40	0.80	0.80	0.80
4. ผ้าลูกฟูก	1.83	0.00	0.00	0.00
5. ผ้าร่ม	3.17	1.17	0.80	0.50
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	1.67	1.00	1.00	0.50
7. ผ้าถักลาย Pique	1.67	1.00	1.00	0.50
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	2.33	1.30	0.00	0.00
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	1.50	0.87	0.50	0.00



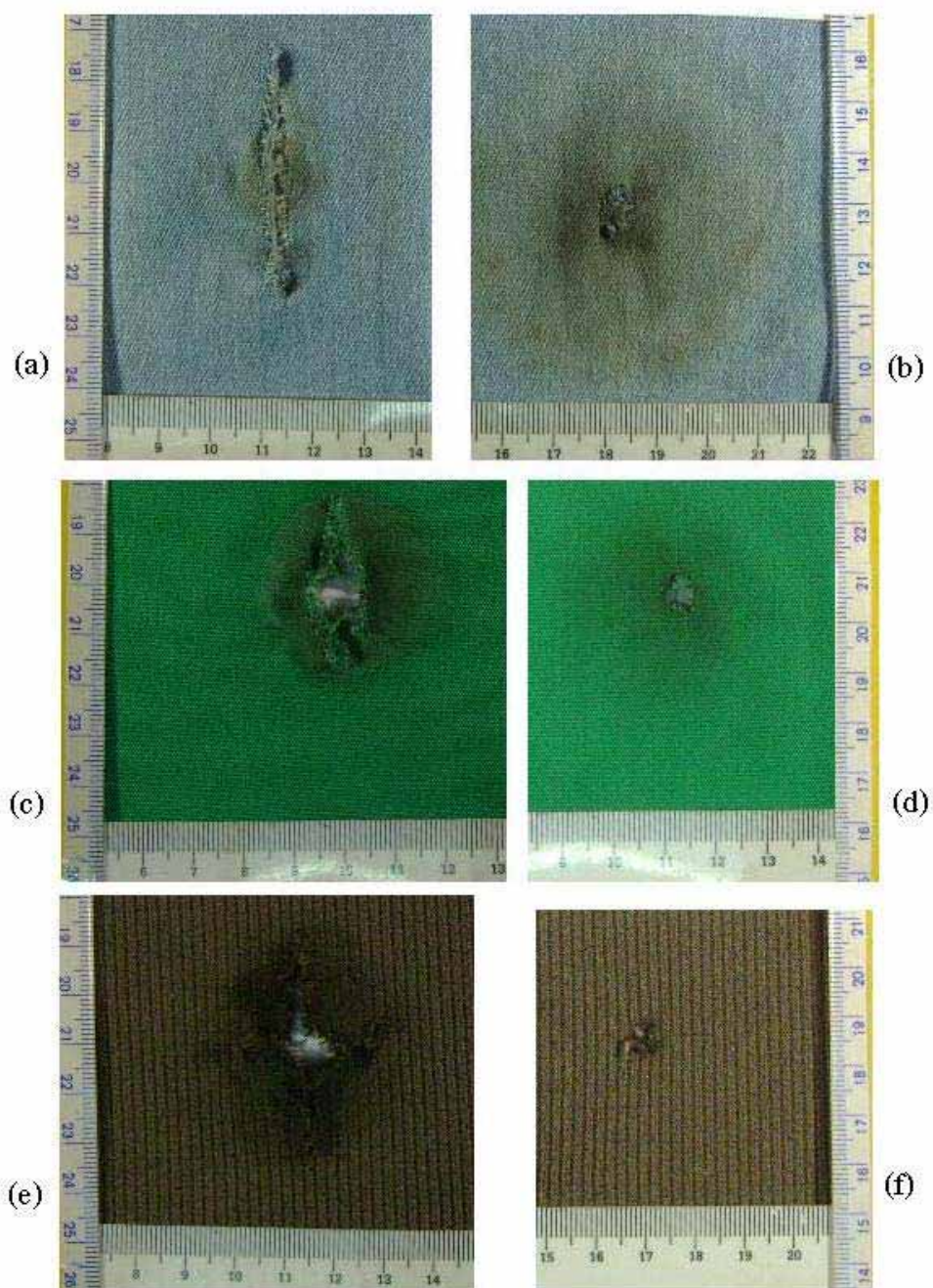
ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP

ตารางที่ 14 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP

ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	5.17	1.00	1.00	1.00
2. ผ้ายีนส์	5.00	0.80	0.80	0.80
3. ผ้าทีอาร์	3.17	0.80	0.80	0.80
4. ผ้าลูกฟูก	4.33	0.00	0.00	0.00
5. ผ้าร่ม	3.67	1.17	0.80	0.50
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	1.67	1.00	1.00	0.50
7. ผ้าถักลาย Pique	1.67	1.00	1.00	0.50
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	2.33	1.30	0.00	0.00
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	1.50	1.40	0.50	0.00



ภาพที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะรอยฉีกขาด จากการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP

(a) ผ้ายีนส์ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (b) ผ้ายีนส์ตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว (c) ผ้าทีอาร์ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (d) ผ้าทีอาร์ตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว (e) ผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (f) ผ้าลูกฟูก ตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

1.3 การยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ หรือ Ball จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. Luger ยี่ห้อ Baretta โมเดล 92 FS

1.3.1 การยิงฝ่าไหมตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.30 ซม. และ ยาว 6.50 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.07 ซม. และ ยาว 2.33 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. เช่นเดียวกัน

1.3.2 การยิงฝ่ายีนส์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.67 ซม. และ ยาว 5.33 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.80 ซม. และ ยาว 1.07 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.80 ซม. และ ยาว 0.80 ซม. เช่นเดียวกัน

1.3.3 การยิงฝ่าเท้าตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูปแฉกหรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 2.17 ซม. และ ยาว 2.67 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน

1.3.4 การยิงฝ่าลูกฟูกตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูปแฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 2.83 ซม. และ ยาว 5.00 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.3.5 การยิงฝ่าร่มตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาด 2 ลักษณะคือ รูปแฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 66.67 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 3.75 ซม. และยาว 3.25 ซม.และ อีกลักษณะหนึ่ง คือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. ที่ระยะยิงห่าง

2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะ 2 ลักษณะคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 66.67 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. และ อีกลักษณะหนึ่ง คือ รูปแฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. และ ที่ระยะยিংห่าง 6 นิ้วและระยะยিংห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กน้อยจนไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.3.6 การยิงผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยিং ระยะยิงละ 3 นิ้ว พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.00 ซม. และที่ระยะยিংห่าง 2 นิ้ว ระยะยিংห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยিংห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน

1.3.7 การยิงผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยিং ระยะยิงละ 3 นิ้ว พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.50 ซม. ที่ระยะยিংห่าง 2 นิ้ว และระยะยিংห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.00 ซม. เช่นเดียวกัน และที่ระยะยিংห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม.

1.3.8 การยิงผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยিং ระยะยิงละ 3 นิ้ว พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.00 ซม. ที่ระยะยিংห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.07 ซม. ที่ระยะยিংห่าง 6 นิ้ว และระยะยিংห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเล็กจนไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นเดียวกัน

1.3.9 การยิงผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยিং ระยะยิงละ 3 นิ้ว พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรง หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.17 ซม. และ ยาว 4.17 ซม. ที่ระยะยিংห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. และที่ระยะยিংห่าง 6 นิ้ว และ ระยะ

ยี่ห้อ 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยนิกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 15 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยนิกขาดของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ

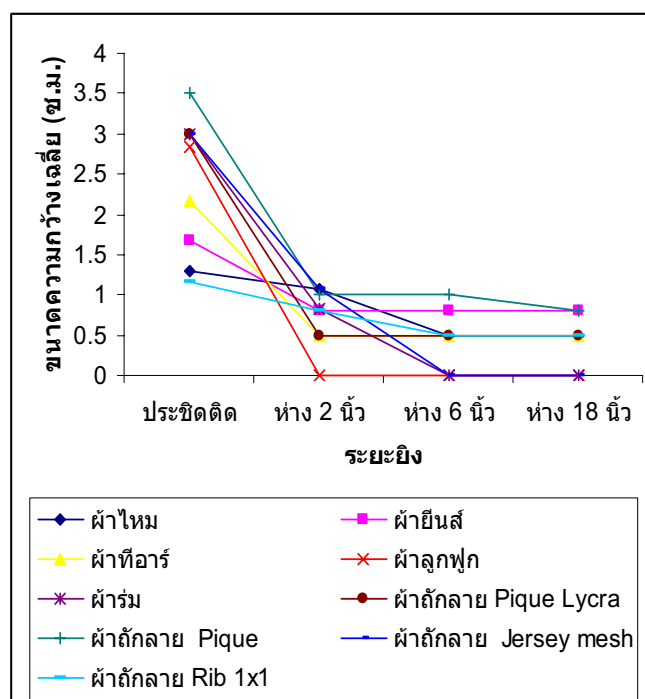
ผ้าตัวอย่าง	รูปร่างลักษณะของรอยนิกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
2. ผ้ายีนส์	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
3. ผ้าทีอาร์	รูปແຈກ	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
4. ผ้าลูกฟูก	รูปແຈກ	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
5. ผ้าร่ม	รูปແຈກ และ รูก่อนข้าง กลม	รูก่อนข้างกลม และ รูปແຈກ	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
7. ผ้าถักลาย Pique	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	เส้นตรง	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม

จากข้อมูลในตารางการหาค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน พบว่า พลังงานของลูกกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ นั้น จะมีค่าพลังงานเริ่มต้นประมาณ 477 จูล ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากันทั้งการทดสอบ และมีค่าความดันสูงสุด ประมาณ 35,000 PSI

ผลการศึกษาลักษณะของร่องรอยนิกขาด พบว่า เกิดรูปร่างหลายอย่างมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของผ้าดังแสดงในตาราง ด้านขนาดเฉลี่ยความเสียหายของผ้า พบว่า ที่ระยะประชิดจะมีความเสียหายมากกว่าระยะอื่น ๆ เนื่องจากผลกระทบจากความดัน ที่ออกมาจากปากกระบอกปืน ทำให้ผ้าตัวอย่างมีความเสียหายมากกว่าระยะที่ห่างออกมา

ตารางที่ 16 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ

ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	1.30	1.07	0.50	0.50
2. ผ้ายีนส์	1.67	0.80	0.80	0.80
3. ผ้าทีอาร์	2.17	0.50	0.50	0.50
4. ผ้าลูกฟูก	2.83	0.00	0.00	0.00
5. ผ้าร่ม	3.00	0.83	0.00	0.00
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	3.00	0.50	0.50	0.50
7. ผ้าถักลาย Pique	3.50	1.00	1.00	0.80
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	3.00	1.07	0.00	0.00
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	1.17	0.80	0.50	0.50

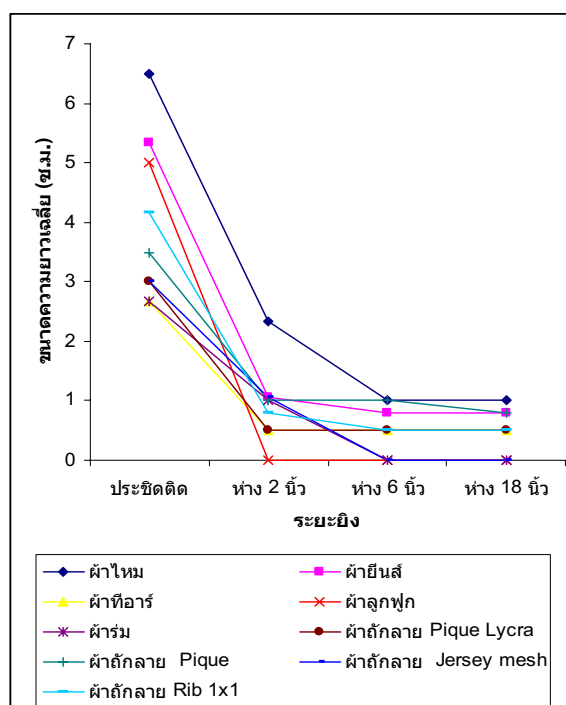


ภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ

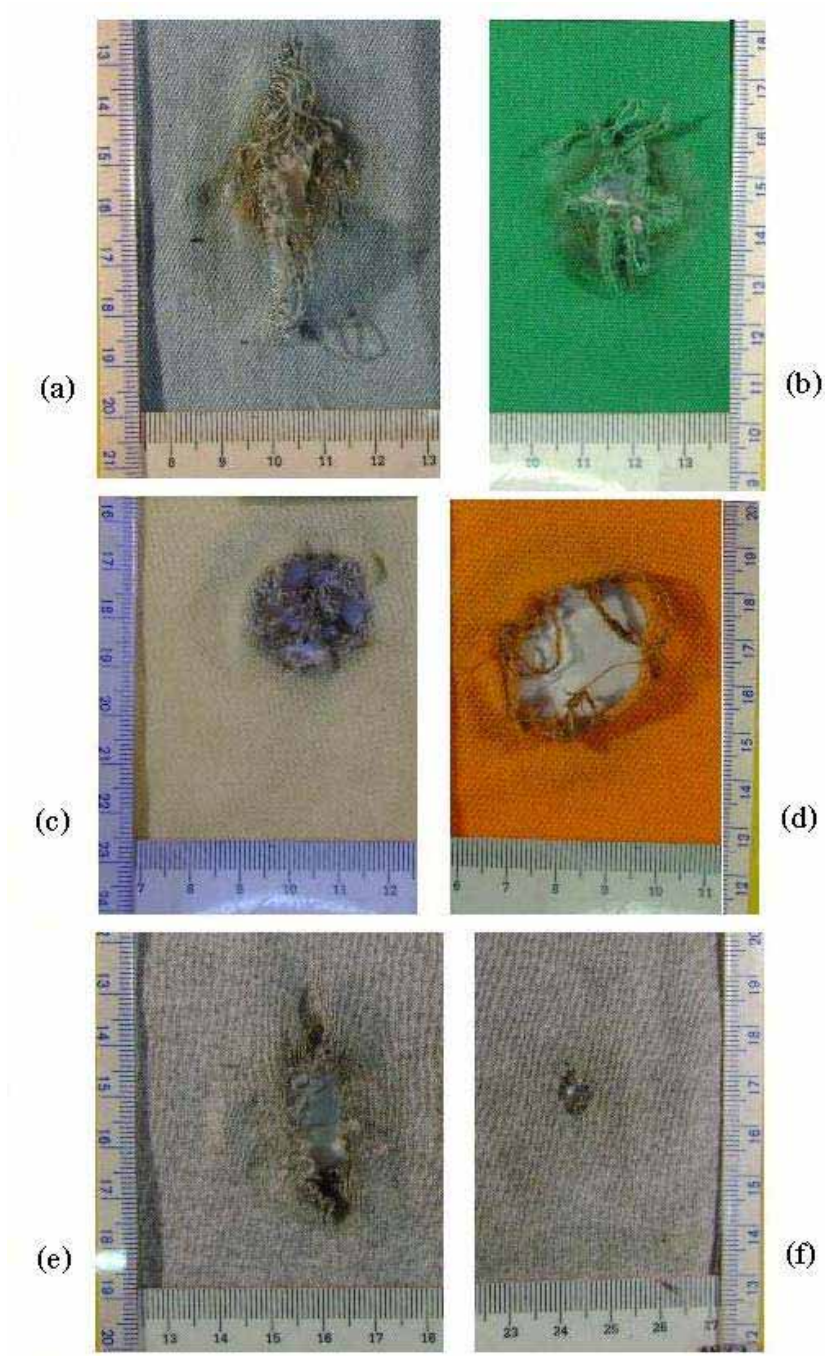
ตารางที่ 17 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ

ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	6.50	2.33	1.00	1.00
2. ผ้ายีนส์	5.33	1.07	0.80	0.80
3. ผ้าทีอาร์	2.67	0.50	0.50	0.50
4. ผ้าลูกฟูก	5.00	0.00	0.00	0.00
5. ผ้าร่ม	3.00	1.00	0.00	0.00
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	3.00	0.50	0.50	0.50
7. ผ้าถักลาย Pique	3.50	1.00	1.00	0.80
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	3.00	1.07	0.00	0.00
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	4.17	0.80	0.50	0.50



ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะรอยฉีกขาด จากการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ

- (a) ผ้ายีนส์ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (b) ผ้าทีอาร์ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด
 (c) ผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (d) ผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (e) ผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (f) ผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว

1.4 การยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. Luger ยี่ห้อ Baretta โมเดล 92 FS

1.4.1 การยิงผ้าไหมตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.17 ซม. และ ยาว 4.00 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาด 2 ลักษณะคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 66.67 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.50 ซม. และยาว 12.25 ซม. และ อีกลักษณะหนึ่ง คือ เส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบหรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. และ ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และ ยาว 1.00 ซม.

1.4.2 การยิงผ้ายีนส์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.00 ซม. และ ยาว 4.67 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาด 2 ลักษณะคือ เส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบหรือคิดเป็นร้อยละ 66.67 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.80 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. และ อีกลักษณะหนึ่ง คือ เส้นตรงยาว หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.50 ซม. และยาว 3.50 ซม. และที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.00 ซม. และ ยาว 1.00 ซม. เช่นเดียวกัน

1.4.3 การยิงผ้าทออาร์ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผล การทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูปแฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 2.33 ซม. และ ยาว 4.17 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูค่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน

1.4.4 การยิงผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูปแฉก หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.67 ซม. และ ยาว 3.83 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว และระยะยิงห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยฉีกขาดเพียงลักษณะเดียวคือ รูค่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน และที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

ร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม. เช่นเดียวกัน

1.4.9 การยิงผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ได้ทดลองยิงทั้งหมด 4 ระยะ ผลการทดลองยิงทั้งสิ้น 4 ระยะยิง ระยะยิงละ 3 นัด พบว่า ที่ระยะประชิดติด ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ เส้นตรง หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเฉลี่ย กว้าง 1.33 ซม. และ ยาว 4.33 ซม. ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้วและระยะยิงห่าง 6 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 ซม. เช่นเดียวกัน และ ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว ปรากฏร่องรอยลักษณะเฉพาะคือ รูก่อนข้างกลม หรือคิดเป็นร้อยละ 100 มีขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.50 ซม.

ตารางที่ 18 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยลักษณะของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger JHP

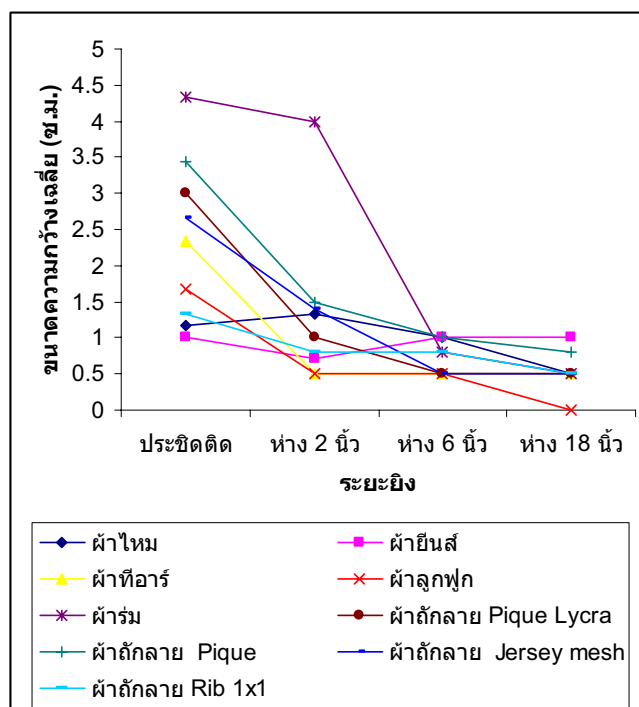
ผ้าตัวอย่าง	รูปร่างลักษณะของรอยลักษณะ			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว และ เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
2. ผ้ายีนส์	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ และ เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
3. ผ้าทีอาร์	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
4. ผ้าลูกฟูก	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
5. ผ้าร่ม	รูปแฉก	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
7. ผ้าถักลาย Pique	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	เส้นตรง	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม

จากข้อมูลในตารางการหาค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน พบว่า พลังงานของลูกกระสุนปืน ขนาด 9 มม. Luger JHP นั้น จะมีค่าพลังงานเริ่มต้นประมาณ 598 จูล ซึ่งมีค่าพลังงานเท่ากันทั้งการทดสอบ และมีค่าความดันสูงสุด ประมาณ 38,500 PSI

ผลการศึกษาลักษณะของร่องรอยนิ้กด พบว่า เกิดรูปร่างหลายอย่างมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของผ้าดังแสดงในตาราง ด้านขนาดเฉลี่ยความเสียหายของผ้า พบว่า ที่ระยะประชิดจะมีความเสียหายมากกว่าระยะอื่น ๆ เนื่องมาจากผลกระทบจากความดัน ที่ออกมาจากปากกระบอกปืน ทำให้ผ้าตัวอย่างมีความเสียหายมากกว่าระยะที่ห่างออกมา

ตารางที่ 19 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

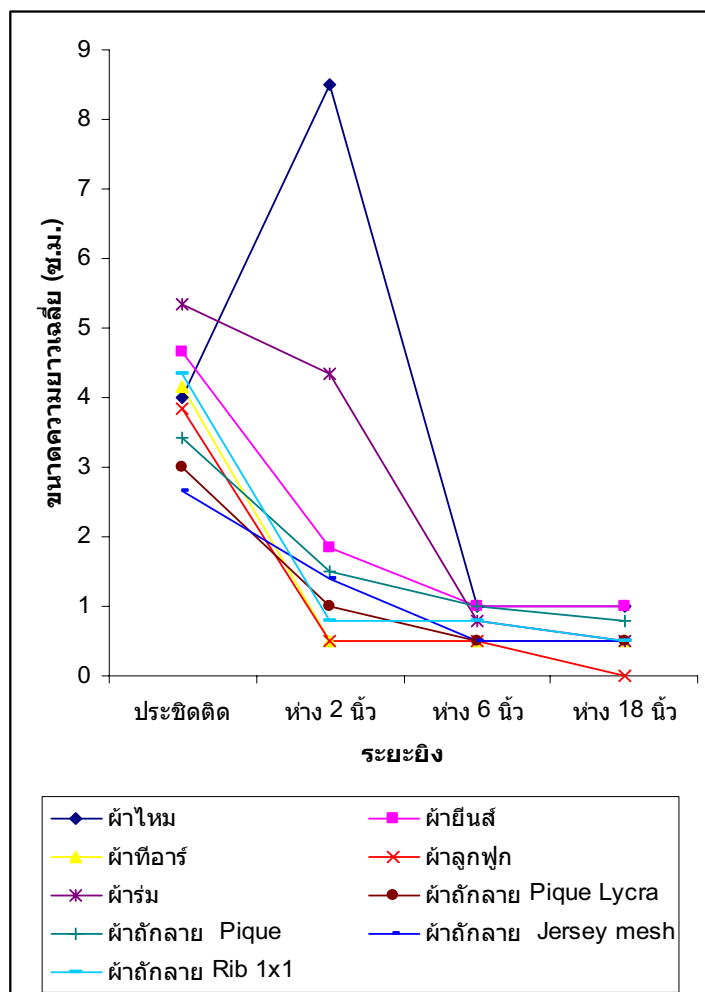
ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	1.17	1.33	1.00	0.50
2. ผ้ายีนส์	1.00	0.70	1.00	1.00
3. ผ้าทีอาร์	2.33	0.50	0.50	0.50
4. ผ้าลูกฟูก	1.67	0.50	0.50	0.00
5. ผ้าร่ม	4.33	4.00	0.80	0.50
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	3.00	1.00	0.50	0.50
7. ผ้าถักลาย Pique	3.43	1.50	1.00	0.80
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	2.67	1.40	0.50	0.50
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	1.33	0.80	0.80	0.50



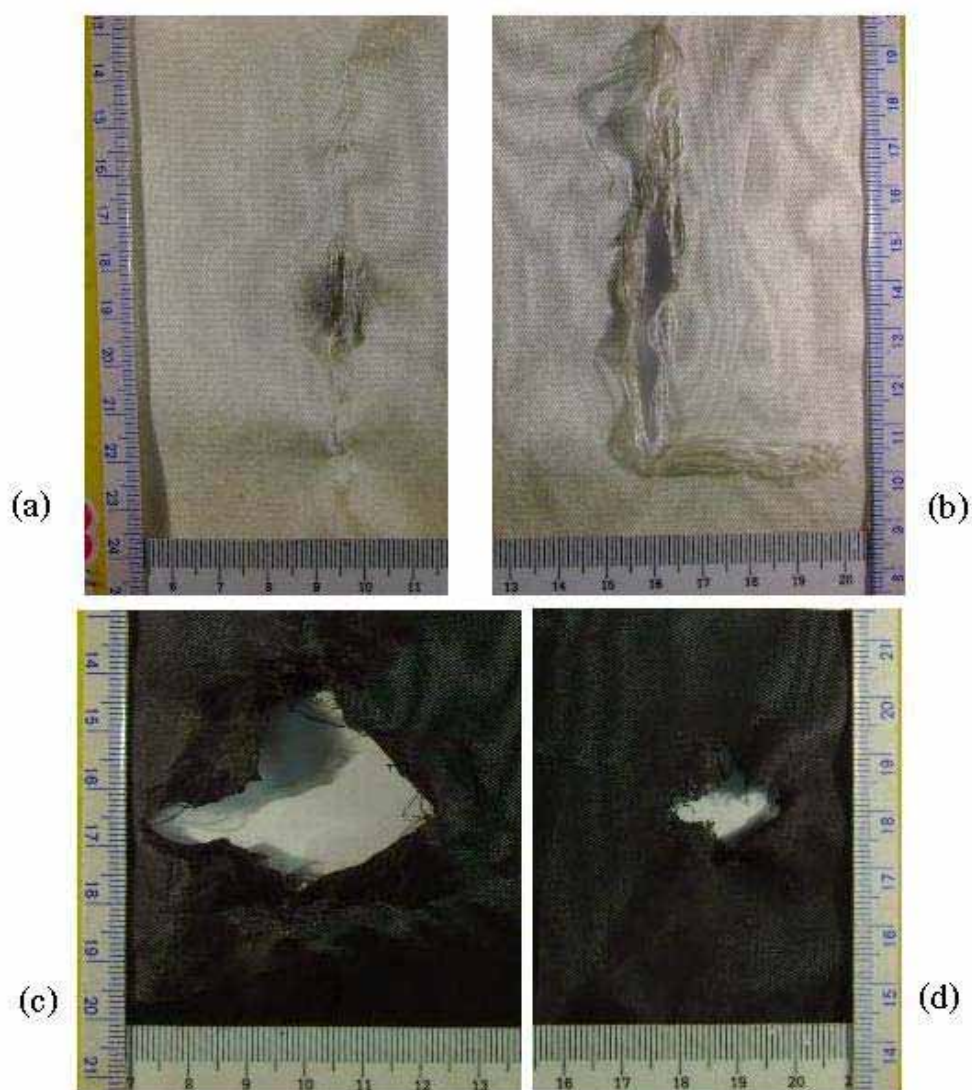
ภาพที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ตารางที่ 20 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ผ้าตัวอย่าง	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
1. ผ้าไหม	4.00	8.50	1.00	1.00
2. ผ้ายีนส์	4.67	1.83	1.00	1.00
3. ผ้าทีอาร์	4.17	0.50	0.50	0.50
4. ผ้าลูกฟูก	3.83	0.50	0.50	0.00
5. ผ้าร่ม	5.33	4.33	0.80	0.50
6. ผ้าถักลาย Pique Lycra	3.00	1.00	0.50	0.50
7. ผ้าถักลาย Pique	3.43	1.50	1.00	0.80
8. ผ้าถักลาย Jersey mesh	2.67	1.40	0.50	0.50
9. ผ้าถักลาย Rib 1x1	4.33	0.80	0.80	0.50



ภาพที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP



ภาพที่ 20 แสดงลักษณะรอยฉีกขาด จากการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

(a) ผ้าใหม่ตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (b) ผ้าใหม่ตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว (c) ผ้าร่มตัวอย่าง ที่ระยะยิงประชิดติด (d) ผ้าร่มตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว

1.5 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองตามชนิดของผ้า

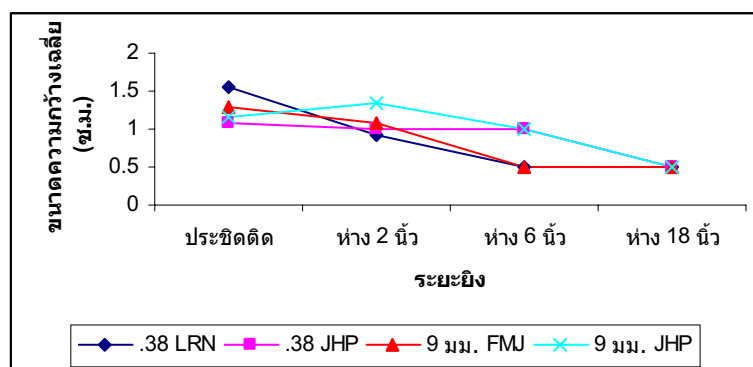
1.5.1 ผ้าไหม เป็นผ้าที่ผลิตขึ้นจากเส้นใยไหม มีลักษณะการทอเป็นลายสองละเอียด มีความหนา 0.26 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Tensile Testing) ของด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 94.94 และ 23.90 กิโลกรัม ตามลำดับ จะปรากฏรอยฉีกขาดจะเกิดรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ เป็นรูปร่างเส้นตรงยาว และรูปร่างเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
.38 SPL JHP	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
9 มม. Luger FMJ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
9 มม. Luger JHP	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว และเส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ

ตารางที่ 22 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

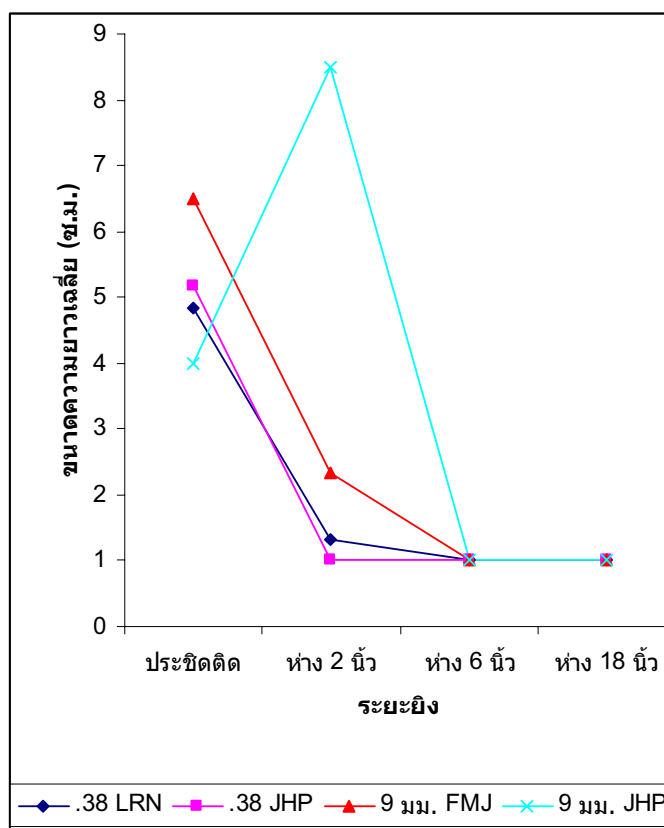
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	1.56	0.93	0.50	0.50
.38 SPL JHP	1.07	1.00	1.00	0.50
9 มม. Luger FMJ	1.30	1.07	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	1.17	1.33	1.00	0.50



ภาพที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 23 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	4.83	1.33	1.00	1.00
.38 SPL JHP	5.17	1.00	1.00	1.00
9 มม. Luger FMJ	6.50	2.33	1.00	1.00
9 มม. Luger JHP	4.00	8.50	1.00	1.00



ภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าไหมตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยนิกขาด พบว่า

ที่ระยะประชิดติด รอยนิกขาดจะมีรูปร่างเป็นเส้นตรงยาวในกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด มีขนาดของรอยนิกขาดเฉลี่ยใกล้เคียงกันแต่มีขนาดรอยนิกขาดมากกว่าระยะยิงอื่น เนื่องจากระยะนี้ผ้าได้รับผลของแรงดันของแก๊สจากการจุดระเบิดของกระสุนปืนมาก

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รอยนิกขาดจะมีรูปร่างเป็น เส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ ในกระสุนปืนขนาด .38 SPL. แต่ในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger LRN ปรากฏรูปร่างเส้นตรงยาว และ ในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger JHP ที่มีรูปร่างปรากฏ 2 รูปร่าง คือ เส้นตรงยาว คิดเป็นร้อยละ 66.67 โดยมีความยาวมากกว่าปกติ และอีกลักษณะหนึ่ง คือ เป็นรูปร่างเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ คิดเป็นร้อยละ 33.33 โดยพบว่ามีความยาวของรอยนิกขาดเฉลี่ยลดลงจากระยะประชิดติด ยกเว้นในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger JHP ที่มีขนาดของรอยนิกขาดเฉลี่ยมากกว่า เนื่องจากกระสุนปืนชนิดนี้มีค่าแรงดันอยู่สูง และมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์เฉพาะตัว จึงมีผลกระทบต่อผ้ามาก

ที่ระยะยিংห่าง 6 นิ้ว และระยะยিংห่าง 18 นิ้ว รอยฉีกขาดมีรูปร่างเป็นเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบและมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยค่อนข้างเล็ก เนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบจากแรงดันแล้ว

ในการทดลองนี้ได้จึงผ้า โดยให้ แนวนอนเป็นแนวของเส้นด้ายพุ่ง และแนวตั้งเป็นแนวเส้นด้ายยืน รอยฉีกขาดของผ้าไหมในการทดลองนี้ ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยมีการขาดตามยาวไปตามแนวของเส้นด้ายพุ่ง เมื่อนำข้อมูลทางด้านสิ่งทอมาร่วมพิจารณา ที่มีความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงของด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 94.94 และ 23.90 กิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากแข็งแรงของผ้าของด้ายยืนมีค่าน้อยกว่า ดังนั้นเพราะเหตุนี้ ผ้าไหมตัวอย่างจึงมีรอยฉีกขาด เป็นเส้นตรงตามแนวเส้นด้ายพุ่ง

ลักษณะรูปร่างที่เป็นเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ เชื่อว่าเกิดเนื่องจาก ความต่างระหว่างขนาดของเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืน เท่ากับ 15.57 และ 5.50 Tex ตามลำดับ ซึ่งเส้นด้ายมีขนาดต่างกันมาก การที่เส้นใยไหมเป็นเส้นใยจากธรรมชาติไม่มีการหลอมละลายตัว การฉีกขาดจึงเกิดในลักษณะที่ถูกดึงรั้งจนขาดตัวและวิธีการทอผ้าด้วยมือซึ่งมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอจึงทำให้เกิดลักษณะเช่นนี้ขึ้น

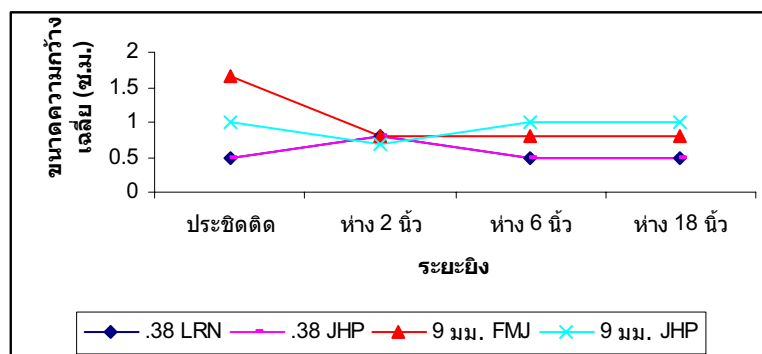
1.5.2 ผ้ายืนส์ เป็นผ้าที่ผลิตขึ้นจากเส้นใยฝ้าย มีลักษณะการทอเป็นลายขัด มีความหนา 0.60 มิลลิเมตร มีความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Tensile Testing) ของด้ายพุ่งและด้ายยืนเท่ากับ 22.624 และ 89.142 กิโลกรัม ตามลำดับ จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่าง 4 ลักษณะ คือ รูปร่างเส้นตรง และ รูปร่างเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
.38 SPL JHP	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
9 มม. Luger FMJ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
9 มม. Luger JHP	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว และเส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ

ตารางที่ 25 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

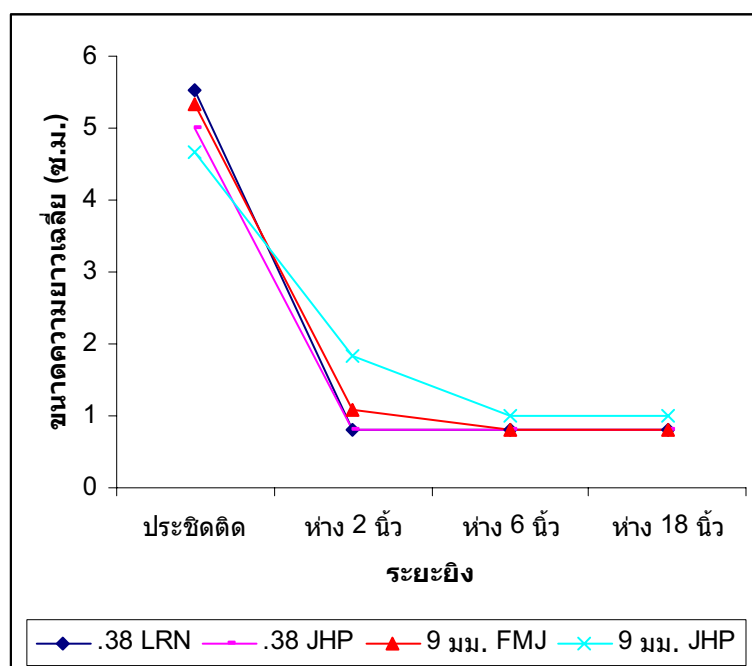
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	0.50	0.80	0.50	0.50
.38 SPL JHP	0.50	0.80	0.50	0.50
9 มม. Luger FMJ	1.67	0.80	0.80	0.80
9 มม. Luger JHP	1.00	0.70	1.00	1.00



ภาพที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของฝ้ายืนส์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 26 แสดงความยาวเฉลี่ยของฝ้ายืนส์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	5.53	0.80	0.80	0.80
.38 SPL JHP	5.00	0.80	0.80	0.80
9 มม. Luger FMJ	5.33	1.07	0.80	0.80
9 มม. Luger JHP	4.67	1.83	1.00	1.00



ภาพที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้ายีนส์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยฉีกขาด พบว่า

ที่ระยะประชิดติด รอยฉีกขาดจะมีรูปร่างเป็นเส้นตรงยาวในกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยใกล้เคียงกันและมีขนาดของรอยฉีกขาดมากกว่าระยะยิงอื่น เนื่องจากระยะนี้ ผ้าได้รับผลของความดันของการจุดระเบิดของกระสุนปืนมาก

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รอยฉีกขาดจะมีรูปร่างเป็น เส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ ในกระสุนปืนขนาด .38 SPL. และ กระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger FMJ แต่ในกระสุนปืนชนิด 9 มม. JHP เกิดรูปร่างปรากฏ 2 รูปร่างคือ เส้นตรงยาว คิดเป็นร้อยละ 66.67 และอีกลักษณะหนึ่ง คือรูปร่างเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ คิดเป็นร้อยละ 33.33 พบว่า มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยลดลงจากระยะประชิดติด ยกเว้นในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger JHP ที่มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยมากกว่า เนื่องจากกระสุนปืนชนิดนี้มีค่าแรงดันอยู่สูง และมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์เฉพาะตัว จึงมีผลกระทบต่อผ้ามาก

ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว รอยฉีกขาดมีรูปร่างเป็นเส้นตรงสั้นขอบไม่เรียบ และมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยค่อนข้างเล็ก เนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบของแรงดันแล้ว

ในการทดลองนี้ได้ขึงผ้าโดยให้ แนวนอนเป็นแนวของเส้นด้ายพุ่ง และแนวตั้งเป็นแนวเส้นด้ายยืน รอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ในการทดลองนี้ ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยมีการขาดตามยาวไปตามแนวของเส้นด้ายยืน เมื่อนำข้อมูลทางด้านสิ่งทอมาร่วมพิจารณา ที่มีความแข็งแรงของผ้าต่อ

แรงดึงของด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 22.624 และ 89.142 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า เพราะความแข็งแรงของด้ายพุ่งมีค่าน้อยกว่า ดังนั้นเพราะเหตุนี้ ผ้ายืนส์ตัวอย่างจึงมีรอยฉีกขาด เป็นเส้นตรงตามแนวเส้นด้ายยืน

ผ้ายืนส์ พบว่าเกิด ลักษณะรอยฉีกเป็นเส้นตรงขอบไม่เรียบที่มีการแตกเป็นเส้นด้าย เช่นเดียวกับผ้าไหมตัวอย่าง จากการสังเกตขนาดของเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืน เท่ากับ 28.17 และ 56.18 Tex ตามลำดับ มีความต่างกันของขนาดเส้นด้ายกันมาก เช่นเดียวกับผ้าไหมอีกทั้งเส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยจากธรรมชาติไม่มีการหลอมละลายตัว การฉีกขาดจึงเกิดในลักษณะที่ถูกดึงรั้งจนขาดตัว และแสดงออกมาเป็นลักษณะเช่นนี้

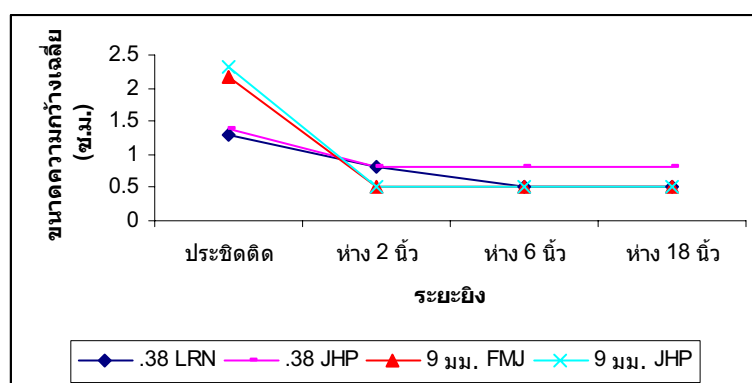
1.5.3 ผ้าทีอาร์ เป็นผ้าผลิตจากเส้นใยฝ้ายและเส้นใยวิสคอสเรยอน มีลักษณะการทอเป็นลายขัด มีความหนา 0.37 มิลลิเมตร มีความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Tensile Testing) ของด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 95.089 และ 142.022 กิโลกรัม ตามลำดับ จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่าง 3 ลักษณะ คือ รูปร่างเส้นตรง, รูปร่างแฉกและรูปร่างรูก่อนข้างกลม ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าทีอาร์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	เส้นตรงยาว	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	เส้นตรงยาว	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม

ตารางที่ 28 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าที่อาร์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

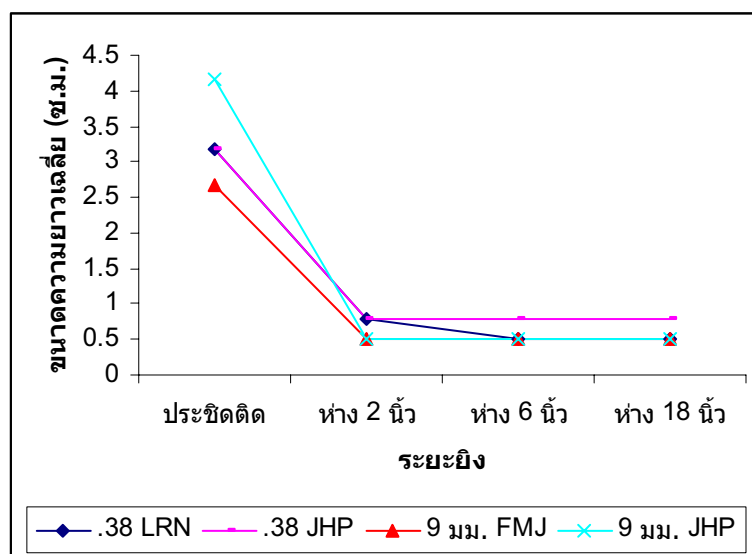
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	1.30	0.80	0.50	0.50
.38 SPL JHP	1.40	0.80	0.80	0.80
9 มม. Luger FMJ	2.17	0.50	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	2.33	0.50	0.50	0.50



ภาพที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าที่อาร์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 29 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าที่อาร์ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	3.17	0.80	0.50	0.50
.38 SPL JHP	3.17	0.80	0.80	0.80
9 มม. Luger FMJ	2.67	0.50	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	4.17	0.50	0.50	0.50



ภาพที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเกลียวของผ้าที่อาร์ดตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยฉีกขาด พบว่า

ที่ระยะประชิดติด รอยฉีกขาดจะมีรูปร่างเป็นเส้นตรงยาว ในกระสุนปืนขนาด .38 SPL. และรอยฉีกขาดจะมีรูปร่างเป็นรูปแฉก ในกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger โดยเชื่อว่า ถ้าผ้าชนิดนี้ได้รับผลของแรงดันสูง จะเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูปแฉก แต่เมื่อมีแรงดันต่ำกว่า จะเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูปเส้นตรง ส่วนขนาดของรอยฉีกขาดเกลียวจะมีค่าใกล้เคียงกัน

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รอยฉีกขาด , ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว จะมีรูปร่างเป็นรูค่อนข้างกลมทั้งหมด และมีขนาดของรอยฉีกขาดเกลียวก่อนข้างเล็กมีขนาดใกล้เคียงหรือเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน เนื่องจาก เป็นผ้าที่มีความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงสูง ทนต่อผลกระทบของแรงดันได้ดี

ในการทดลองนี้ได้ซิงผ้า โดยให้ แนวนอนเป็นแนวของเส้นด้ายพุ่งและแนวตั้งเป็นแนวเส้นด้ายยืน รอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ในการทดลองนี้ ที่ระยะประชิด จะเกิดลักษณะ รูปเส้นตรงและรูปแฉก โดยสามารถอธิบายได้ด้วย ลักษณะโครงสร้างของผ้าที่ทอกันแน่นสม่ำเสมอ และค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงมีค่าค่อนข้างสูงทั้งสองแนวเส้นด้าย ด้วยเหตุผลนี้ ที่ระยะยิงห่างออกมา ความเสียหายของรอยฉีกขาดจึงเกิดไม่มาก โดยเกิดรอยฉีกขาดเป็นเพียง รูค่อนข้างกลมขนาดค่อนข้างเล็ก ทั้งที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

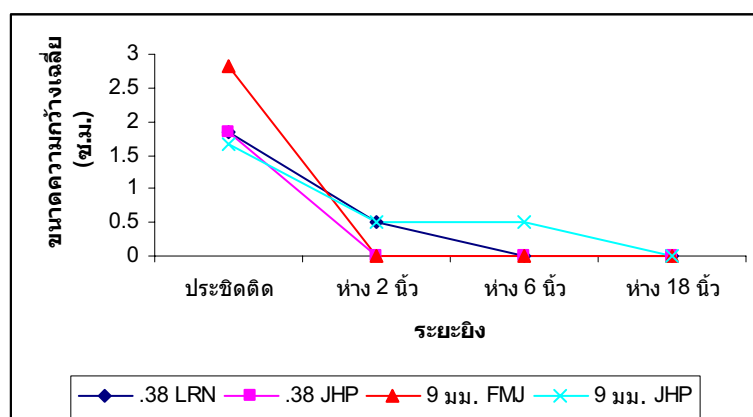
1.5.4 ผ้าลูกฟูก เป็นผ้าที่ผลิตจาก เส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีลักษณะการทอเป็นลายขัด มีความหนา 0.67 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง(Tensile Testing)ของด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 76.916 และ 113.063 กิโลกรัม ตามลำดับ จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ รูปร่างแฉก และรูปร่างรูค่อนข้างกลม ดังแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน ทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม

ตารางที่ 31 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

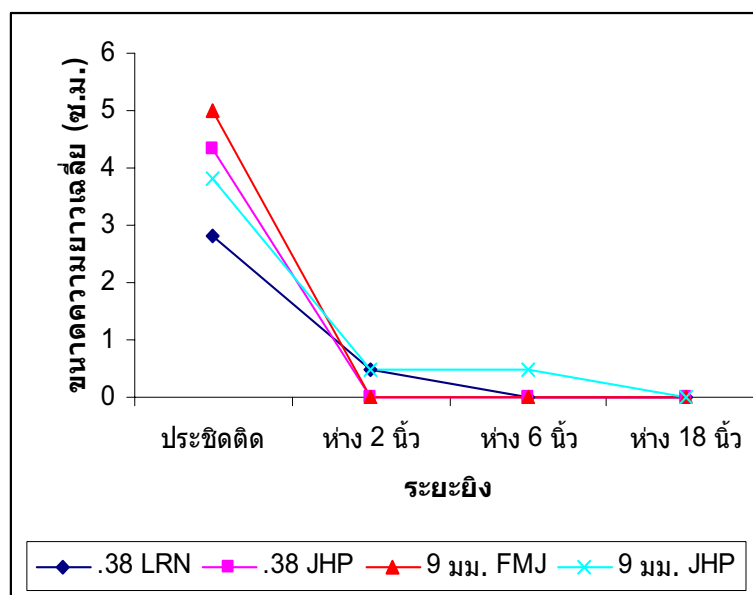
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	1.83	0.50	0.00	0.00
.38 SPL JHP	1.83	0.00	0.00	0.00
9 มม. Luger FMJ	2.83	0.00	0.00	0.00
9 มม. Luger JHP	1.67	0.50	0.50	0.00



ภาพที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของฝักลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 32 แสดงความยาวเฉลี่ยของฝักลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ระยะยิงจริง	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	2.83	0.50	0.00	0.00
.38 SPL JHP	4.33	0.00	0.00	0.00
9 มม. Luger FMJ	5.00	0.00	0.00	0.00
9 มม. Luger JHP	3.83	0.50	0.50	0.00



ภาพที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยนิกาช พบว่า

ที่ระยะประชิดติดมีลักษณะรอยนิกาชเป็นรูปแฉกในกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด และขนาด
ของรอยนิกาชเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รอยนิกาช , ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว จะมี
รูปร่างเป็นรูค่อนข้างกลมทั้งหมด และมีขนาดของรอยนิกาชเฉลี่ยค่อนข้างเล็กใกล้เคียงหรือเล็ก
กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน

ในการทดลองนี้ได้ยิงผ้า โดยให้ แนวนอนเป็นแนวของเส้นด้ายพุ่งและแนวตั้งเป็นแนว
เส้นด้ายยืน รอยนิกาชของผ้าลูกฟูกในการทดลองนี้ จะเกิดรอยนิกาชรูปแฉก ในระยะประชิดติด
เพราะได้รับผลจากแรงดัน ส่วนระยะอื่นจะเกิดรูค่อนข้างกลมเท่านั้น เนื่องจากโครงสร้างผ้าที่
ค่อนข้างแน่น และมีความแข็งแรงของผ้าค่อนข้างสูง โดยมีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงของ
ด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 76.916 และ 113.063 กิโลกรัม ตามลำดับ

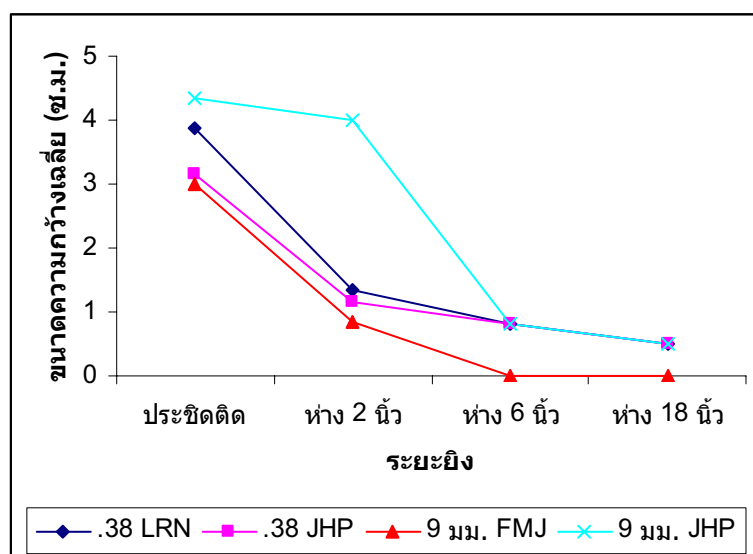
1.5.5 ผ้าร่ม เป็นผ้าที่ผลิตจาก เส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีลักษณะการทอเป็นลายขัด มีความหนา 0.08 มิลลิเมตร มีความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Tensile Testing) ของด้ายพุ่งและด้ายยืนเท่ากับ 38.169 และ 33.454 กิโลกรัม ตามลำดับ จะปรากฏรอยฉีกขาดจะเกิดรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ รูปร่างแฉก และรูปร่างรูกกลม ดังแสดงในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	รูปแฉก และ รูค่อนข้าง กลม	รูค่อนข้างกลม และ รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	รูปแฉก	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม

ตารางที่ 34 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าร่มตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

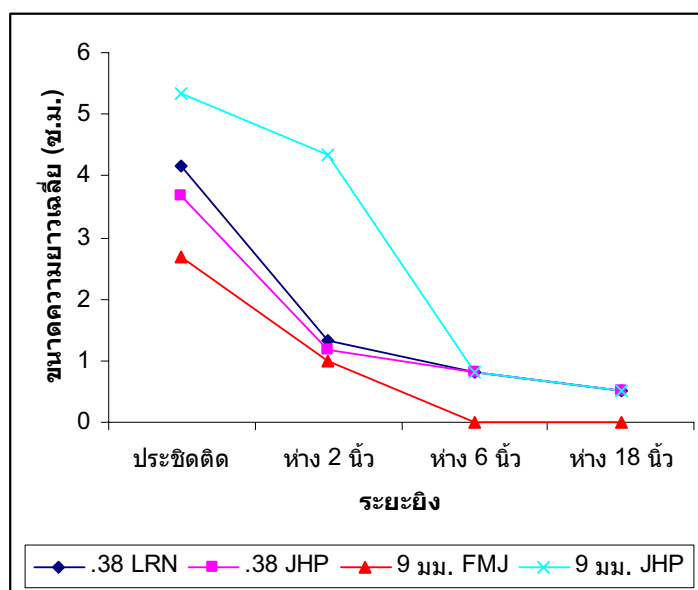
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	3.87	1.33	0.80	0.50
.38 SPL JHP	3.17	1.17	0.80	0.50
9 มม. Luger FMJ	3.00	0.83	0.00	0.00
9 มม. Luger JHP	4.33	4.00	0.80	0.50



ภาพที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของฝั้วร่่มตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 35 แสดงความยาวเฉลี่ยของฝั้วร่่มตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	4.17	1.33	0.80	0.50
.38 SPL JHP	3.67	1.17	0.80	0.50
9 มม. Luger FMJ	3.00	1.00	0.00	0.00
9 มม. Luger JHP	5.33	4.33	0.80	0.50



ภาพที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของฝั้วรุ่มตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยนิกาต พบว่า

ที่ระยะประชิดติด รอยนิกาตจะมีรูปร่างเป็นแฉกในกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด ขนาดของรอยนิกาตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยในกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ พบว่า มีรูปร่างของรอยนิกาตเป็นรูค่อนข้างกลม คิดเป็นร้อยละ 33.33

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รอยนิกาตจะมีรูค่อนข้างกลม ในกระสุนปืนขนาด .38 SPL. แต่ในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger ปรากฏรอยนิกาตรูปแฉก โดยในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger FMJ ที่มีรูปร่างปรากฏ 2 รูปร่างคือ รูค่อนข้างกลม คิดเป็นร้อยละ 66.67 และ อีกลักษณะหนึ่ง คือมีรูปร่างแฉก คิดเป็นร้อยละ 33.33 แต่ในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger JHP สามารถเกิดรอยนิกาตรูปแฉก จะมีขนาดของรอยนิกาตใหญ่ใกล้เคียงกับที่ระยะประชิดติด เนื่องจากกระสุนปืนชนิดนี้มีค่าแรงดันอยู่สูง และมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์เฉพาะตัว จึงมีผลกระทบต่อฝั้วมาก

ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว รอยนิกาตจะมีรูปร่างเป็นรูค่อนข้างกลม และมีขนาดของรอยนิกาตเฉลี่ยค่อนข้างเล็กใกล้เคียงหรือเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน

ในการทดลองนี้ได้ยิงฝั้วโดยให้ แนวนอนเป็นแนวของเส้นด้ายพุ่ง และแนวตั้งเป็นแนวเส้นด้ายยืน รอยนิกาตของฝั้วรุ่ม ในการทดลองนี้ มีลักษณะเป็นรูปแฉก และรูค่อนข้างกลม เมื่อนำข้อมูลทางด้านสิ่งทอมาพิจารณา ที่มีความแข็งแรงของฝั้วต่อแรงดึงของด้ายพุ่งและด้ายยืน เท่ากับ 38.169 และ 33.454 กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าความแข็งแรงของด้ายยืนมีค่าค่อนข้างต่ำและ

มีค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายใกล้เคียงกัน ในขณะที่ผ้าเกิดการฉีกขึ้นไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นจึงเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูปแฉก อีกทั้งการที่ผ้ามีความบางมาก ขนาดเฉลี่ยของผ้ารมมีขนาดของรอยฉีกขาดค่อนข้างใหญ่ และฉีกได้ง่าย

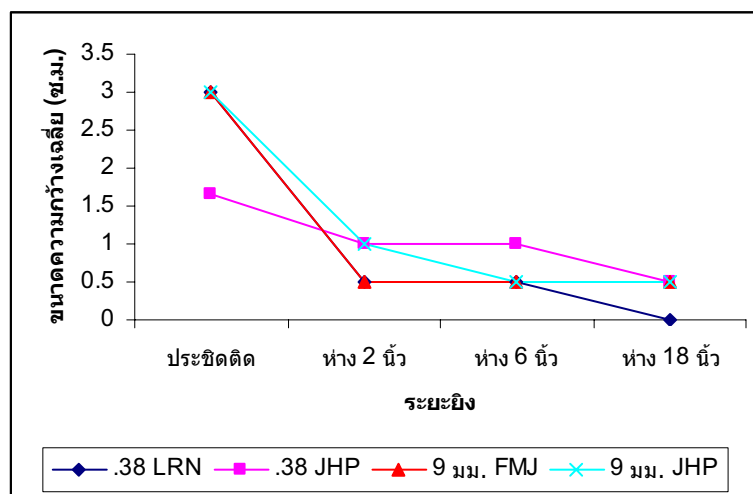
1.5.6 ผ้าฉีก Pique Lycra เป็นผ้าที่ผลิตจาก เส้นใยฝ้าย เส้นใยโพลีเอสเตอร์ และยางยืด มีลักษณะการฉีกเป็นลาย Pique มีความหนา 0.68 มิลลิเมตร มีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength) เท่ากับ 10.82 Kg/cm^2 จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ รูปร่างเส้นตรงแนวอน และรูปร่างค่อนข้างกลม ดังแสดงในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	เส้นตรงยาว และ รูก่อนข้าง กลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม

ตารางที่ 37 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าฉีกลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

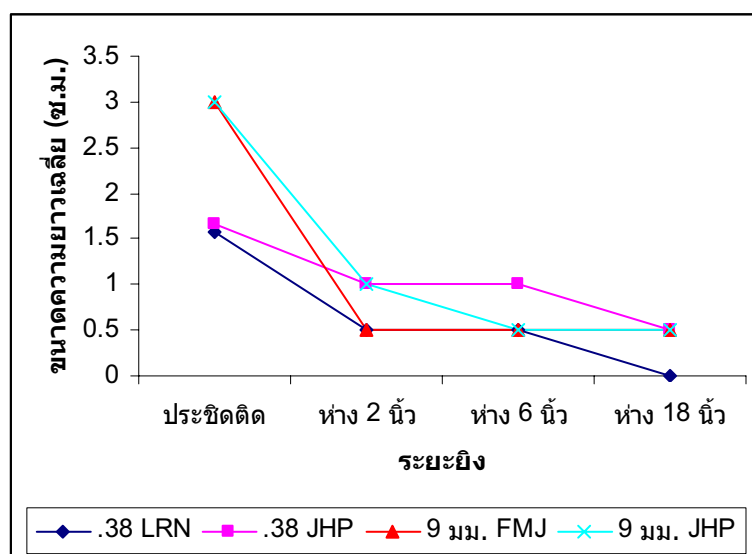
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	2.83	0.50	0.50	0.00
.38 SPL JHP	1.67	1.00	1.00	0.50
9 มม. Luger FMJ	3.00	0.50	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	3.00	1.00	0.50	0.50



ภาพที่ 31 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 38 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	1.57	0.50	0.50	0.00
.38 SPL JHP	1.67	1.00	1.00	0.50
9 มม. Luger FMJ	3.00	0.50	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	3.00	1.00	0.50	0.50



ภาพที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าฉีกลาย Pique Lycra ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วย กระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยฉีกขาด พบว่า

ที่ระยะประชิดติด ในกระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN รอยฉีกขาดมีรูปร่างเป็นเส้นตรง แนวนอน คิดเป็นร้อยละ 66.67 และรูค่อนข้างกลม คิดเป็นร้อยละ 33.33 ส่วนกระสุนปืนชนิดอื่น ๆ มีรอยฉีกขาดเป็น รูค่อนข้างกลม มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว รอยฉีกขาดเป็นรูค่อนข้างกลมและมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยค่อนข้างเล็กใกล้เคียงหรือเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน

เนื่องจากผ้าฉีก เกิดขึ้นจากด้ายเส้นเดียวกันมาถักกันเป็นผืนผ้า ความแข็งแรงของผ้า จึงเป็นความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ มีค่า 10.82 Kg/cm^2 ลักษณะของรอยฉีกขาดปรากฏ เป็นเส้นตรงแนวนอน และ รูค่อนข้างกลม มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยในระยะประชิดติดมากกว่าระยะยิงอื่นเนื่องจากได้รับผลจากแรงดัน การที่ผ้าเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูกลม เพราะว่าการมีโครงสร้างผ้าเป็นการถักจะมีการฉีกขาดไม่ได้ฉีกไปตามแนวใดแนวหนึ่ง แต่การฉีกขาดจะเป็นวงคล้ายปากกระบอกปืนที่กดยิง

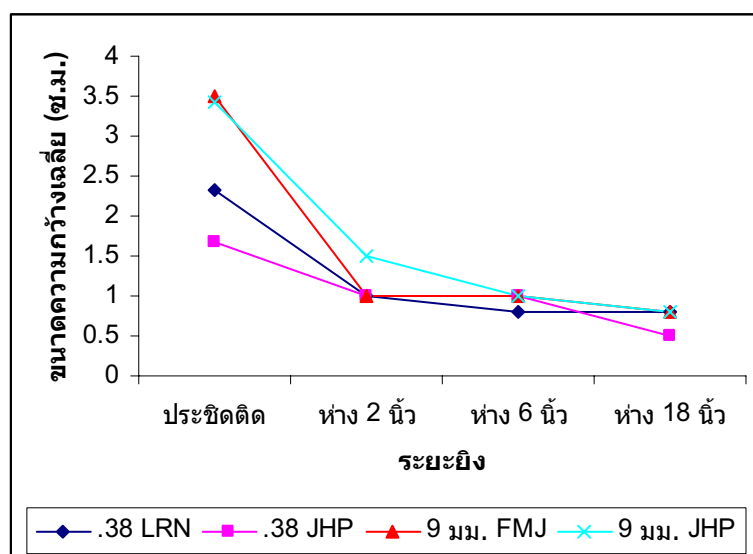
1.5.7 ผ้าฉีก Pique เป็นผ้าที่ผลิตจากเส้นใยฝ้ายและเส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีลักษณะการฉีกเป็นลาย Pique มีความหนา 0.74 มิลลิเมตร มีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength) เท่ากับ 11.34 Kg/cm^3 จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่างเพียง 1 ลักษณะ คือ รูปร่างรูค่อนข้างกลม ดังแสดงในตารางที่ 39

ตารางที่ 39 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกล้างด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม

ตารางที่ 40 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกล้างด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

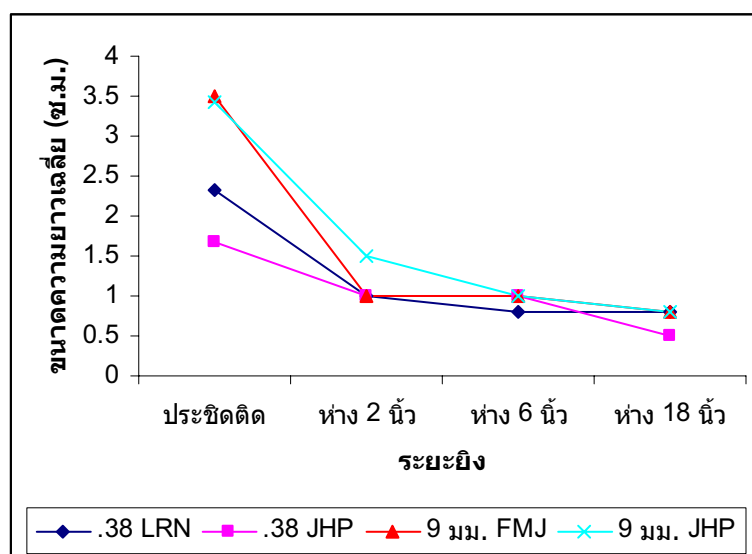
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	2.33	1.00	0.80	0.80
.38 SPL JHP	1.67	1.00	1.00	0.50
9 มม. Luger FMJ	3.50	1.00	1.00	0.80
9 มม. Luger JHP	3.43	1.50	1.00	0.80



ภาพที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของฝ้ายถักลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 41 แสดงความยาวเฉลี่ยของฝ้ายถักลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	2.33	1.00	0.80	0.80
.38 SPL JHP	1.67	1.00	1.00	0.50
9 มม. Luger FMJ	3.50	1.00	1.00	0.80
9 มม. Luger JHP	3.43	1.50	1.00	0.80



ภาพที่ 34 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วย กระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยฉีกขาด พบว่า ทุกกระสุนยิงจะเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูค่อนข้างกลม โดยที่ระยะประชิดติด พบว่า มีขนาดเฉลี่ยของรอยฉีกขาดเฉลี่ย ในกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger มีขนาดมากกว่า กระสุนปืนขนาด .38 ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว รอยฉีกขาดเป็นรูค่อนข้างกลมและมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยค่อนข้างเล็กใกล้เคียงหรือเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน

ผ้าชนิดนี้มีโครงสร้างเช่นเดียวกับ ผ้าถัก Pique Lycra แต่ต่างกันที่ ผ้าถัก Pique Lycra มีส่วนผสมของยางยืด เมื่อสังเกตขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ย พบว่า ที่ระยะประชิดติด ผ้าถัก Pique มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยใหญ่กว่าเล็กน้อย เชื่อว่า เนื่องจากการมียางยืดในการผลิต สามารถทำให้ รอยฉีกขาดของผ้าหดตัวลงได้

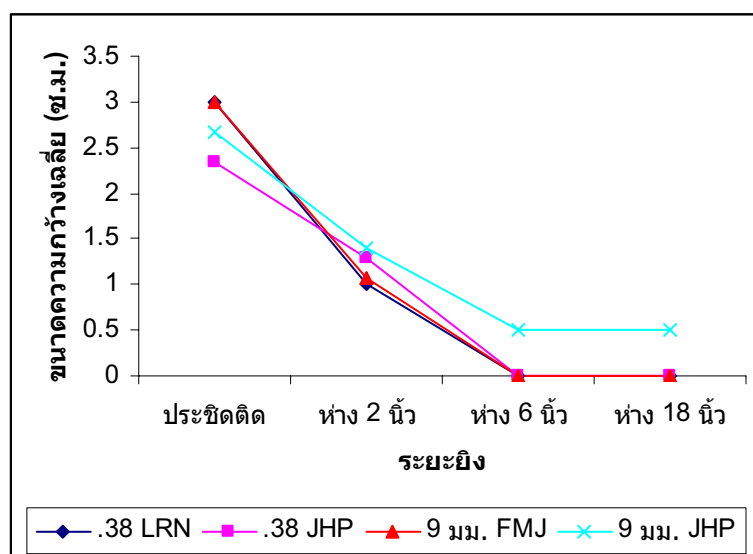
1.5.8 ผ้าถัก Jersey mesh เป็นผ้าผลิตจาก เส้นใยฝ้ายและเส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีลักษณะการถักเป็นลาย Jersey mesh มีความหนา 0.64 มิลลิเมตร มีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength) เท่ากับ 7.48 Kg/cm^3 จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่างเพียง 1 ลักษณะ คือ รูปร่างรูค่อนข้างกลม ดังแสดงในตารางที่ 42

ตารางที่ 42 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม

ตารางที่ 43 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

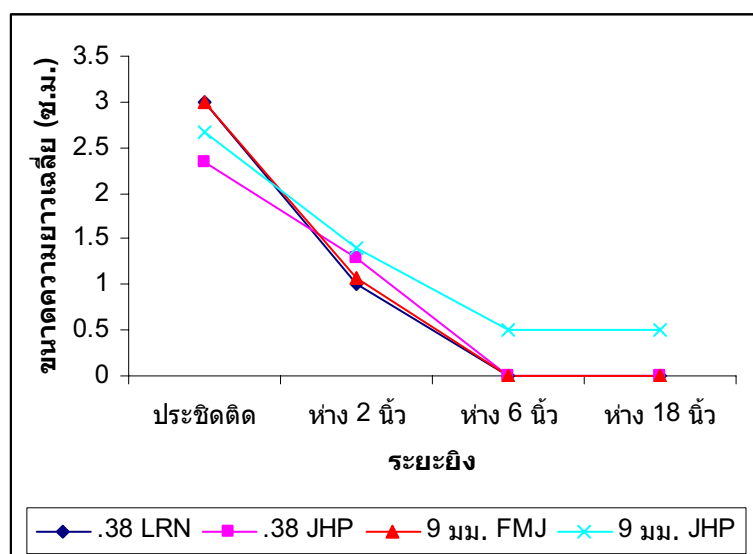
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	3.00	1.00	0.00	0.00
.38 SPL JHP	2.33	1.30	0.00	0.00
9 มม. Luger FMJ	3.00	1.07	0.00	0.00
9 มม. Luger JHP	2.67	1.40	0.50	0.50



ภาพที่ 35 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 44 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	3.00	1.00	0.00	0.00
.38 SPL JHP	2.33	1.30	0.00	0.00
9 มม. Luger FMJ	3.00	1.07	0.00	0.00
9 มม. Luger JHP	2.67	1.40	0.50	0.50



ภาพที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของผ้าฉกกลาย Jersey mesh ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยฉีกขาด พบว่า ทุกระยะยิงจะเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูค่อนข้างกลม ที่ระยะประชิดติดมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน , ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว , ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยค่อนข้างเล็กใกล้เคียงหรือเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน

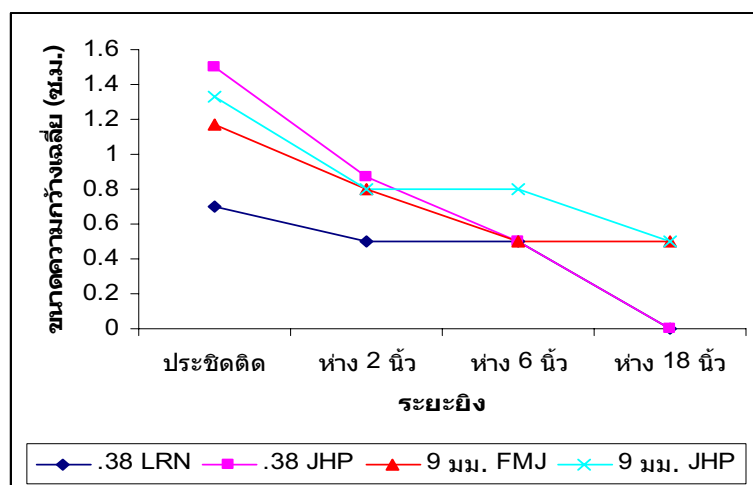
1.5.9 ผ้าฉก Rib 1 x 1 เป็นผ้าที่ผลิตจากเส้นใยฝ้ายและยางยืด มีลักษณะการฉีกเป็นลาย Rib 1 x 1 มีความหนา 0.83 มิลลิเมตร มีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength) เท่ากับ 7.66 Kg/cm^3 จะปรากฏรอยฉีกขาดมีรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ รูปร่างเส้นตรง และรูปร่างรูค่อนข้างกลม ดังแสดงในตารางที่ 45

ตารางที่ 45 แสดงรูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วย
กระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	รูปร่างลักษณะของรอยฉีกขาด			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	เส้นตรง	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
.38 SPL JHP	รูค่อนข้างกลม	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger FMJ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
9 มม. Luger JHP	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม

ตารางที่ 46 แสดงความกว้างเฉลี่ยของผ้าฉีกลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ทั้ง 4 ชนิด

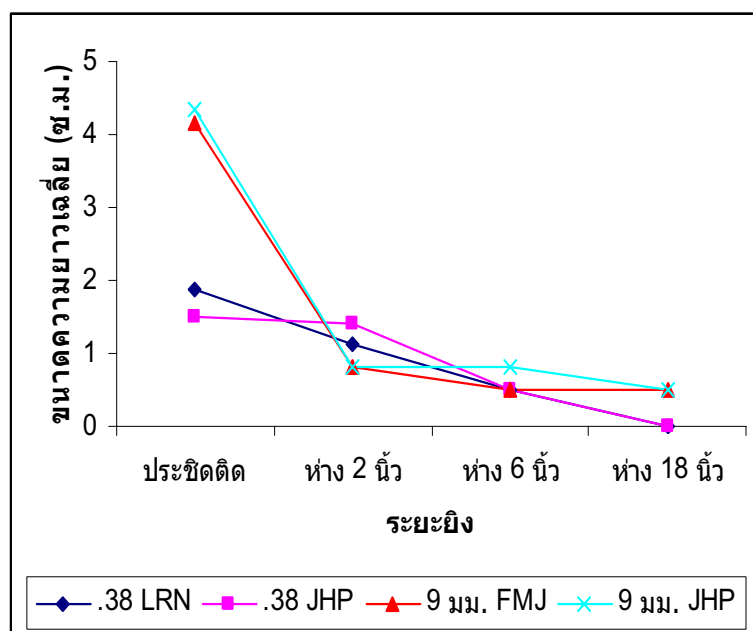
ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความกว้างเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	0.70	0.50	0.50	0.00
.38 SPL JHP	1.50	0.87	0.50	0.00
9 มม. Luger FMJ	1.17	0.80	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	1.33	0.80	0.80	0.50



ภาพที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 47 แสดงความยาวเฉลี่ยของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

ชนิดของลูกกระสุน	ขนาดความยาวเฉลี่ย (ซ.ม.)			
	ระยะยิง ประชิดติด	ระยะยิง ห่าง 2 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 6 นิ้ว	ระยะยิง ห่าง 18 นิ้ว
.38 SPL LRN	1.87	1.13	0.50	0.00
.38 SPL JHP	1.50	1.40	0.50	0.00
9 มม. Luger FMJ	4.17	0.80	0.50	0.50
9 มม. Luger JHP	4.33	0.80	0.80	0.50



ภาพที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของฝ้ายักกลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่ถูกยิงด้วย กระสุนปืนทั้ง 4 ชนิด

จากผลการศึกษารอยฉีกขาด พบว่า

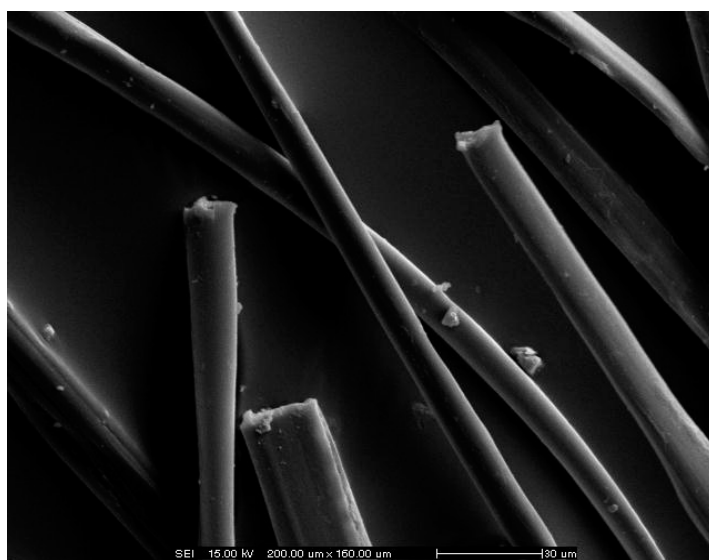
ที่ระยะประชิดติด รอยฉีกขาดจะมีรูปร่างเป็นเส้นตรง ยกเว้นกระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP ที่มีรูปร่างเป็นรูปค่อนข้างกลม ส่วนขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ย พบว่า กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger รอยฉีกขาดเป็นเส้นตรง พบว่า มีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยมากกว่ากระสุนปืนขนาด .38 SPL.

ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รอยฉีกขาดจะมีรูปร่างเป็น เส้นตรง ในกระสุนปืนขนาด .38 SPL. แต่ ในกระสุนปืนชนิด 9 มม. Luger มีรูปร่างเป็นเส้นตรง ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และระยะยิงห่าง 18 นิ้ว รอยฉีกขาดมีรูปร่างค่อนข้างกลม และมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยค่อนข้างเล็กใกล้เคียงหรือเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน

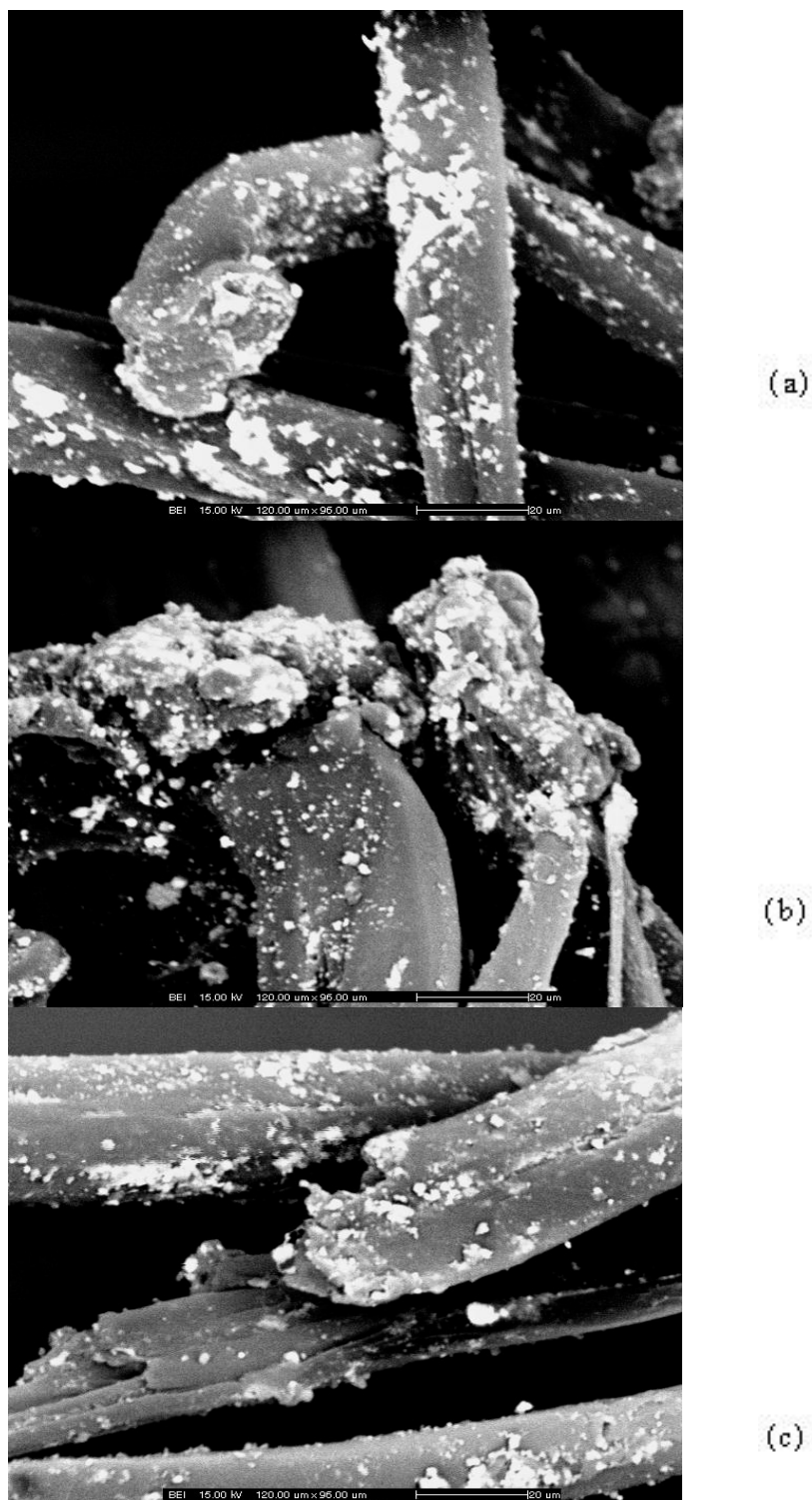
ฝ้ายักชนิดนี้มีลักษณะรอยฉีกขาดเป็นเส้นตรงเกิดขึ้น เพราะว่า ฝ้ายักชนิดนี้มีโครงสร้างที่แตกต่างจากฝ้ายักชนิดอื่น คือ มีลายฝ้ายในแนวตามยาว ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัว

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใยหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน

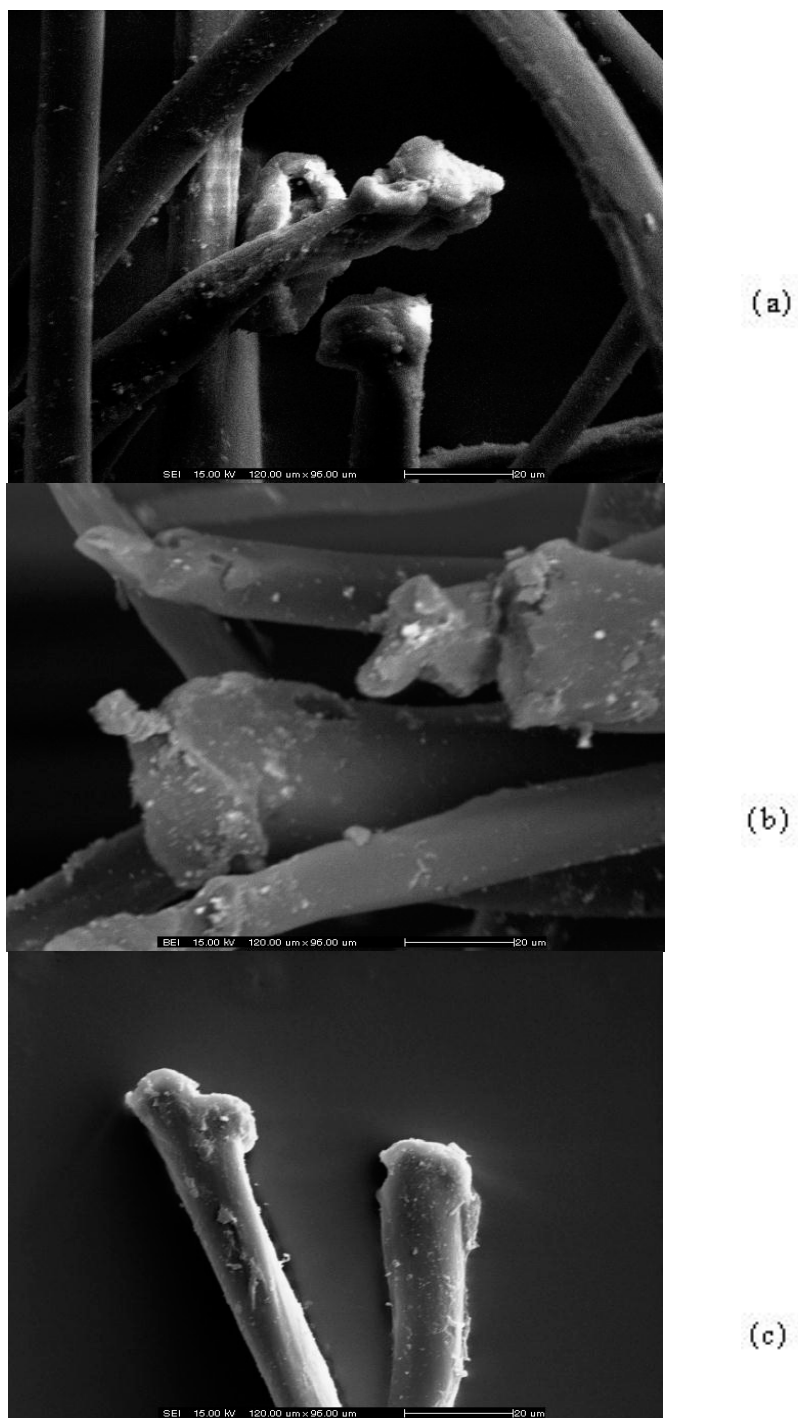
2.1 ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหม ก่อนและหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ พบว่า ลักษณะของปลายเส้นใยที่เกิดจากแรงดึงขาด จะมีลักษณะเป็นปลายตัดตรงเรียบ ส่วนลักษณะของปลายเส้นใยที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน จะมีการพองตัวขึ้นเนื่องจากความร้อน โดยที่ระยะยิงใกล้กว่าจะมีการพองตัวมากกว่าระยะยิงที่ไกลกว่า ดังแสดงในภาพที่ 39 – 41



ภาพที่ 39 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหมจากผ้าไหมตัวอย่างที่เกิดจากแรงดึงขาด
ที่กำลังขยาย 750 เท่า

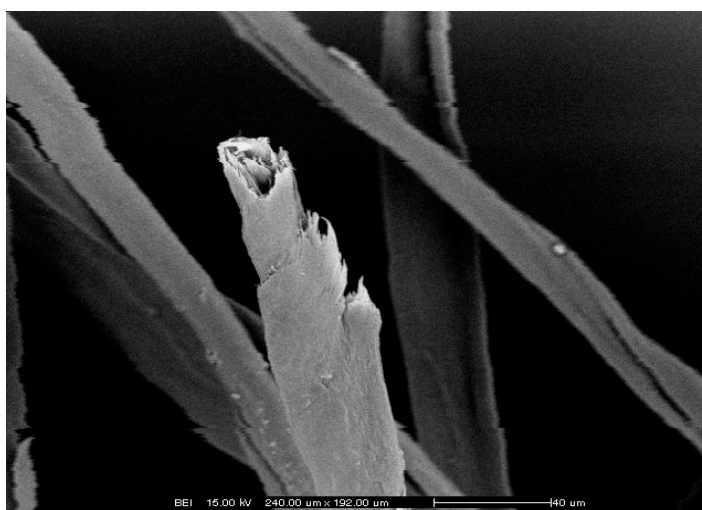


ภาพที่ 40 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหม จากผ้าไหมตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วย กระสุนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

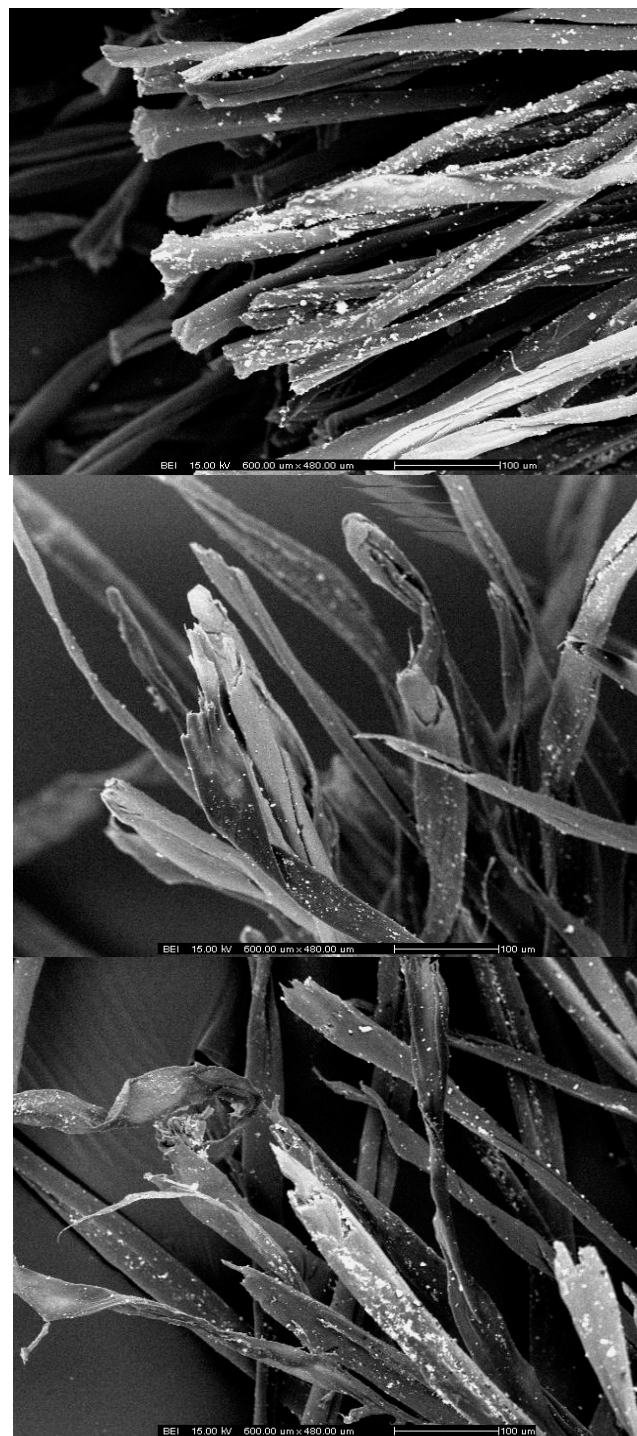


ภาพที่ 41 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยไหม จากผ้าไหมตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วย
 กระสุนปืนออกโตเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่
 ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

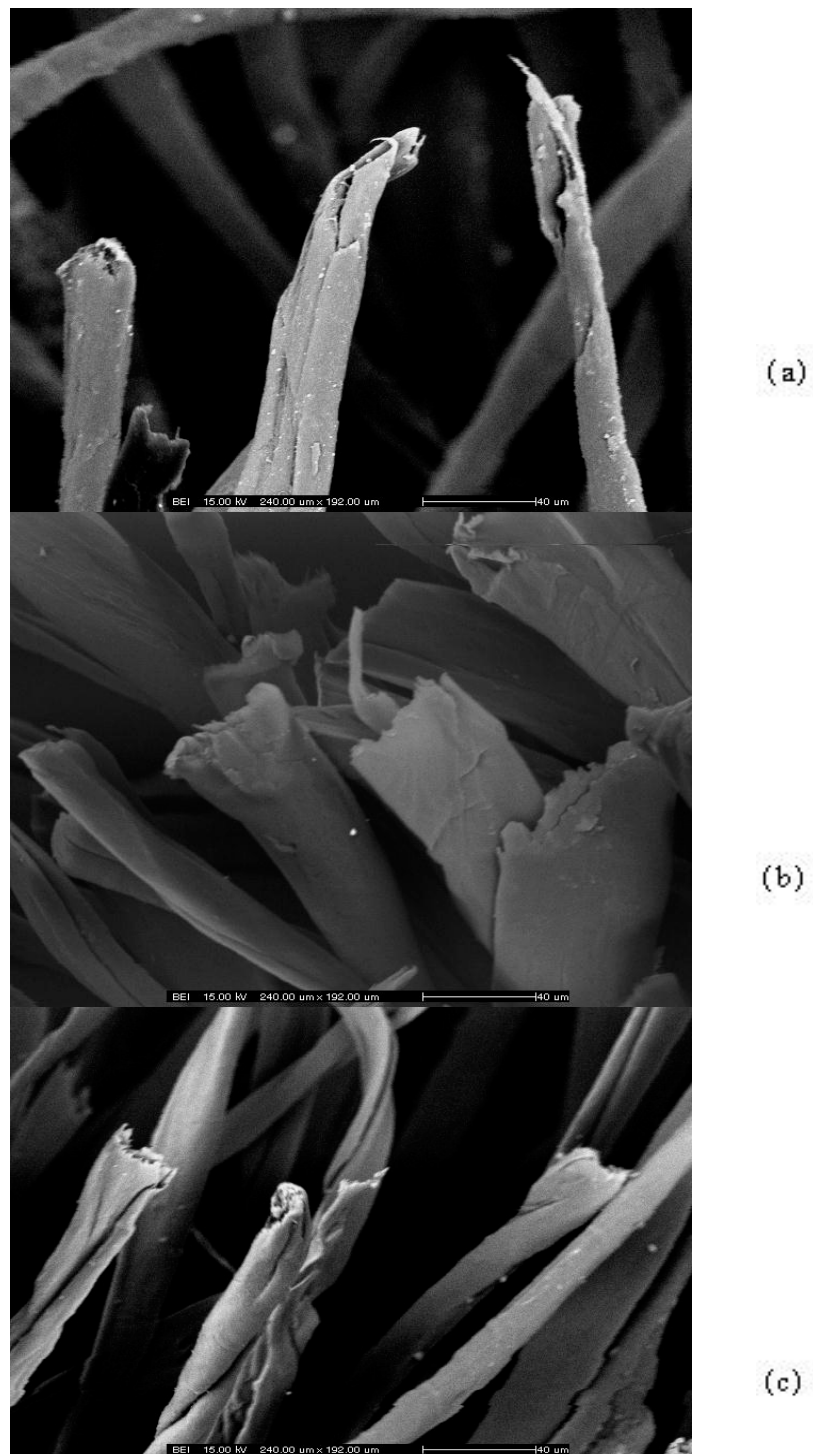
2.2 ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้าย ก่อนและหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ พบว่า ลักษณะของปลายเส้นใยที่เกิดจากแรงดิงขาด จะมีลักษณะเป็นรอยฉีกคล้ายฟันเลื่อย ส่วนลักษณะของปลายเส้นใยที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน ก็ปรากฏลักษณะเดียวกันกับลักษณะของปลายเส้นใยที่เกิดจากแรงดิงขาดในทุกระยะยิง ดังแสดงในภาพที่ 42 – 44



ภาพที่ 42 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายจากผ้ายืนส์ตัวอย่างที่เกิดจากแรงดิงขาด
ที่กำลังขยาย 500 เท่า

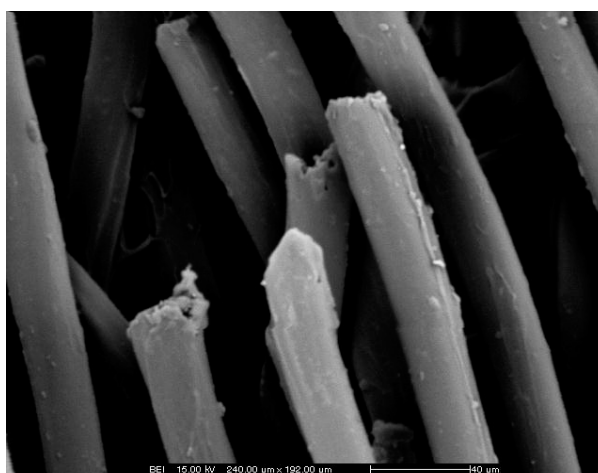


ภาพที่ 43 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยกล้วย จากผ้ายีนส์ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วย กระสุนปืนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

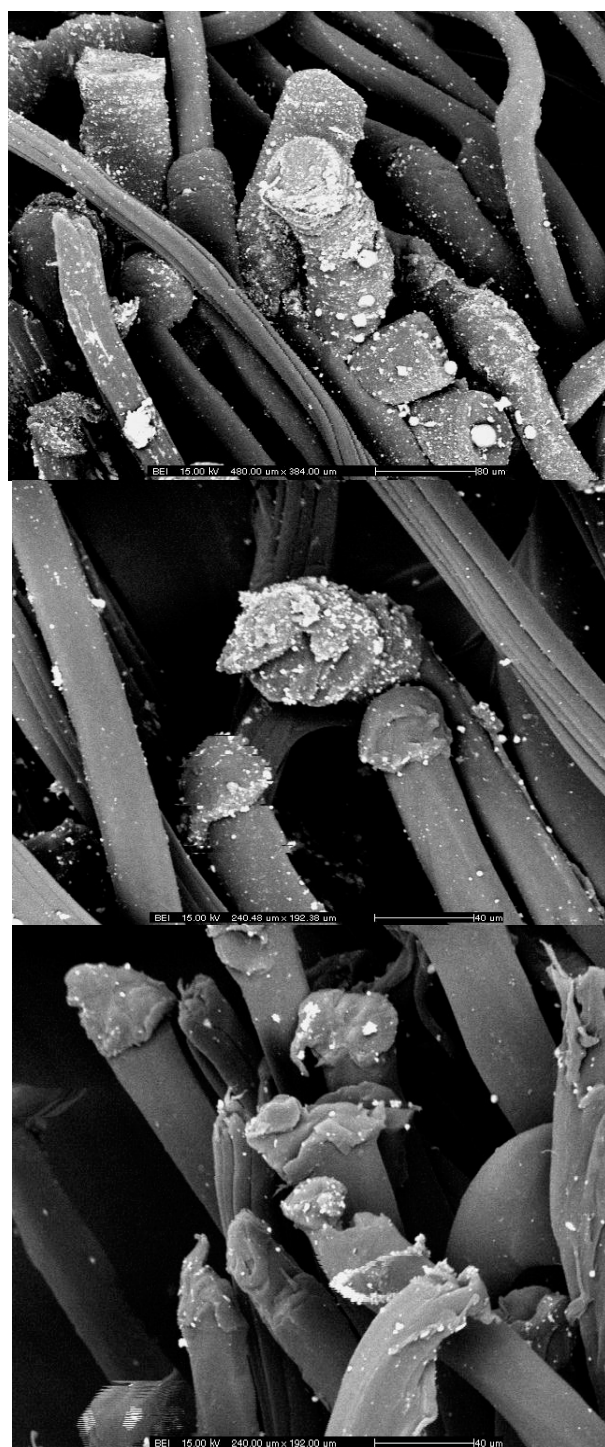


ภาพที่ 44 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยผ้า จากผ้ายืนส์ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยั้งด้วย กระสุนปืนออตเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

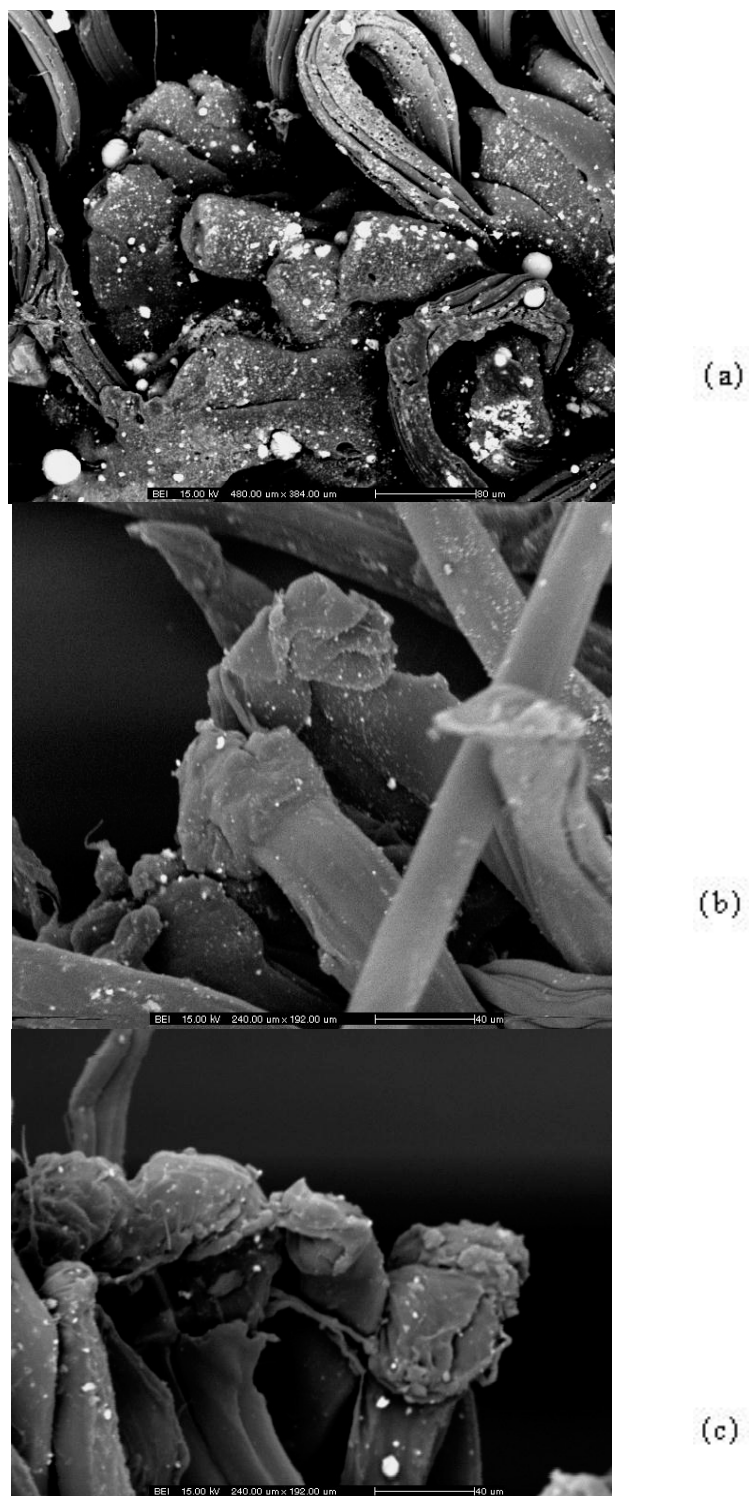
2.3 ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอน ก่อนและหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ พบว่าเส้นใยวิสคอสเรยอนเกิดจากแรงดึงขาด จะมีลักษณะเป็นปลายตัดตรงเรียบ ส่วนลักษณะของปลายเส้นใยหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน จะมีการฟองตัวขึ้นจากความร้อนและหลอมจับตัวเป็นก้อน โดยที่ระยะยิงใกล้กว่าจะมีการฟองตัวมากกว่าระยะยิงที่ไกลกว่า ดังแสดงในภาพที่ 45 – 47



ภาพที่ 45 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอนจากผ้าทีอาร์ ที่เกิดจากแรงดึงขาด
ที่กำลังขยาย 500 เท่า

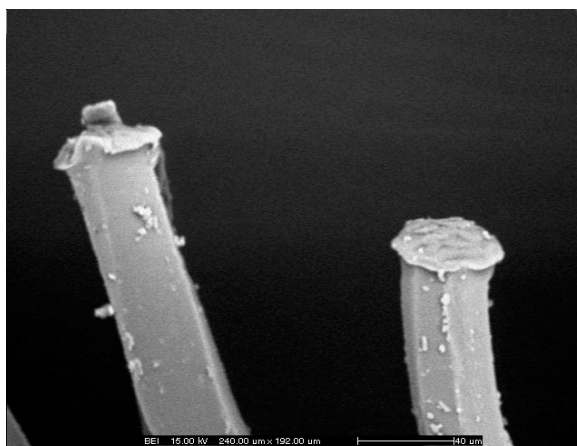


ภาพที่ 46 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอน จากผ้าที่อาร์ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

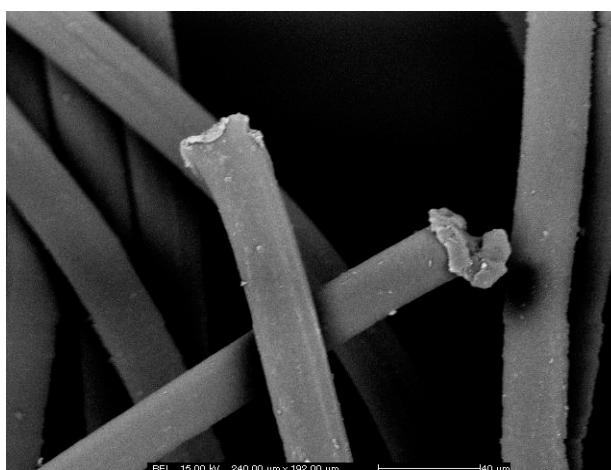


ภาพที่ 47 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยวิสคอสเรยอน จากผ้าที่อาร์ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนอโตะเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

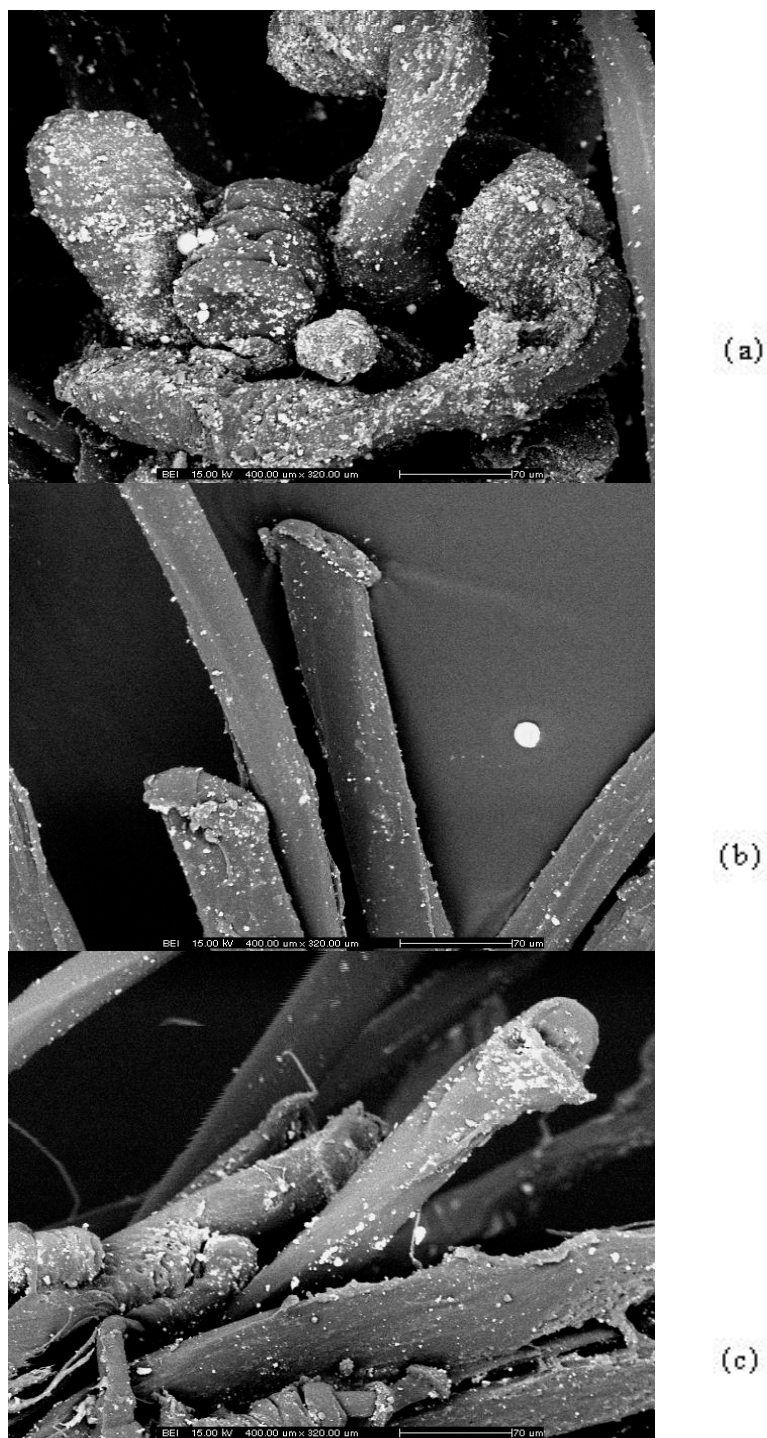
2.4 ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ ก่อนและหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ พบว่า เส้นใยโพลีเอสเตอร์ที่เกิดจากแรงดึงขาด จะมีลักษณะคล้ายหัวเห็ดบาน ส่วนลักษณะของปลายเส้นใยที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน จะมีการพองตัวขึ้นจากความร้อนและหลอมจับตัวเป็นก้อน โดยที่ระยะยิงใกล้มีการพองตัวขึ้น ส่วนระยะยิงที่ไกลกว่าจะพองตัวน้อยกว่าหรือเกิดลักษณะคล้ายหัวเห็ดบาน ดังแสดงในภาพที่ 48 – 57



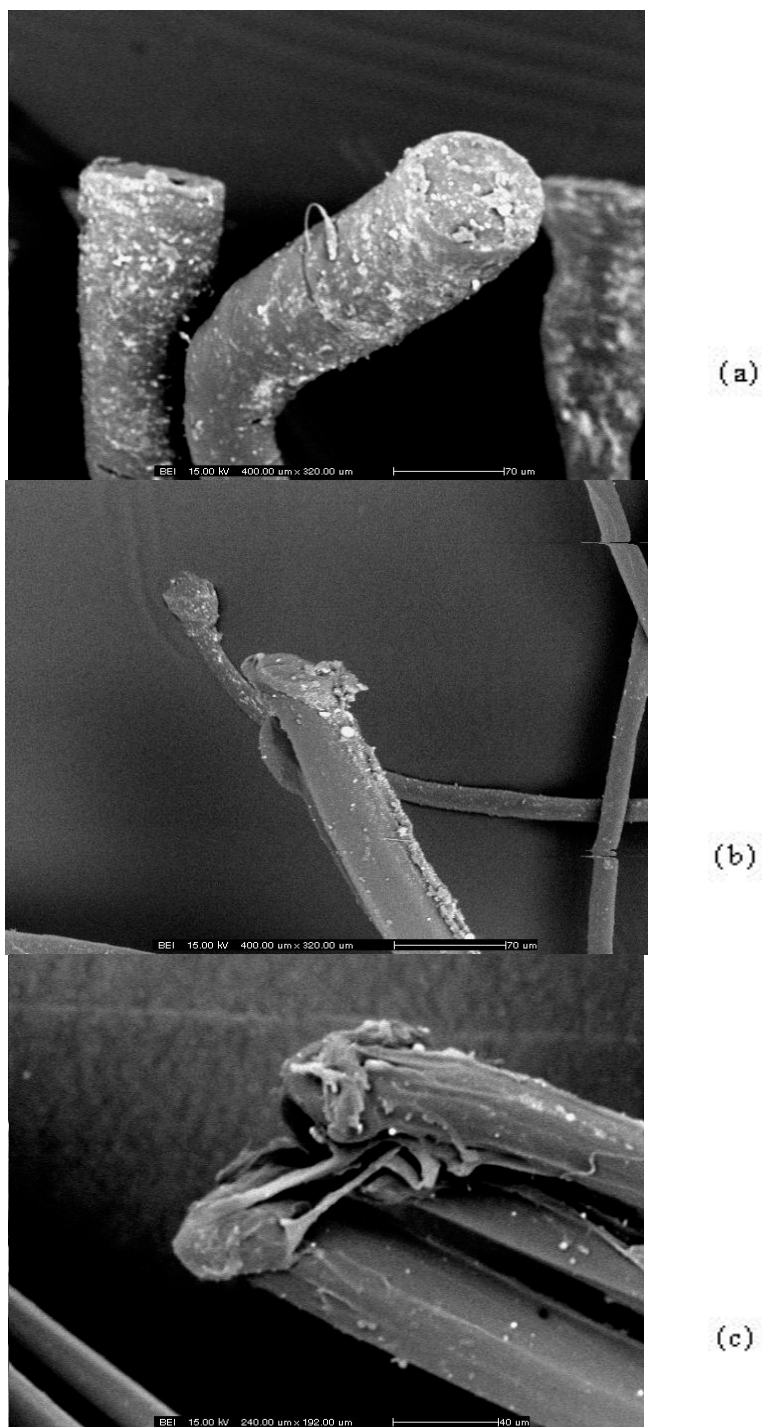
ภาพที่ 48 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าถูกฟูกตัวอย่างที่เกิดจากแรงดึงขาด ที่กำลังขยาย 500 เท่า



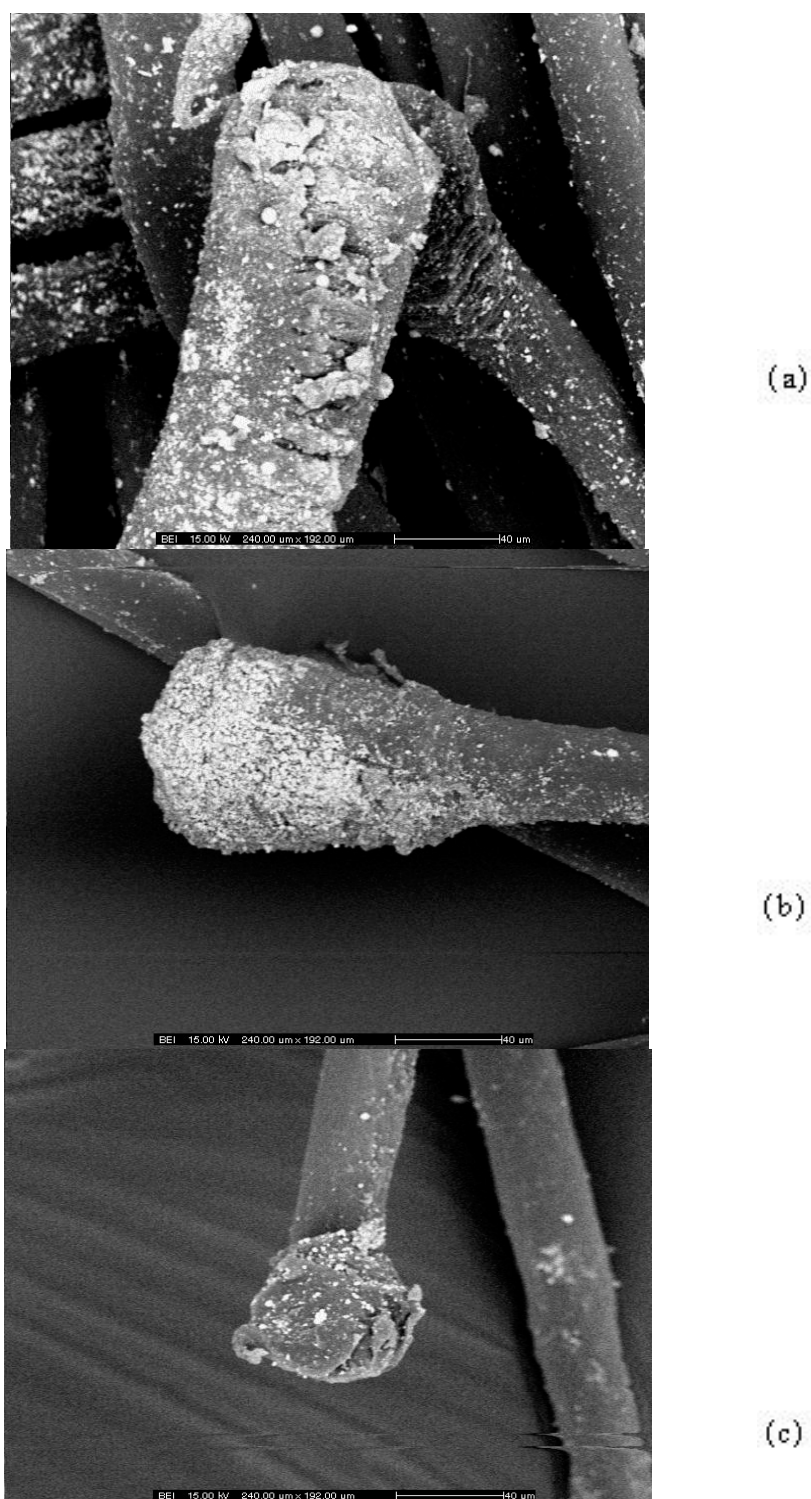
ภาพที่ 49 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากผ้าร่วมตัวอย่างที่เกิดจากแรงดึงขาด ที่กำลังขยาย 500 เท่า



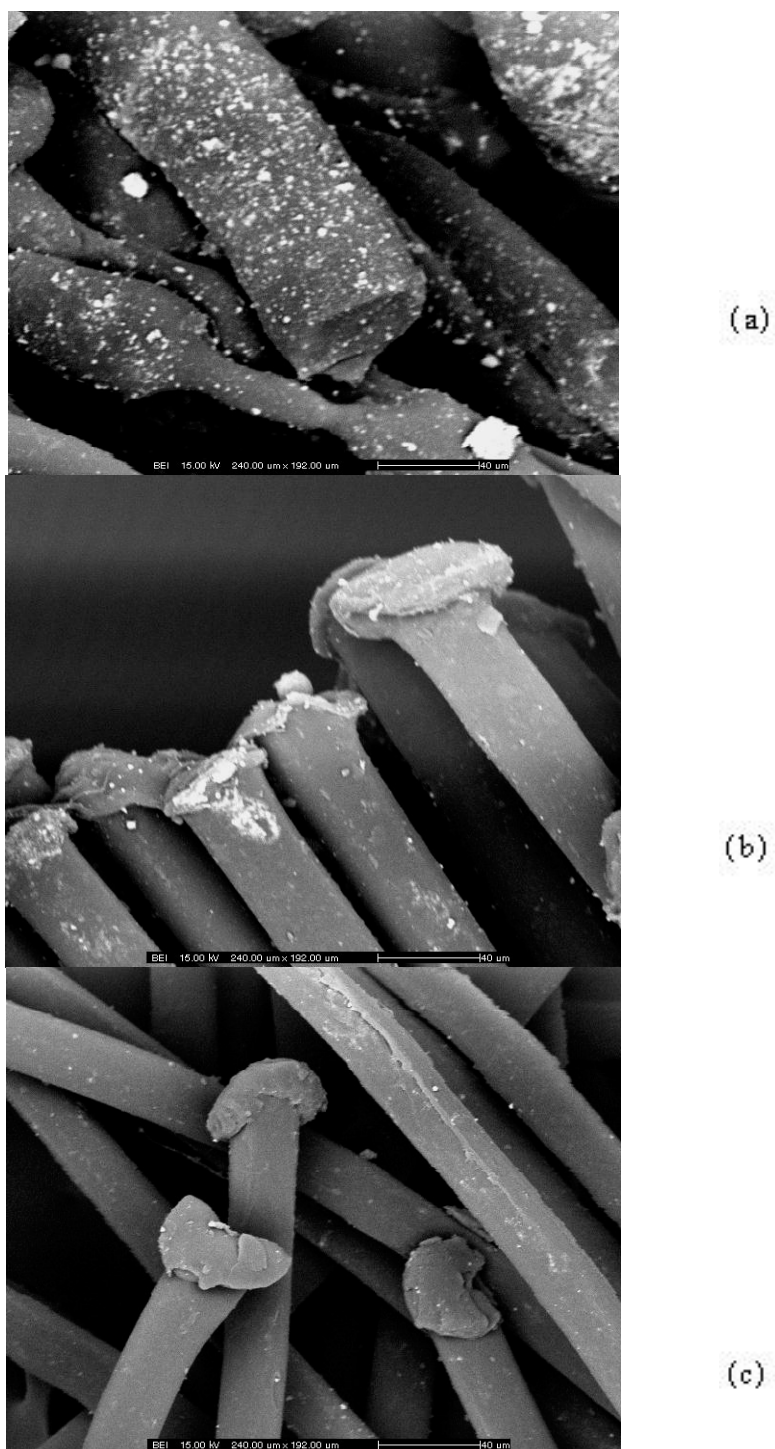
ภาพที่ 50 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีแลคเตอ์ จากผ้าลูกฟูกตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



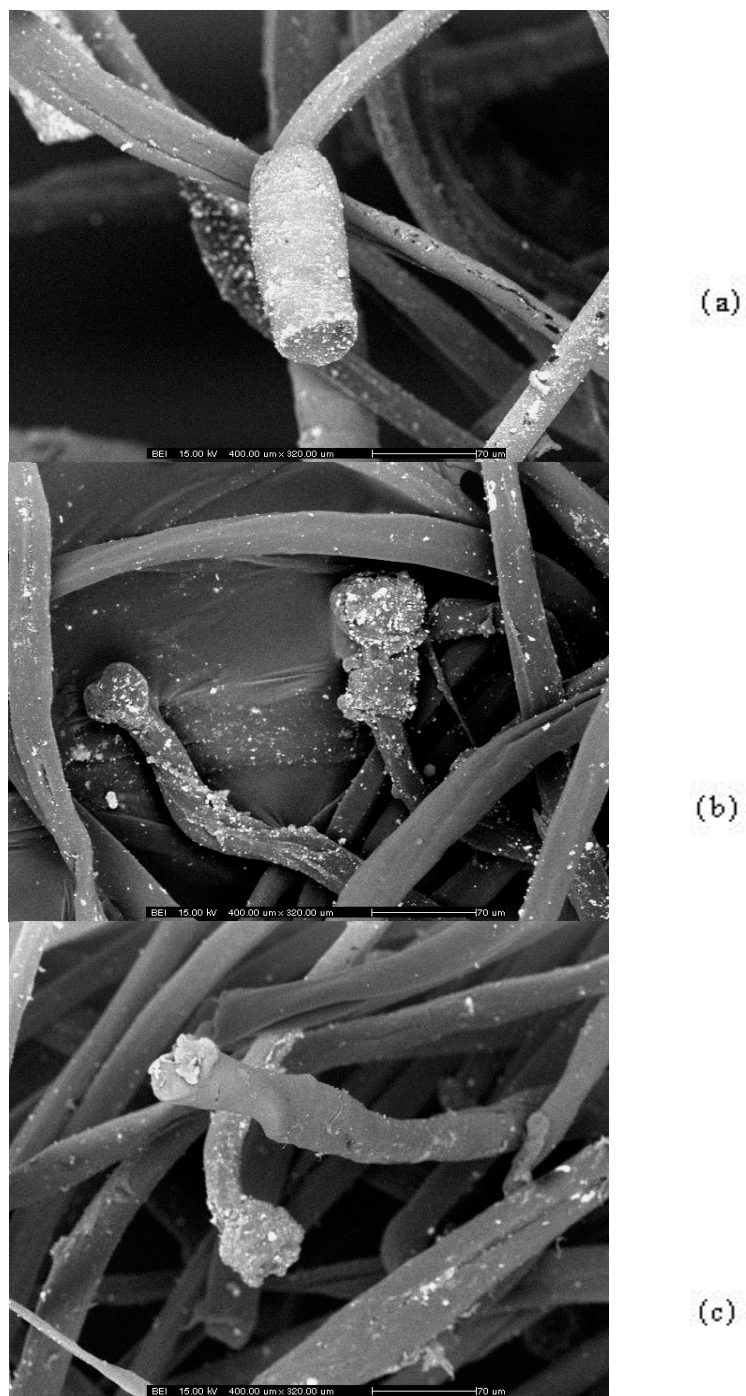
ภาพที่ 51 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าถูกฟูกตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยั้งด้วยกระสุนปืนไฮโดรเมติก รูป (a) ที่ระยะยั้งห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยั้งห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยั้งห่าง 18 นิ้ว



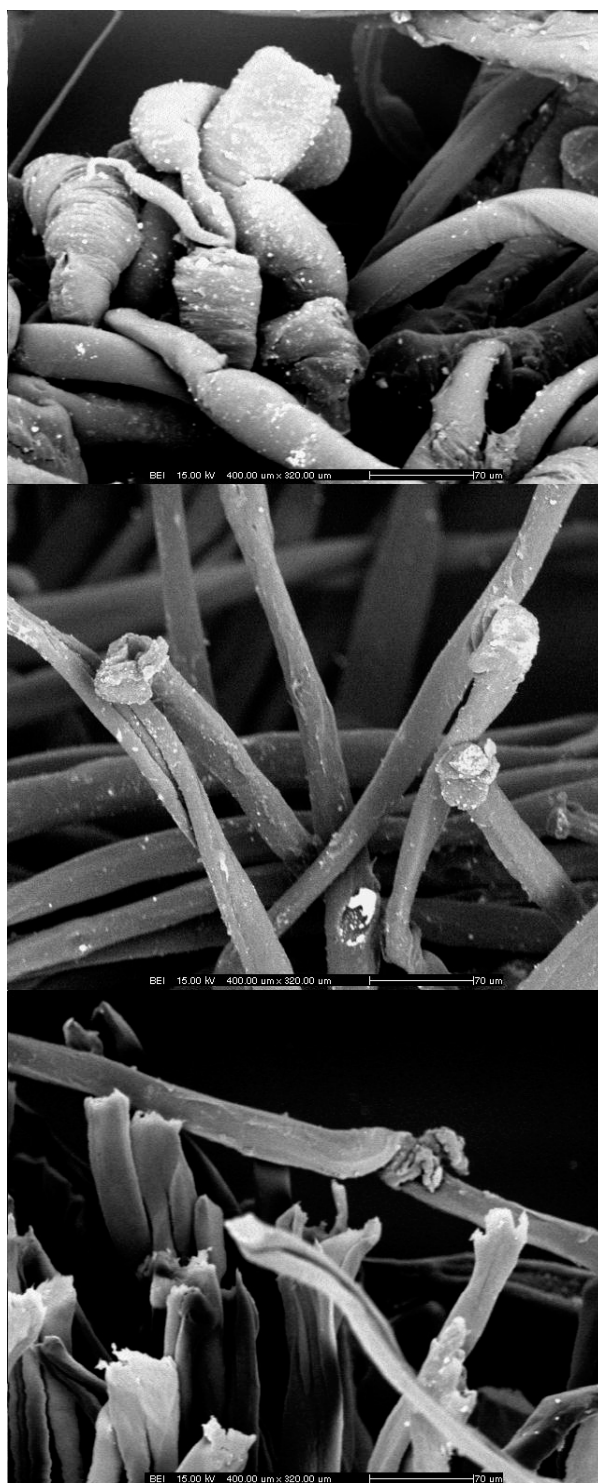
ภาพที่ 52 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าร้อนตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



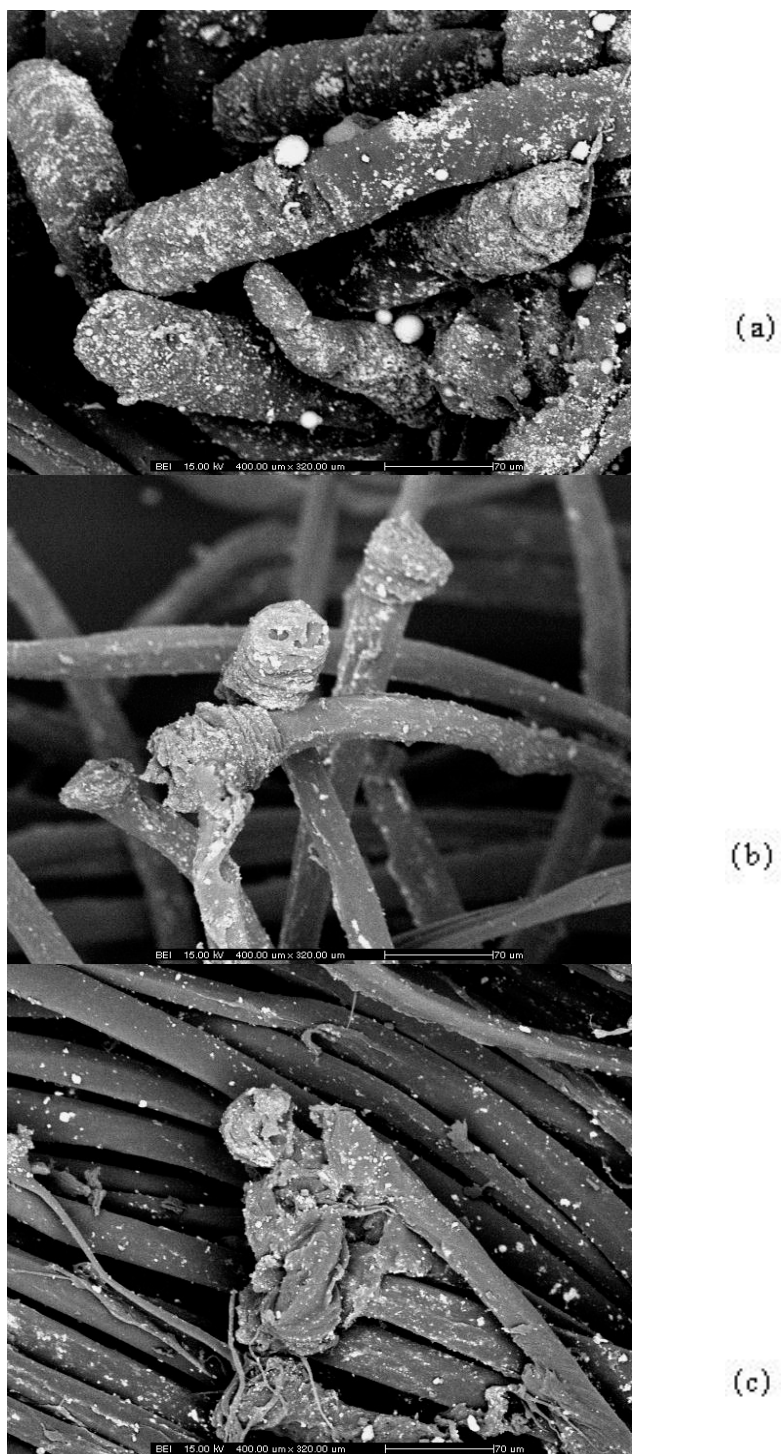
ภาพที่ 53 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากฟาร์มตัวอย่างที่เกิดจากการถูก
 ยิงด้วยกระสุนปืนออตเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป
 (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



ภาพที่ 54 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าฉีก Pique ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนร็อลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



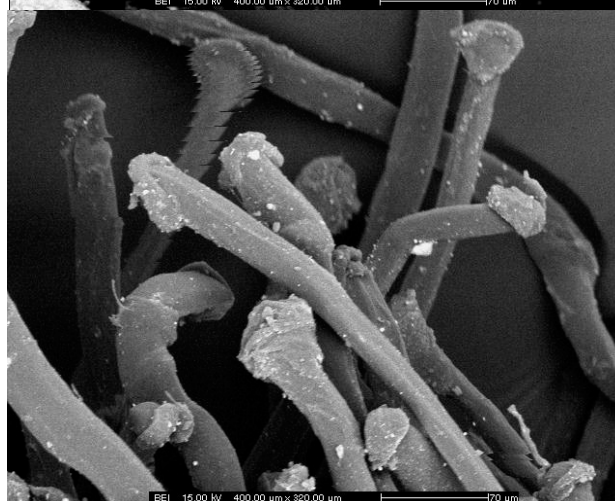
ภาพที่ 55 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าถัก Pique ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนไฮโดเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



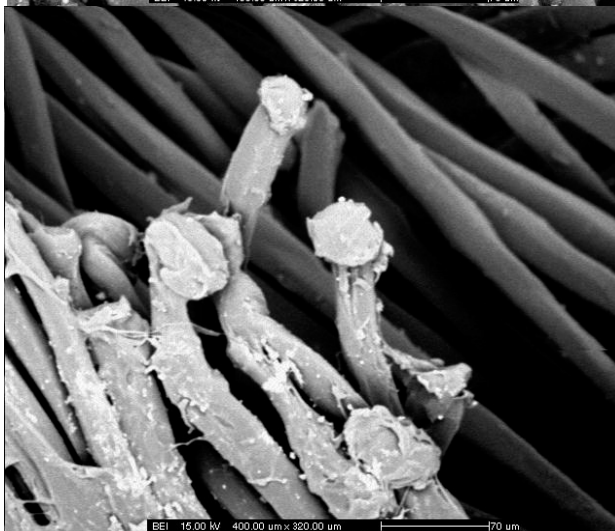
ภาพที่ 56 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าถัก Jersey mesh ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



(a)



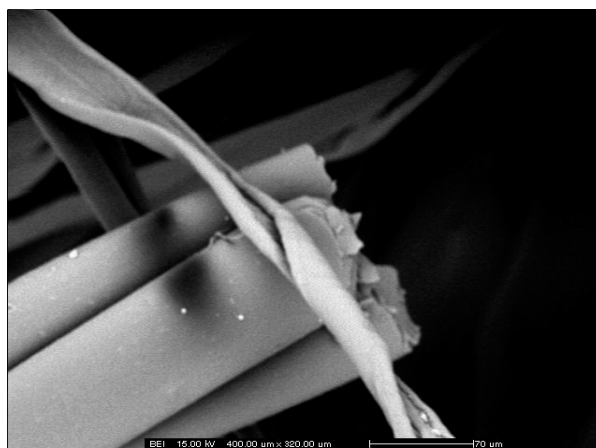
(b)



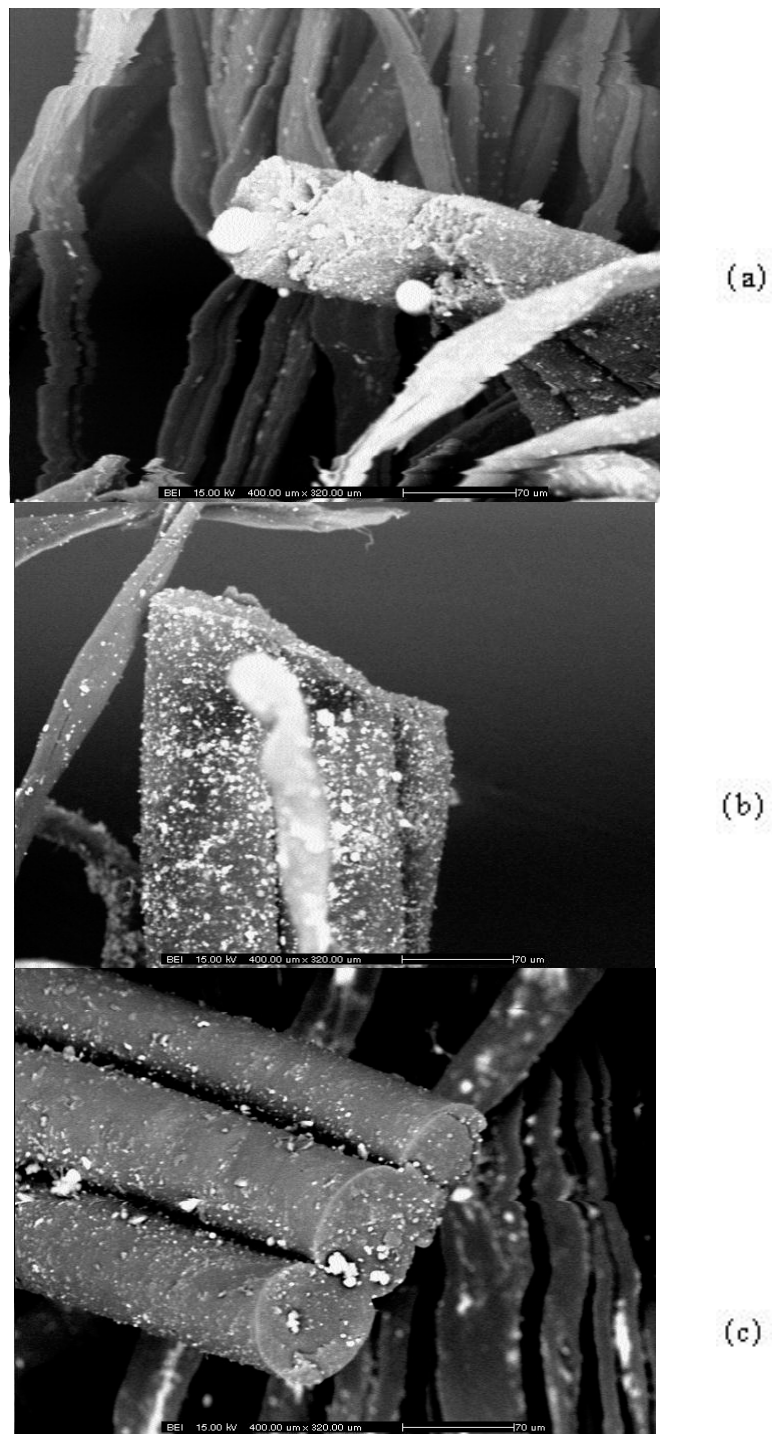
(c)

ภาพที่ 57 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จากผ้าถัก Jersey mesh ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนออตเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

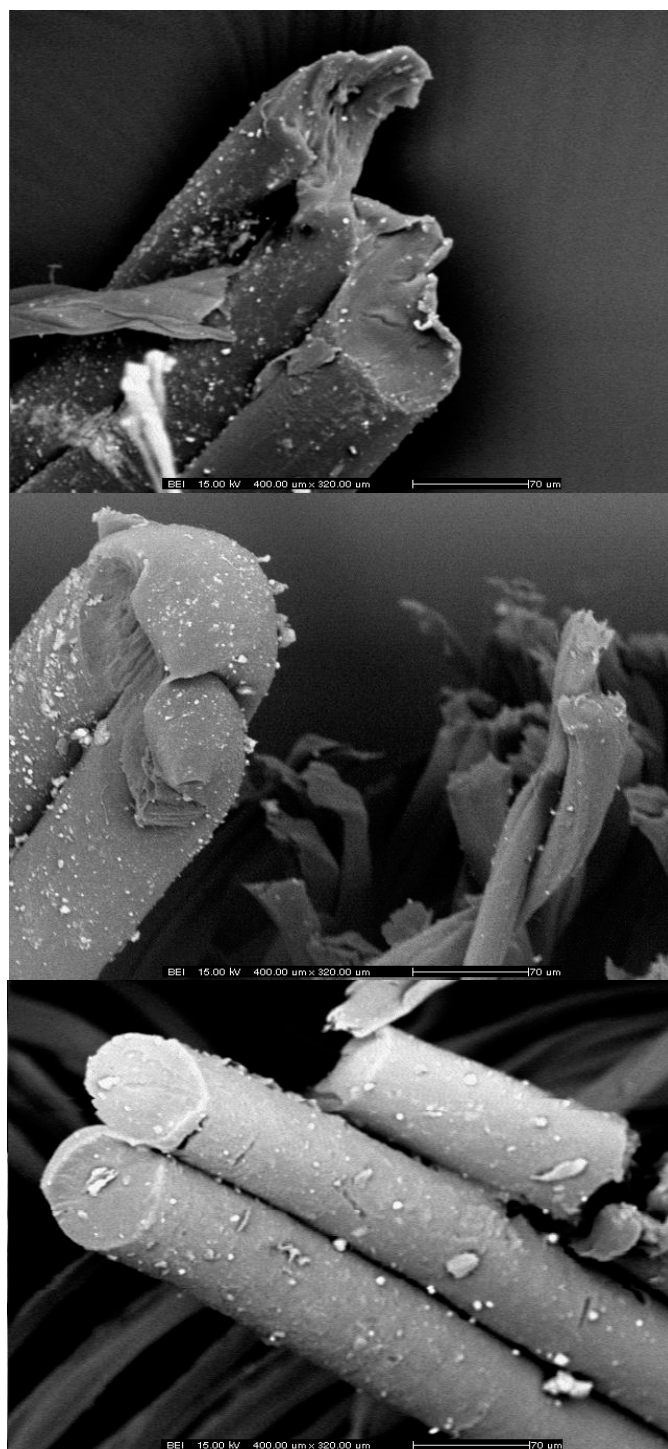
2.5 ลักษณะทางกายภาพของยางยืด ก่อนและหลังการถูกยิงด้วยกระสุนปืน เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ พบว่า ลักษณะของปลายยางยืดที่เกิดจากแรงดึงขาด จะเป็นปลายตัดตรง ส่วนลักษณะของปลายยางยืดที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน จะปรากฏลักษณะเช่นเดียวกันกับการถูกดึงขาด ดังแสดงในภาพที่ 58 – 60



ภาพที่ 58 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยจากผ้าถัก Rib 1x1 ตัวอย่าง ที่เกิดจากแรงดึงขาด
ที่กำลังขยาย 300 เท่า



ภาพที่ 59 แสดงลักษณะทางกายภาพของยางยืด จากผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่เกิดจากการถูก
 ยิงด้วยกระสุนปืนรีวอลเวอร์ รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป
 (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว



ภาพที่ 60 แสดงลักษณะทางกายภาพของยางยืด จากผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างที่เกิดจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนอโตเมติก รูป (a) ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว รูป (b) ที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว รูป (c) ที่ระยะยิงห่าง 18 นิ้ว

สรุปผล การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเส้นใย จำนวน 5 ชนิดด้วยกัน คือ เส้นใยไหม เส้นใยฝ้าย เส้นใยวิสคอสเรยอน เส้นใยโพลีเอสเตอร์ และ ยางยืด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่าง เส้นใยที่เกิดจากการดัดขวาง และเส้นใยที่ถูกระสุนยิงที่ระยะต่างๆ กัน จากผลการวิเคราะห์เส้นใยหรือวัสดุสิ่งทอ จะมีความเสียหายมาก ที่ระยะยิงใกล้ และจะลดระดับความเสียหายลงเมื่อระยะยิงห่างออกมา อีกทั้งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเหมือนการถูกดัดให้ขาด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ที่ระยะใกล้เป็นบริเวณที่เส้นใยหรือวัสดุสิ่งทอได้รับแรงดันจากแก๊สที่มาจากกระสวยตัวของดินปืนที่สูงมาก (ประมาณ 17,000 – 38,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และความร้อนที่สูง โดยความร้อนดังกล่าวมาจาก 2 ส่วน คือ ส่วนแรกความร้อนจากตัวลูกกระสุนปืน ซึ่งจะมีปริมาณความร้อนสูงในช่วงแรกแล้วจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อปะทะมวลอากาศ และ ส่วนที่สอง คือความร้อนของแก๊สที่ถูกปล่อยออกมาจากปากกระบอกปืนของการจุดระเบิดลูกกระสุนปืน ความร้อนนี้จะมีเฉพาะในการยิงที่ใกล้เป้าหมายมาก ๆ เท่านั้น

ทางด้านการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใย หรือวัสดุสิ่งทอแต่ละประเภท นั้น จะพบว่า มีลักษณะแตกต่างกันเมื่อได้รับทั้งแรงดันและความร้อน ตามลักษณะของเส้นใยแต่ละประเภท ดังนี้

เส้นใยไหม เมื่อได้รับความร้อนจะส่งผลให้เส้นใยมีการพองบวมขึ้น

เส้นใยฝ้าย เมื่อได้รับแรงดันดัดให้ขาดปลายเส้นใยจะคล้ายฟันเลื่อย เมื่อถูกระสุนปืนที่มีความร้อน ปลายเส้นใย จะคล้ายถูกตัดเป็นเส้นตรง

เส้นใยวิสคอสเรยอน และ เส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีลักษณะคล้ายกัน คือ มีการหลอมละลาย และ รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน สามารถสังเกตได้ด้วยตาและการสัมผัส

ยางยืด ไม่มีการหลอมละลาย แต่มีการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นเนื่องจากโดนความร้อนจากแก๊ส และลูกกระสุนปืน

จากลักษณะของเส้นใยที่เกิดจากการดัดขวางและลักษณะของเส้นใยที่เปลี่ยนแปลงไปจากการฉีกขาดด้วยแรงของกระสุนปืนและแรงดันของแก๊ส จึงเป็นข้อสังเกตที่ดีที่ผู้วิเคราะห์ต้องใช้ความรอบคอบระมัดระวังในการวิเคราะห์มากขึ้นด้วย ในชิ้นงานเดียวกันทั้งนี้เพราะสามารถปรากฏรูปร่างลักษณะทางกายภาพที่ต่างกันด้วยได้ เนื่องจากบางจุดเป็นบริเวณที่ได้สัมผัสลูกกระสุนโดยตรง และจุดที่อยู่ติดกันจะเป็นบริเวณที่ถูกดัดรั้งจนเส้นใยขาด

3. ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจากลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า

จากการที่พลังงานจลน์แปรผันตรงกับแรงคล ลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่เมื่อกระทบกับเป้าหมายในเวลาอันสั้น บริเวณเป้าหมายจึงได้รับแรงประทะจากลูกกระสุนปืน นอกจากแรงประทะนี้แล้ว ที่ระยะยิงประชิดติดและระยะยิงห่าง 2 นิ้ว เป้าหมายยังได้รับแรงดันขนาดมหาศาลที่เกิดจากการจุดระเบิดกระสุนปืนอีกด้วย^{1,2} แต่สำหรับที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว นั้น เป็นระยะที่ปราศผลของแรงดัน³ โดยในการทดลองนี้ ทดลองยิงด้วยกระสุนปืน 4 ชนิด มีค่าพลังงานจลน์และค่าแรงดันต่างกัน สำหรับที่ระยะยิงต่าง ๆ จะมีค่าพลังงานจลน์ใกล้เคียงกันหมด เพราะว่าระยะยิงที่กำหนดขึ้นระยะยิงไม่มากนัก ยังไม่ได้รับผลจากแรงต้านทานในอากาศขณะเคลื่อนที่

ตารางที่ 48 – 56 แสดงค่าของพลังงานจลน์ของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าตัวอย่างทั้งหมดโดยในผ้าทอจะแยกค่าความแข็งแรงของผ้าในด้านเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืน และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ เพื่อศึกษาและอธิบายว่าความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานลูกกระสุนปืน กับ ลักษณะความเสียหายของผ้าตัวอย่างเป็นอย่างไร จากการคำนวณค่าพลังงานของกระสุนปืนและค่าแรงดัน พบว่า ลูกกระสุน ขนาด 9 มม. Luger JHP มีค่าทั้งพลังงานจลน์ และค่าแรงดันสูงที่สุด รองลงมา คือ 9 มม. Luger FMJ .38 SPL. JHP และ .38 SPL.LRN ตามลำดับ และได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า “ลูกกระสุนปืนที่มีค่าพลังงานและแรงดันสูงกว่าทำให้ผ้าเกิดความเสียหายมากกว่า” แต่เมื่อพิจารณาจากขนาดของรอยฉีกขาด พบว่า รอยฉีกขาดที่ยิงด้วยลูกกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP ไม่ได้เกิดรอยฉีกขาดขนาดใหญ่ที่สุดในทุกกรณี และขนาดของรอยฉีกขาดก็ไม่ได้เรียงลำดับขนาดความยาวตรงตามค่าที่กล่าวข้างต้น โดยเชื่อว่าที่เกิดเช่นนี้ เนื่องจากแรงดันที่มีค่าน้อยที่สุดของกระสุนปืนในการทดลอง มีค่าประมาณ 17,000 PSI ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากพอที่จะสร้างความเสียหายต่อผ้าแล้ว

¹ John J. Williams. Ballistics Science [Online], accessed 15 February 2008. Available from <http://ballistictheory.net/>

² Wikipedia. Internal Ballistics[Online], accessed 11 November 2007. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_ballistics

³ M. Frank, K.P. Philipp, E. Franke, N. Frank, B. Bockholdt, R. Grossjohann and A. Ekkernkamp, “Dynamic pressure measurement of cartridge operated vole captive bolt devices”, Forensic Science International 183,1-3 (10 January 2009) : 54-59.

จากตารางทั้งหมด พบว่า ที่ระยะยิงประชิดติด มีการเกิดลักษณะรอยฉีกขาดที่รุนแรง ขนาดของรอยฉีกขาดก็มีขนาดใหญ่กว่าระยะอื่น ๆ สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องมาจากระยะยิงนี้ ได้รับทั้งแรงดันจากการจุดระเบิดและแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่ จากการสังเกตค่าความแข็งแรงของผ้ากับความยาวของรอยฉีกขาดในระยะประชิดติด พบว่า ถ้ามีค่าของความแข็งแรงของผ้ามากจะทำให้เกิดความยาวของรอยฉีกขาดน้อย ดังเช่น ตารางที่ 51 ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนของผ้าที่อาร์ดตัวอย่าง 142.02 kg. เกิดความยาวของรอยฉีกขาดจากลูกกระสุนทุกชนิด ตั้งแต่ 1.30 – 2.33 ซม. ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีค่าของความแข็งแรงของผ้าน้อยจะทำให้เกิดความยาวของรอยฉีกขาดมาก ดังเช่น ตารางที่ 48 ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายพุ่งของผ้าที่ยืนสัตัวอย่าง 22.62 kg. เกิดความยาวของรอยฉีกขาดจากลูกกระสุนทุกชนิด ตั้งแต่ 4.67 – 5.53 ซม. ส่วนที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว เชื่อว่า ยังได้รับค่าแรงดันจากการจุดระเบิดอยู่แต่ไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะมีขนาดใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน แต่สำหรับการยิงด้วยลูกกระสุนขนาด 9 มม. Luger JHP ในผ้าร่มตัวอย่างและผ้าไหมตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้วนี้ มีลักษณะรอยฉีกที่รุนแรงและขนาดใหญ่กว่าความยาวของรอยฉีกขาดของลูกกระสุนปืนชนิดอื่น เชื่อว่าทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าความแข็งแรงของผ้าแต่ละชนิดด้วย เพราะผ้าตัวอย่างเป็นผ้าที่บางและมีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงน้อย สำหรับที่ระยะห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว ระยะนี้จะมีเฉพาะแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่ ลักษณะของรอยฉีกขาดจะคล้ายลักษณะของลูกกระสุนปืนและมีขนาดใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน เนื่องจากที่ระยะนี้ไม่มีผลของแรงดันจากการจุดระเบิดแล้วนั่นเอง แต่ในลูกกระสุนชนิดหัว JHP ที่มีขนาดมากกว่าเล็กน้อย เชื่อว่า เป็นผลจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์มีแรงดันอากาศที่เก็บไว้ที่รูบนหัวกระสุนปืน

ตารางที่ 48 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าไหมตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง ผ้าไหมตัวอย่าง (Kg.)	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผล จากแรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
ในแนวเส้นด้ายยืน 23.90	.38 SPL. LRN	400	17,000	4.83	1.33	1.00
	.38 SPL. JHP	423	18,000	5.17	1.00	1.00
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	6.50	2.33	1.00
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	4.00	8.50	1.00
ในแนวเส้นด้ายพุ่ง 94.94	.38 SPL. LRN	400	17,000	1.56	0.93	0.50
	.38 SPL. JHP	423	18,000	1.07	1.00	1.00 - 0.50
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	1.30	1.07	0.50
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	1.17	1.33	1.00 - 0.50

ตารางที่ 49 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้ายืนส์ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง ผ้ายืนส์ตัวอย่าง (Kg.)	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
ในแนวเส้นด้ายยืน 89.14	.38 SPL. LRN	400	17,000	0.50	0.80	0.50
	.38 SPL. JHP	423	18,000	0.50	0.80	0.50
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	1.67	0.80	0.80
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	1.00	0.70	1.00
ในแนวเส้นด้ายพุ่ง 22.62	.38 SPL. LRN	400	17,000	5.53	0.80	0.80
	.38 SPL. JHP	423	18,000	5.00	0.80	0.80
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	5.33	1.07	0.80
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	4.67	1.83	1.00

ตารางที่ 50 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง ผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (Kg.)	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
ในแนวเส้นด้ายยืน 142.02	.38 SPL. LRN	400	17,000	1.30	0.80	0.50
	.38 SPL. JHP	423	18,000	1.40	0.80	0.80
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	2.17	0.50	0.50
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	2.33	0.50	0.50
ในแนวเส้นด้ายพุ่ง 95.89	.38 SPL. LRN	400	17,000	3.17	0.80	0.50
	.38 SPL. JHP	423	18,000	3.17	0.80	0.80
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	2.67	0.50	0.50
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	4.17	0.50	0.50

ตารางที่ 51 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง ผ้าลูกฟูกตัวอย่าง (Kg.)	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
ในแนวเส้นด้ายยืน 113.63	.38 SPL. LRN	400	17,000	1.83	0.50	0.00
	.38 SPL. JHP	423	18,000	1.83	0.00	0.00
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	2.83	0.00	0.00
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	1.67	0.50	0.50 - 0.00
ในแนวเส้นด้ายพุ่ง 76.92	.38 SPL. LRN	400	17,000	2.83	0.50	0.00
	.38 SPL. JHP	423	18,000	4.33	0.00	0.00
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	5.00	0.00	0.00
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	3.83	0.50	0.50 - 0.00

ตารางที่ 52 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าร่มตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง ผ้าร่มตัวอย่าง (Kg.)	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
ในแนวเส้นด้ายยืน 33.45	.38 SPL. LRN	400	17,000	4.17	1.33	0.80 - 0.50
	.38 SPL. JHP	423	18,000	3.67	1.17	0.80 - 0.50
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	3.00	1.00	0.00
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	5.33	4.33	0.80 - 0.50
ในแนวเส้นด้ายพุ่ง 38.17	.38 SPL. LRN	400	17,000	3.87	1.33	0.80 - 0.50
	.38 SPL. JHP	423	18,000	3.17	1.17	0.80 - 0.50
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	3.00	0.83	0.00
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	4.33	4.00	0.80 - 0.50

ตารางที่ 53 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Pique Lycra ตัวอย่าง
และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรง ต่อแรงดันทะลุ (Kg/cm^2) ผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
10.82	.38 SPL. LRN	400	17,000	2.83	0.50	0.50 - 0.00
	.38 SPL. JHP	423	18,000	1.67	1.00	1.00 - 0.50
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	3.00	0.50	0.50
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	3.00	1.00	0.50

ตารางที่ 54 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Pique ตัวอย่าง
และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรง ต่อแรงดันทะลุ (Kg/cm^2) ผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่าง	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
11.34	.38 SPL. LRN	400	17,000	2.33	1.00	0.80
	.38 SPL. JHP	423	18,000	1.67	1.00	1.00 - 0.50
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	3.50	1.00	1.00 - 0.80
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	3.43	1.50	1.00 - 0.80

ตารางที่ 55 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Jersey mesh ตัวอย่าง และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรง ต่อแรงดันทะลุ (Kg/cm^2) ผ้าฉีกขาด Jersey mesh ตัวอย่าง	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
7.48	.38 SPL. LRN	400	17,000	3.00	1.00	0.00
	.38 SPL. JHP	423	18,000	2.33	1.30	0.00
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	3.00	1.07	0.00
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	2.67	1.40	0.50

ตารางที่ 56 แสดงค่าพลังงานของลูกกระสุนปืน ค่าแรงดัน ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุของผ้าลาย Rib 1x1 ตัวอย่าง
และความยาวของรอยฉีกขาดที่ระยะยิงต่าง ๆ

ค่าความแข็งแรง ต่อแรงดันทะลุ (Kg/cm^2) ผ้าฉีกลาย Rib 1x1 ตัวอย่าง	ชนิดของ ลูกกระสุนปืน	พลังงานของ ลูกกระสุนปืน (จูล)	ค่าแรงดัน (PSI)	ความยาวของรอยฉีกขาด (ซ.ม.)		
				ระยะยิงที่ได้รับผลจากแรงดัน		ระยะยิงที่ปราศจากผลจาก แรงดัน
				ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว
7.66	.38 SPL. LRN	400	17,000	1.87	1.13	0.50 - 0.00
	.38 SPL. JHP	423	18,000	1.50	1.40	0.50 - 0.00
	9 มม. Luger FMJ	477	35,000	4.17	0.80	0.50
	9 มม. Luger JHP	598	38,500	4.33	0.80	0.80 - 0.50

สรุปได้ว่า ที่ระยะยิงประชิดติด มีการเกิดลักษณะรอยฉีกขาดที่รุนแรงมีขนาดของรอยฉีกขาดเฉลี่ยมีขนาดใหญ่กว่าระยะอื่น ๆ สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องมาจากระยะยิงนี้ได้รับทั้งแรงดันจากการจุดระเบิดและแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่ แต่เชื่อว่า ผลของแรงดันจากการจุดระเบิดเป็นสาเหตุหลักของการฉีกที่มีความยาวของผ้ามาก ส่วนผลจากแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์ไม่มีผลกระทบมากนัก

ส่วนที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้ว เชื่อว่า ได้รับผลจากแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์ และยังได้รับค่าแรงดันจากการจุดระเบิดอยู่แต่ไม่มากนัก ขนาดของรอยฉีกขาดจึงไม่มากเท่ากับระยะประชิดติด จากผลการทดลอง พบว่า ในผ้าร่วมตัวอย่าง ที่ระยะยิงห่าง 2 นิ้วนี้ มีลักษณะรอยฉีกที่รุนแรงและขนาดใหญ่จากการยิงด้วยลูกกระสุนขนาด 9 มม. Luger JHP ซึ่งเป็นกระสุนปืนมีค่าแรงดันอยู่สูง และมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์เฉพาะตัว แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าความแข็งแรงของผ้าด้วย เนื่องจากผ้าร่วมเป็นผ้าที่บางและมีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงน้อยที่สุดให้ผลที่เกิดดังลักษณะข้างต้น

สำหรับที่ระยะยิงห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว ลักษณะของรอยฉีกขาดจะคล้ายลักษณะของลูกกระสุนปืนและมีขนาดใกล้เคียงและเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน เนื่องมาจากที่ระยะนี้ไม่มีผลของแรงดันจากการจุดระเบิดแล้ว แต่มีขนาดของรอยฉีกขาดจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับความสามารถการหดตัวของเส้นใยในผ้าแต่ละชนิด

จากการทดลอง ผลของพลังงานลูกกระสุนปืน นั้นยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องมาจากการทดลองใช้ลูกกระสุนปืนเพียงขนาดเดียว ซึ่งมีพลังงานจลน์ของลูกกระสุนปืนมีค่าไม่ต่างกันมากนัก ถ้าหากจะศึกษาผลของพลังงานลูกกระสุนปืนต่อความเสียหายของผ้าให้ชัดเจนมากกว่านี้ ควรทำการศึกษากับอาวุธปืนขนาดอื่นด้วย และควรกำหนดระยะยิงให้ไกลขึ้น เพื่อกำจัดผลของแรงดันจากการจุดระเบิดออกไป

บทที่ 5

สรุป

1 สรุปผลการศึกษา

1.1 รอยฉีกขาดของผ้า

ลักษณะรอยฉีกขาด ที่เกิดจากอาวุธปืน 2 ประเภท คือ อาวุธปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .357 Magnum ยี่ห้อ Smith & Wesson Model 686 และอาวุธปืนกึ่งออโตแมติกขนาด 9 มม. Luger ยี่ห้อ Beretta Model 92 FS ยิงด้วยกระสุนปืน 4 แบบ คือ กระสุนขนาด .38 SPL.LRN กระสุนปืนขนาด .38 SPL. JHP กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ หรือ Ball และกระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP พบว่า ปรากฏลักษณะรอยฉีกขาด อยู่ 3 ลักษณะ คือ รูปแฉก(Complete stellate defect) , รูปเส้นตรง (Partial stellate defect) และรูปทรงอื่น ๆ (non-stellate defect) คือ เป็นรูค่อนข้างกลม โดยพบว่า

1.1.1 ลักษณะของรอยฉีกขาด จากที่กล่าวมาขึ้นอยู่กับค่าความความแข็งแรงของผ้าแต่ละชนิด ดังนี้

ที่ระยะประชิดติด

ผ้าทอ - ปรากฏเป็นเส้นตรงถ้ามีความแข็งแรงของผ้าในส่วนของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่างกันมาก และ ปรากฏเป็นรูปแฉกถ้ามีความแข็งแรงของผ้าในด้านเส้นด้ายยืนและด้านเส้นด้ายพุ่ง ไม่ต่างกันมาก

ผ้าถัก - ส่วนใหญ่จะเป็นรูค่อนข้างกลม ยกเว้นผ้าถักลาย Rib 1x1 เนื่องจากโครงสร้างของลายผ้า เป็นแนวตามยาว จึงปรากฏรอยฉีกขาดเป็นเส้นตรงได้

ที่ระยะห่างออกมา จะเป็นเพียงรูขนาดเล็กคล้ายลักษณะของลูกกระสุนปืน

1.1.2 ขนาดของรอยฉีกขาด ขึ้นอยู่กับค่าของแรงดันจากการจุดระเบิด

จากผลการทดลอง พบว่าที่ระยะประชิดติด จะมีขนาดความยาวของรอยฉีกขาดมากกว่าระยะอื่น เนื่องจาก ที่ระยะประชิดติด นี้ได้รับผลจากแรงดันของการจุดระเบิดกระสุนปืนจำนวนมาก ค่าแรงดันนี้จะหายไปเมื่อระยะห่างออกมา จนไม่ได้รับผลจากแรงดัน จึงได้ผลว่าที่ระยะห่างออกมา มีรอยฉีกขาดเป็นเพียงรูขนาดเล็กใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืนเพราะถูกยิงทะลุผ่านเข้าไปเท่านั้น

ซึ่งผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alajika ในปี 1998 และ อิศรา วารีเกษม, ปิ่นนารี สังกรกรกิจ และ สฤณี สืบพงษ์ศิริ ในปี 2532 แต่ผลการศึกษานี้สามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ว่าที่เกิดผลขึ้นมานั้นเนื่องมาจากสาเหตุใด

1.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใย

งานวิจัยทางนิติวิทยาศาสตร์ที่นำกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน(SEM) มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยปกติจะใช้ในการตรวจหาธาตุต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในเขม่าป็น สำหรับการตรวจวิเคราะห์ ลักษณะของเส้นใยที่ผ่านมา ได้แก่ การตรวจลักษณะเส้นใยที่ถูกของมีคม และ ลักษณะเส้นใยที่ถูก ความร้อน แต่ยังไม่เคยมีงานวิจัยใดที่นำมาทำการวิเคราะห์ลักษณะเส้นใย เพื่อเปรียบเทียบระยะยง ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาโดยวิจัยเน้นในเรื่องนี้ ซึ่งพบว่า ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยมีความแตกต่างกันตามภาวะของการได้รับความร้อนของเส้นใยแต่ละชนิด ที่ระยะยงห่าง 2 นิ้ว จะมีความรุนแรงค่อนข้างสูง เนื่องจากได้รับความร้อนจากหลายแหล่ง คือ ได้รับความร้อนจาก ส่วนของตัวลูกกระสุนปืนซึ่งเป็นโลหะ ส่วนของประกายไฟออกมาจากปากกระบอก และความร้อน แก๊สของการจุดระเบิดกระสุนปืน สำหรับที่ระยะยงห่างออกมา พบความเสียหายแต่ไม่มากนัก เพราะ ความร้อนที่ได้รับจะเหลือเพียง ความร้อนจาก ส่วนของตัวลูกกระสุนปืนซึ่งเป็นโลหะเท่านั้น

ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Was – Gubula ในปี 2004 ที่ศึกษา ความเสียหายของเส้นใยจากการถูกไอความร้อนจากการระเบิด คือ ที่ระยะยงห่าง 2 นิ้ว จะมีความเสียหายทางกายภาพของเส้นใยคล้ายคลึงกัน แต่ที่ระยะยงห่างออกมา จะไม่มีความเสียหายรุนแรง เนื่องจากสาเหตุข้างต้น

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจากลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้า

ผลของพลังงานลูกกระสุนปืน นั้นยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องมาจากการทดลองใช้ลูกกระสุนปืนเพียงขนาดเดียว ซึ่งมีพลังงานไม่ต่างกันมาก ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะยงประชิดติด มีการเกิดลักษณะรอยฉีกขาดที่รุนแรง ขนาดของรอยฉีกขาดมีขนาดใหญ่กว่าระยะอื่น ๆ สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องมาจากระยะยงนี้ได้รับทั้งแรงดันจากการจุดระเบิดและแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่ ที่ระยะยงห่าง 2 นิ้ว ได้รับแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่และค่าแรงดันจากการจุดระเบิดอยู่แต่ไม่มากนัก รอยฉีกที่รุนแรงและขนาดใหญ่ จากการยิงด้วยลูกกระสุนขนาด 9 มม. Luger JHP ในผ้าไหมตัวอย่างและผ้าร่มตัวอย่าง ที่ระยะห่าง 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว ลักษณะของรอยฉีกขาดจะคล้ายลักษณะของลูกกระสุนปืนและมีขนาดใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกระสุนปืน เนื่องมาจากที่ระยะนี้ไม่มีผลของแรงดันจากการจุดระเบิด

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผลของแรงดันจากการจุดระเบิดให้ผลกระทบต่อการศึกษาของผ้ามากกว่าผลจากแรงปะทะจากลูกกระสุนปืนที่มีพลังงานจลน์อยู่มาก

2. ข้อเสนอในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการทดลองยี่งด้วยอาวุธปืน 2 ชนิด กระสุนปืน 4 ชนิด ผ้าตัวอย่าง 9 ชนิด ระยะยิง 4 ระยะ ยิงกระสุนปืนในแนวตั้งฉากกับผ้า และจัดยิงผ้าให้อยู่ในสภาพหย่อนเล็กน้อย ซึ่งยังไม่ครอบคลุมสภาวะจริงได้ทั้งหมดจึงควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมมากขึ้นเพื่อการใช้ประโยชน์ทางฐานข้อมูลได้มากขึ้น เพื่อประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์

1. อาวุธและเครื่องกระสุนปืน ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้ ขนาดกระสุนปืน ความยาวลำกล้องอื่น ๆ ชนิดของกระสุนปืน และชนิดของอาวุธปืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาวุธปืนไทย ประดิษฐ์เพราะเป็นอาวุธปืนที่ใช้ก่อคดีอาชญากรรมมากที่สุด

2. รูปแบบการยิง คือ ระยะยิงที่ละเอียดมากกว่านี้ หรือ ระยะยิงที่ไกลกว่านี้ มีการทดลองยิง ในมุมต่างๆ ศึกษาผลของความแข็งแรงเนื้อเยื่อที่รองรับผ้า การสวมเสื้อผ้าหลายชั้น การหย่อนหรือตึงของผ้า บริเวณที่ถูกยิงอื่น เช่น ตะเข็บผ้า ปีกลูกไม้ ผ้าขน กระดุม หรือซิป การศึกษาผลของเลือดต่อการได้รับความร้อนและการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของเส้นใย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลและข้อแตกต่างที่เกิดขึ้น

3. ค่าความร้อนที่กระทำต่อเส้นใยของผ้าตัวอย่างยังไม่มีเครื่องวัด เพื่อทำความเข้าใจและนำมาเปรียบเทียบกับเส้นใยที่ถูกความร้อนจากแหล่งความร้อนอื่น ๆ จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาให้มีเครื่องมือในการตรวจวัดค่าความร้อนต่อไป

4. การศึกษาถึงผลของพลังงานลูกกระสุนปืนต่อความเสียหายของผ้ายังไม่ชัดเจนนัก จึงควรมีการศึกษากับอาวุธปืนขนาดอื่นด้วย และควรกำหนดระยะยิงให้ไกลขึ้น เพื่อกำจัดผลของแรงดันจากการจุระเบิด

5. นำเทคโนโลยีหรือความรู้ความก้าวหน้าทางด้านต่าง ๆ เช่น กล้องวิดีโอความเร็วสูง เอนโทรปี โปรแกรมทางด้าน Simulation มาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูล

3. ข้อมูลเพิ่มเติมและข้อจำกัดในการศึกษาวิจัยนี้

1. ค่าความเร็วต้นสำหรับใช้หาค่าพลังงานจลน์และค่าแรงดันของกระสุนปืน เป็นค่าที่สืบค้นมาและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

2. การทดลองยิงผ้าตัวอย่างผู้วิจัยทดลองโดยการตัดผ้าเป็นชิ้น ๆ ซึ่งอาจมีความแตกต่างจากการสวมเสื้อจริง ๆ เพราะเสื้อผ้าจริงอาจมีแรงดึงมากกว่านี้ แต่ผู้วิจัยมีความจำเป็นในการทดลองกับผ้าที่ตัดเป็นชิ้นเพราะในการทดลองนี้ต้องเตรียมตัวอย่างผ้าจำนวนมาก

3. การยิงผ้าไว้ที่ฟองน้ำที่มีความยืดหยุ่น(ขอความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านอาวุธปืน) ซึ่งแทนเนื้อเยื่ออ่อนเท่านั้นแต่สำหรับผู้เคราะห์ร้ายแต่ละบุคคลซึ่งมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน จึงควรมี

การทดลองเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่ออื่น ๆ การศึกษาได้เฉพาะรอยนิกษาดจากกระดูกกระสุนเข้าเท่านั้น ถ้าต้องการศึกษาถึงรอยนิกษาดจากกระดูกกระสุนออกด้วย การทำหุ่นทดลองต้องทำแตกต่างจากการทดลองครั้งนี้ โดยต้องใช้สิ่งรองรับที่คล้ายเนื้อเยื่อมนุษย์ให้มากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้ Gelatin

4. ผลการทดลองด้านรอยนิกษาด พบว่า ผ้าบางชนิดที่ทดลองยิงกรณีเดียวกัน ปรากฏรูปร่างได้หลายแบบ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยทำการทดลองยิงซ้ำให้มากกว่านี้ แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านเวลาและการเบิกอาวุธปืนมาใช้งาน จึงทำให้ไม่สามารถทำลองซ้ำอีกได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- จรัส บุญยธรรมา. ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย กลศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด , 2543.
- ธำรง จิรจรียาเวช. ฆ่าคนตายหรือฆาตกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัท โรงพิมพ์เดือนตุลา จำกัด , 2548.
- ลิลี่ โกศัยยานนท์ . คู่มือวิชาการสิ่งทอ. กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์สิ่งทอ, 2541.
- เลียง หุຍประเสริฐ, พลตำรวจตรี. บาดแผลจากอาวุธปืนและวัตถุระเบิด[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 23 ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://www.ifm.go.th/articles/article006_007p1.php
- สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. กลศาสตร์ของไหล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค). ความรู้และเทคโนโลยีสิ่งทอ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก http://www2.mtec.or.th/th/research/textile/textile_sci.html
- อิสรา วาริเกษม, ร้อยตำรวจโทหญิง , ปิ่นนารี สังกรชรกิจ และ สฤณี สืบพงษ์ศิริ, ร้อยตำรวจตรี. “ลักษณะร่องรอยการขีดข่วนของเนื้อผ้าที่เกิดจากอาวุธปืนและวัตถุของมีคมต่างๆ.” รายงานสัมมนาวิชา SIFO 503 หลักสูตรปริญญาโทนิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล , 2532.
- อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, พลตำรวจเอก. และคณะ. นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินต์ จำกัด , 2546.
- _____. นิติวิทยาศาสตร์ 3 เพื่อการสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : บริษัท ทีซีจี พรินต์ จำกัด , 2544.
- อัจฉราพร ไสละสุต. ความรู้เรื่องผ้า. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือกรุงเทพฯ , 2529.
- อัจฉราพร ไสละสุต และ ชิงรุ วาดานาเบ. วิศวกรรมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ : Shaken CO.LTD , 2520.

ภาษาต่างประเทศ

Bullet Hole Characteristics [Online]. Accessed 6 February 2007. Available from

http://www.firearmsid.com/A_distbulletholes.htm

Alakija P. , G.P. Bowling and B. Gunn. “Stellate clothing defects with different firearms, projectiles, ranges and fabrics”. J. Forensic Sci , 43 (1998) : 1148–1152.

- Barauskas, Rimantas. and Aušra Abraitienė. “Computational analysis of impact of a bullet against the multilayer fabrics in LS-DYNA.” International Journal of Impact Engineering 34,7 (July 2007) : 1286-1305.
- Causin, Valerio., Carla Marega and Sergio Schiavone “Cuts and tears on a paper towel: a case report on an unusual examination of damage.” Forensic Science International ,148 (2-3)(10 March 2005) : 157-162.
- Fackler, Martin L. “Gunshot Wound Review” Annals of Emergency Medicine, 28, 2 (August 1996) : 194-203.
- Frank, M., K.P. Philipp, E. Franke, N. Frank, B. Bockholdt, R. Grossjohann and A. Ekkernkamp. “Dynamic pressure measurement of cartridge operated vole captive bolt devices” Forensic Science International 183,1-3 (10 January 2009) : 54-59.
- Frog, Fr. A Short Course in External Ballistics [Online]. Accessed 8 February 2008. Available from <http://www.frfrogspad.com/extbal.html>
- Glattstein B., A. Zeichner , A. Vinokurov and N. Levin. “Improved method for shooting distance estimation. Part 1. Bullet holes in clothing items.” J Forensic Sci , 45,4 (Jul 2000) : 801-806.
- Glattstein B., A. Zeichner , A. Vinokurov and E. Shoshani. “Improved method for shooting distance determination. Part 2--bullet holes in objects that cannot be processed in the laboratory.” J Forensic Sci 45,5 (Sep 2000) : 1000-1008.
- Hawks, Chuck. The Definitive Firearms Site [Online]. Accessed 11 December 2007. Available from <http://www.chuckhawks.com/index2.guns.htm>
- Johnson, Nigel. “PHYSICAL DAMAGE TO TEXTILES” Asia Pacific Police Technology Conference (12-14 November 1991) : 121-128.
- Lepik, Delia and Vitaly Vasiliev. “Comparison of injuries caused by the pistols Tokarev, Makarov and Glock 19 at firing distances of 10, 15 and 25 cm” Forensic Science International 151,1 (30 June 2005) : 1-10.
- Lepik, Delia., Vitaly Vasiliev., Hardi Reisenbuk and Ülo Põldsam “Comparison of injuries caused by the pistols Tokarev, Makarov and Glock 19 at firing distances of 25, 50, 75 and 100 cm” Forensic Science International 177,1 (2 May 2008) : 1-10.

- Lim, C.T. , V.P.W. Shim and Y.H. Ng. "Finite-element modeling of the ballistic impact of fabric armor," International Journal of Impact Engineering 28,1 (Jan 2003) :13-31.
- Luchini,C. Defensive Use of Firearms. Cor-Bon Ammunition [Online]. Accessed 15 June 2007.
Available from <http://www.recguns.com/Sources/VG3.html>
- _____. Reloading Information.Projectile Weight,Muzzle Velocity and Energy[Online].
Accessed 15 June 2007. Available from <http://www.recguns.com/Sources/VIIIE8.html>
- Naik, N.K., P. Shrirao and B.C.K. Reddy. "Ballistic impact behaviour of woven fabric composites: Parametric studies"Materials Science and Engineering: A, 412 ,1-2 (5 December 2005) : 104-116.
- _____. "Ballistic impact behaviour of woven fabric composites: Formulation" International Journal of Impact Engineering 32,9 (September 2006) : 1521-1552.
- Pelton ,W.R.. "Distinguishing the cause of textile fiber damage using the scanning electron microscope (SEM)". J. Forensic Sci , 40 (1995) : 874-882.
- Plattner, T. B., Kneubuehl, M. Thali and U. Zollinger "Gunshot residue patterns on skin in angled contact and near contact gunshot wounds"Forensic Science International, 138(1-3) (17 December 2003) : 68-74
- Russell, S.J., A. Pourmohammadi, I. Ezra and M. Jacobs "Formation and properties of fluid jet entangled HMPE impact resistant fabrics."Composites Science and Technology 65,6 (May 2005) : 899-907.
- Stapley, S.A. and L.B. Cannon. "(i) An overview of the pathophysiology of gunshot and blast injury with resuscitation guidelines" Current Orthopaedics 20, 5 (October 2006) : 322-332.
- Tan,A., C.H. Frick and O.Castillo. "The fly ball trajectory : An older approach revisited"
American Journal of Physics 55,1 (1987) : 37.
- Taupin, J.M. "Comparing the alleged weapon with damage to clothing--the value of multiple layers and fabrics" J. Forensic Sci , 44 (1999) : 205-207.
- THE SPORTING ARMS AND AMMUNITION MANUFACTURERS' INSTITUTE. Maximum Pressure (In PSI Unless Noted) [Online]. Accessed 19 July 2008. Available from
<http://www.lasc.us/SAAMIMaxPressure.htm>

- The University of Utah Eccles Health Sciences Library. Ballistics[Online]. Accessed 10 January 2008. Available from
<http://library.med.utah.edu/WebPath/TUTORIAL/GUNS/GUNBLST.html>
- Wambua , Paul., Bart Vangrimde , Stepan Lomov , and Ignaas Verpoest. “The response of natural fibre composites to ballistic impact by fragment simulating projectiles” Composite Structures 77,2 (January 2007) : 232-240.
- Was, Jolanta. “Identification of thermally changed fibres” Forensic Science International 85 ,1 (7 February 1997) : 51-63.
- Was – Gubala J and W. KrauB. “Damage caused to fibres by the action of two types of heat” Forensic science international ,159 (2006) : 119-126.
- _____. “Damage caused to fibres by vapour cloud explosions” Forensic science international ,141 (2004) : 77 – 83.
- Wikipedia. Ballistics coefficient[Online]. Accessed 11 November 2007. Available from
http://en.wikipedia.org/wiki/Ballistics_coefficient
- _____. Internal Ballistics[Online]. Accessed 11 November 2007. Available from
http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_ballistics
- _____. External Ballistics[Online]. Accessed 11 November 2007. Available from
http://en.wikipedia.org/wiki/External_ballistics
- Williams, John J. Ballistics Science [Online]. Accessed 15 February 2008. Available from
<http://ballistictheory.net/>
- Wu, Jun., Jingbo Liu and Yixin Du “Experimental and numerical study on the flight and penetration properties of explosively-formed projectile” International Journal of Impact Engineering 34, 7 (July 2007) : 1147-1162.
- Zhang ,Jiangyue., Narayan Yoganandan, Frank A. Pintar, Yabo Guan and Thomas A. Gennarelli. “Experimental model for civilian ballistic brain injury biomechanics quantification” Journal of Biomechanics 40 ,10 (2007) : 2341-2346.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางบันทึกลักษณะของรอยฉีกขาด รูปภาพรอยฉีกขาด

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง

ตารางที่ 57 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง ที่ยึงด้วยกระสุนปั่นขนาด

.38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	2.0	1.0	0.5	0.5
	ความยาว	6.0	1.5	1.0	1.0
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.5	1.0	0.5	0.5
	ความยาว	4.5	1.5	1.0	1.0
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.2	1.0	0.5	0.5
	ความยาว	6.0	1.5	1.0	1.0
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 1.56 ซ.ม. และ ยาว 4.83 ซ.ม.	กว้าง 0.93 ซ.ม. และ ยาว 1.33 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 58 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	1.0	1.0	0.5
	ความยาว	5.0	1.0	1.0	1.0
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.2	1.0	1.0	0.5
	ความยาว	5.5	1.0	1.0	1.0
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	1.0	1.0	0.5
	ความยาว	5.0	1.0	1.0	1.0
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 1.07 ซ.ม. และ ยาว 5.17 ซ.ม.	กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ. ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 59 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.2	1.0	0.5	0.5
	ความยาว	7.0	2.5	1.0	1.0
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.5	1.0	0.5	0.5
	ความยาว	6.0	2.0	1.0	1.0
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.2	1.2	0.5	0.5
	ความยาว	6.5	2.5	1.0	1.0
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.30 ซ.ม. และ ยาว 6.50 ซ.ม.	กว้าง 1.07 ซ.ม. และ ยาว 2.33 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

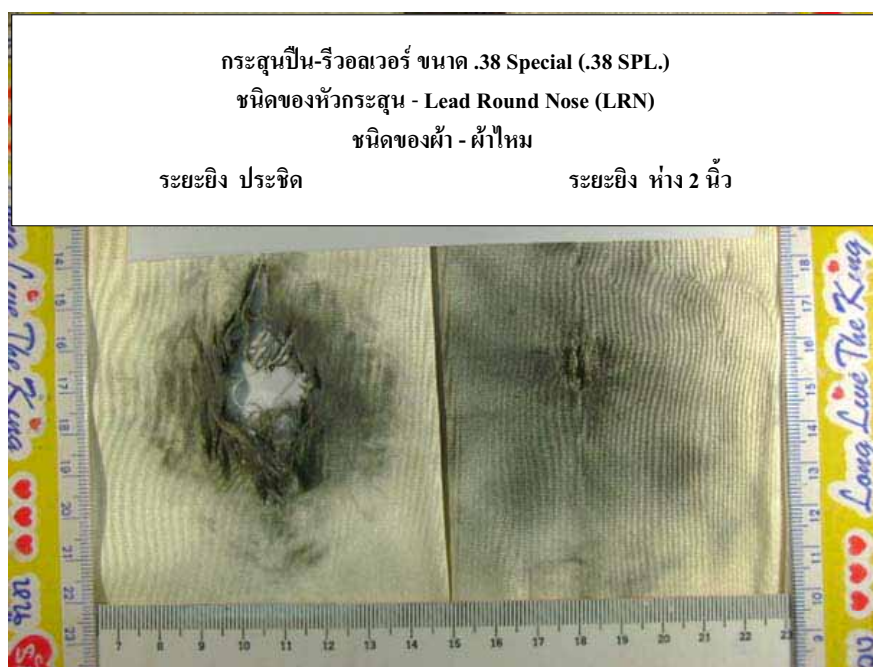
ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 60 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

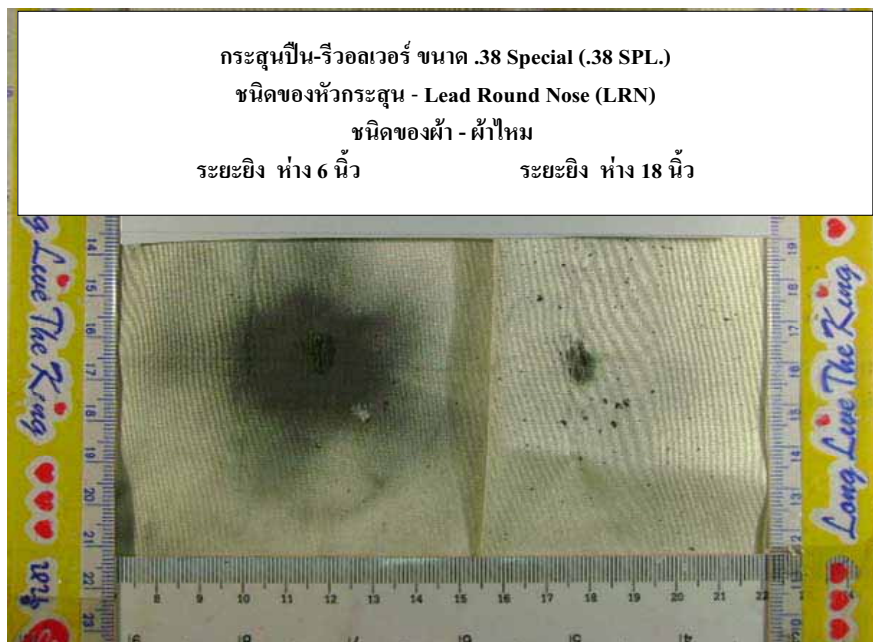
9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	1.0	1.0	0.5
	ความยาว	6.0	15.0	1.0	1.0
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	2.0	1.0	0.5
	ความยาว	2.0	9.5	1.0	1.0
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.5	1.0	1.0	0.5
	ความยาว	4.0	1.0	1.0	1.0
ค่าเฉลี่ย					
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 1.17 ซ.ม. และ ยาว 4.00 ซ.ม.	กว้าง 1.50 ซ.ม. และยาว 12.25ซ.ม.	กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	66.67	100	100
2	รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ		
	ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.		
	คิดเป็นร้อยละ		33.33		

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)



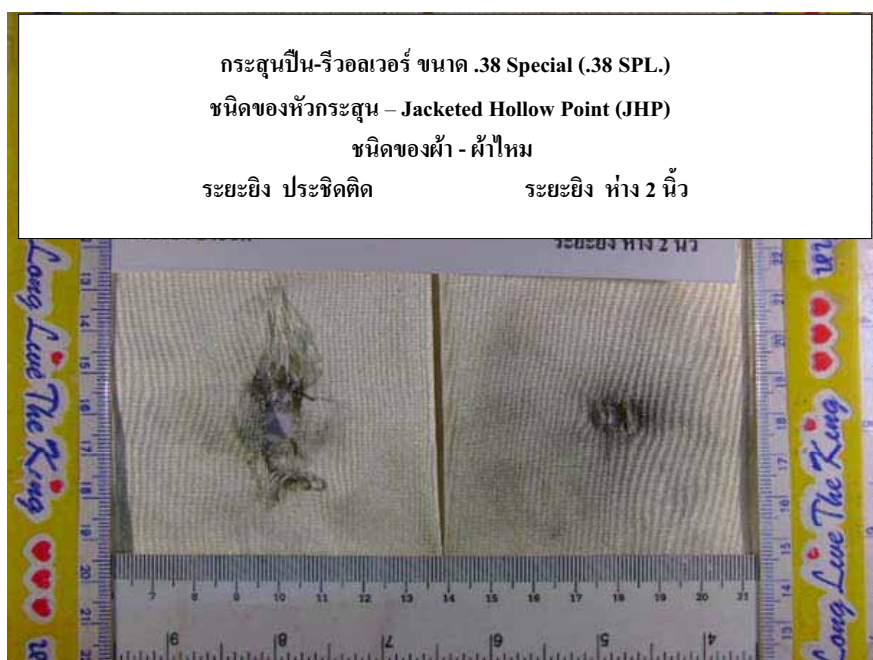
(c)



(d)

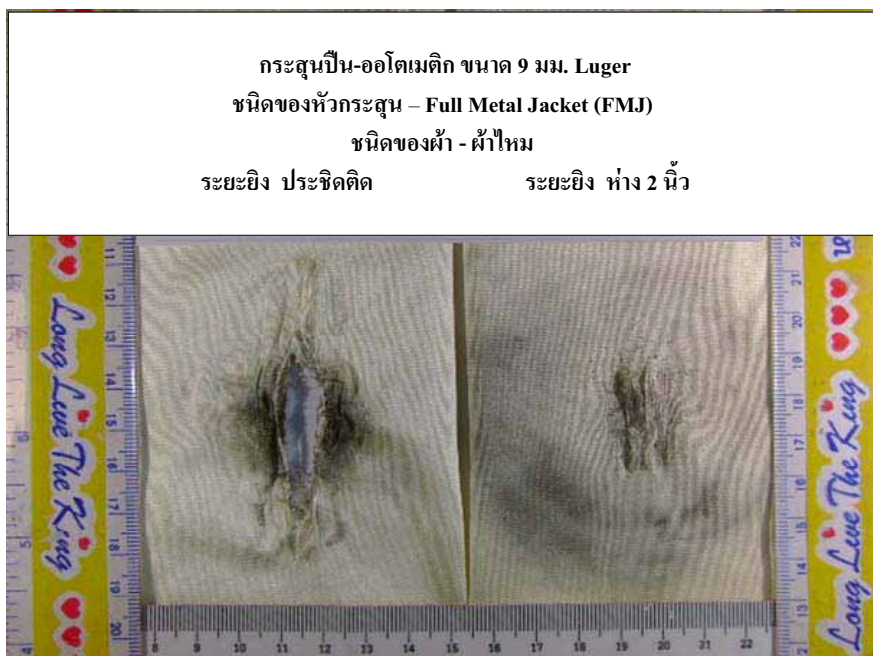
ภาพที่ 61 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)



ภาพที่ 61 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)



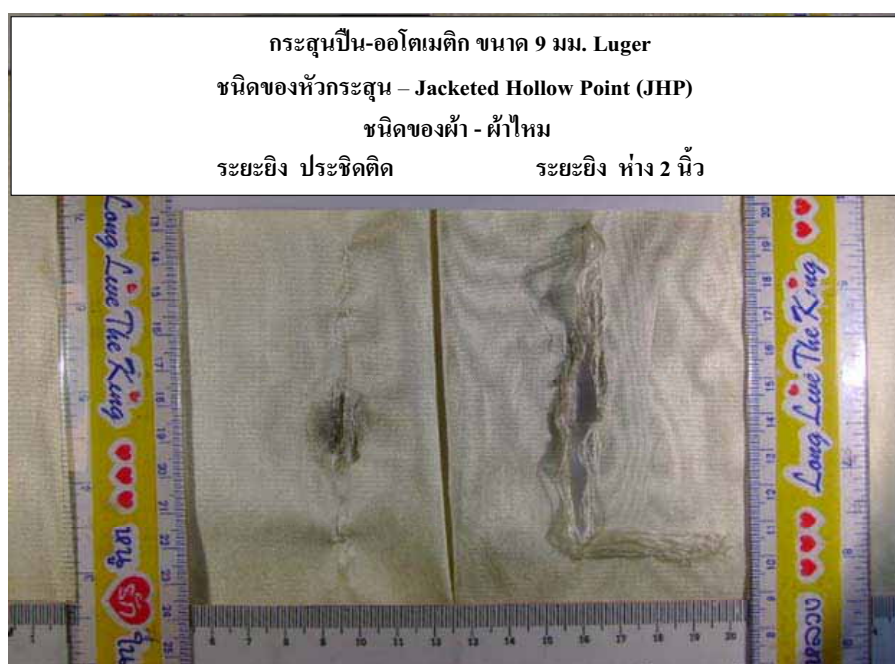
(ง)



(h)

ภาพที่ 61 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)



ภาพที่ 61 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าไหมตัวอย่าง (ต่อ)



(k)



(l)

ภาพที่ 61 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าใยสังเคราะห์

ตารางที่ 61 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าใยสังเคราะห์ ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด
.38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ยิง	ลักษณะและขนาดรอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	0.5	0.8	0.5	0.5
	ความยาว	5	0.8	0.8	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	0.5	0.8	0.5	0.5
	ความยาว	5.5	0.8	0.8	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	0.5	0.8	0.5	0.5
	ความยาว	5.5	0.8	0.8	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 5.33 ซ.ม.	กว้าง 0.80 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าใยสังเคราะห์ (ต่อ)

ตารางที่ 62 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าใยสังเคราะห์ ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด
.38 SPL JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	0.5	0.8	0.5	0.5
	ความยาว	5.0	0.8	0.8	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	0.5	0.8	0.5	0.5
	ความยาว	4.5	0.8	0.8	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	0.5	0.8	0.5	0.5
	ความยาว	5.5	0.8	0.8	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 5.00 ซ.ม.	กว้าง 0.80 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าใยสังเคราะห์ (ต่อ)

ตารางที่ 63 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าใยสังเคราะห์ ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.5	0.8	0.8	0.8
	ความยาว	5.0	1.0	0.8	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.5	0.8	0.8	0.8
	ความยาว	5.5	1.2	0.8	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	2.0	0.8	0.8	0.8
	ความยาว	5.5	1.0	0.8	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.67 ซ.ม. และ ยาว 5.33 ซ.ม.	กว้าง 0.80 ซ.ม. และ ยาว 1.07 ซ.ม.	กว้าง 0.80 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.	กว้าง 0.80 ซ.ม. และ ยาว 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

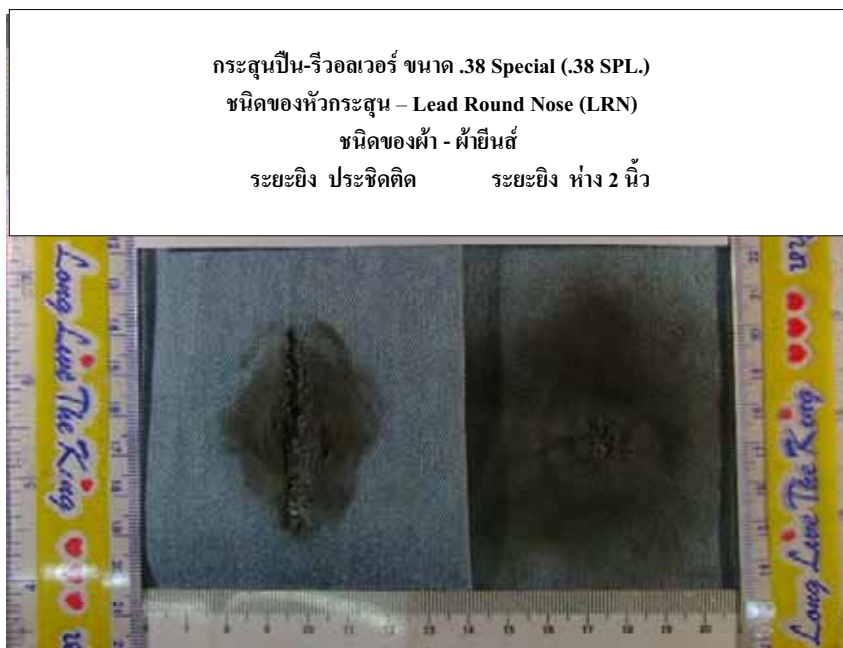
ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ายืนส์ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 64 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้ายืนส์ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

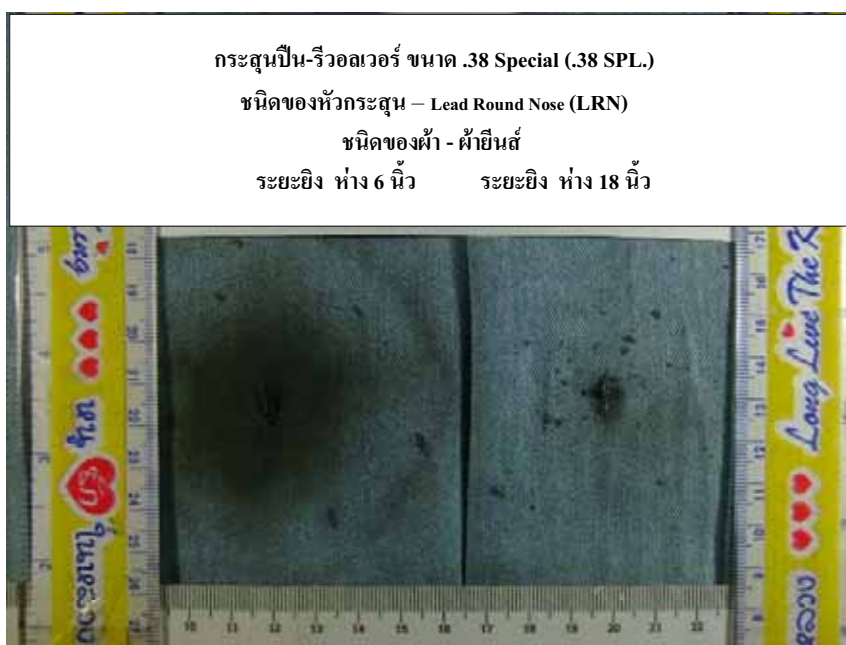
9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	0.8	1.0	1.0
	ความยาว	4.5	1.0	1.0	1.0
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	0.8	1.0	1.0
	ความยาว	4.0	1.0	1.0	1.0
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ความกว้าง	1.0	0.5	1.0	1.0
	ความยาว	5.5	3.5	1.0	1.0
ค่าเฉลี่ย					
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ	เส้นตรงสั้น ขอบไม่เรียบ
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 4.67 ซ.ม.	กว้าง 0.80 ซ.ม. และยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.	กว้าง 1.00 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	66.67	100	100
2	รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงยาว		
	ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 3.50 ซ.ม.		
	คิดเป็นร้อยละ		33.33		

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าเย็บตัวอย่าง



(a)



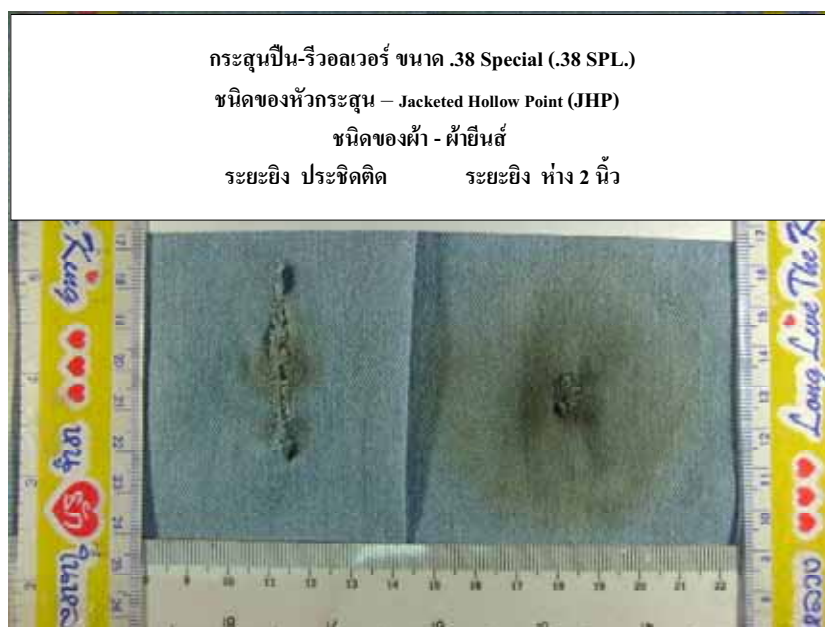
(b)

ภาพที่ 62 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าเย็บตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ

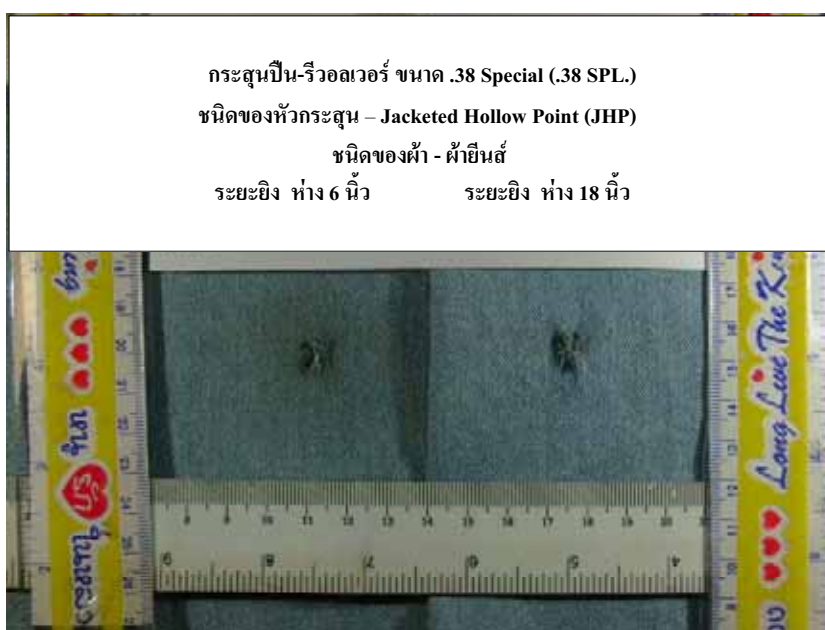
(a-b) กระสุนปืนขนาด .38 Special LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 Special JHP

(e-g) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (h-k) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่าง (ต่อ)



(c)



(d)

ภาพที่ 62 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่าง (ต่อ)



(e)



(f)

ภาพที่ 62 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยที่ขนาดของผ้ายืนส์ตัวอย่าง (ต่อ)



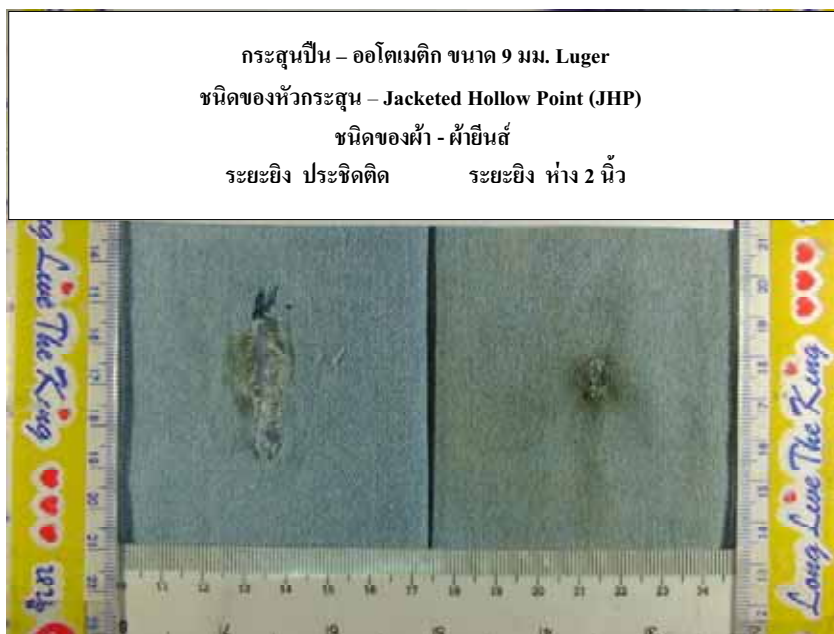
(g)



(h)

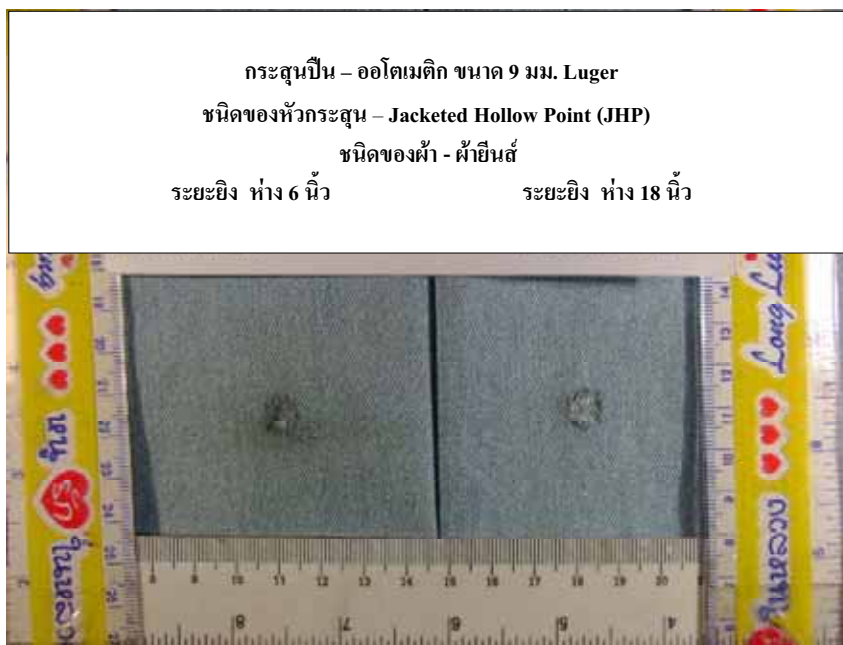
ภาพที่ 62 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่าง (ต่อ)



ภาพที่ 62 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ายีนส์ตัวอย่าง (ต่อ)



ภาพที่ 62 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง

ตารางที่ 65 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL. LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.2	-	-	-
	ความยาว	3.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.2	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 1.30 ซ.ม. และ ยาว 3.17 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 66 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ยิง	ลักษณะและขนาดรอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.8	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.2	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.8	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	3.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.8	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรงยาว	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.40 ซ.ม. และ ยาว 3.17 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 67 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ยิง	ลักษณะและขนาดรอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	2.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.5	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	2.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 2.17 ซ.ม. และ ยาว 2.67 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

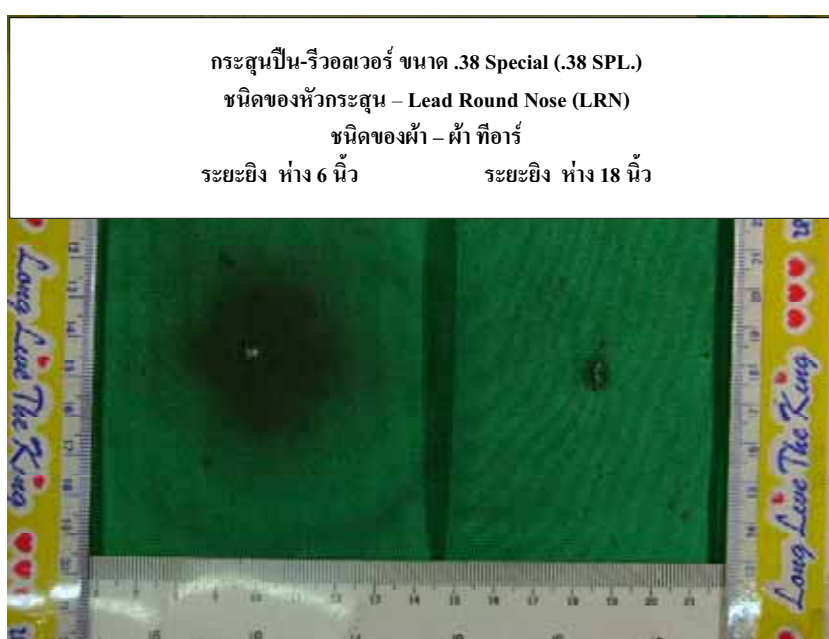
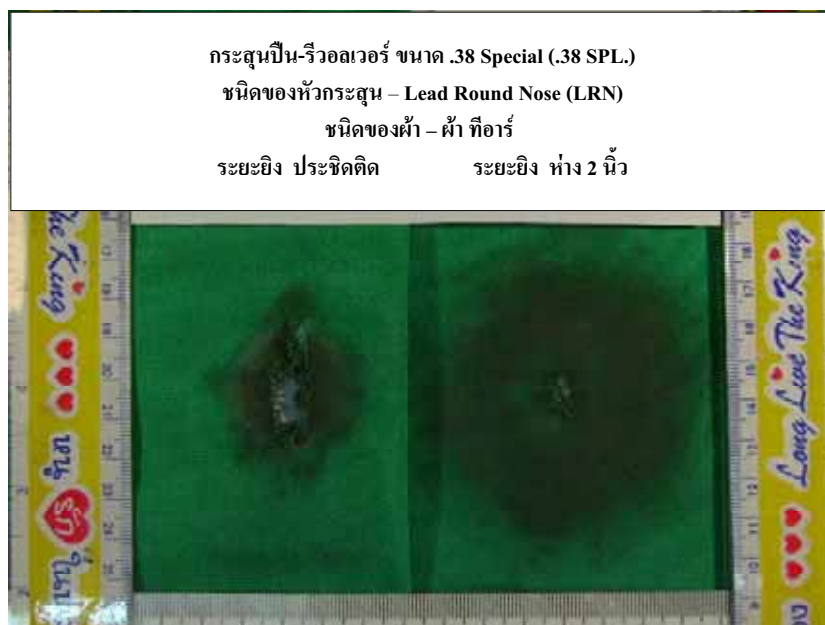
ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 68 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ

ครั้งที่ยิง	ลักษณะและขนาดรอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.5	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.5	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 2.33 ซ.ม. และ ยาว 4.17 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

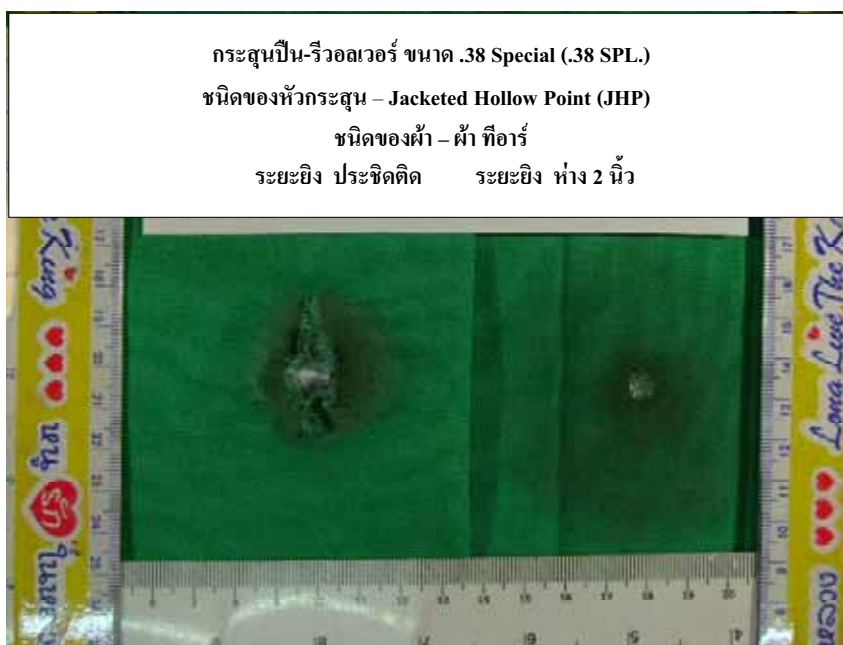
ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง



ภาพที่ 63 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ

- (a-b) กระสุนปืนขนาด .38 Special LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 Special JHP
(e-f) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (g-h) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (ต่อ)



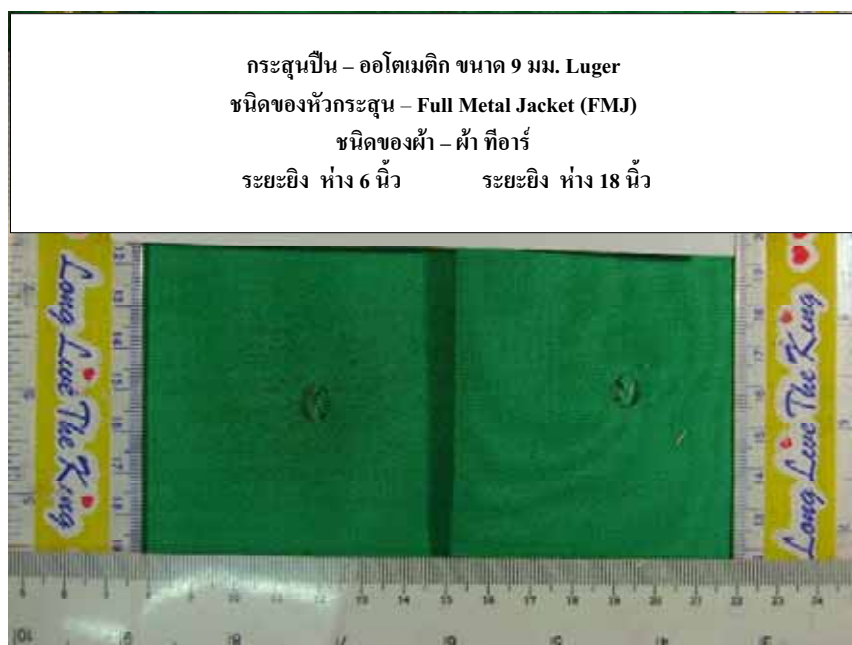
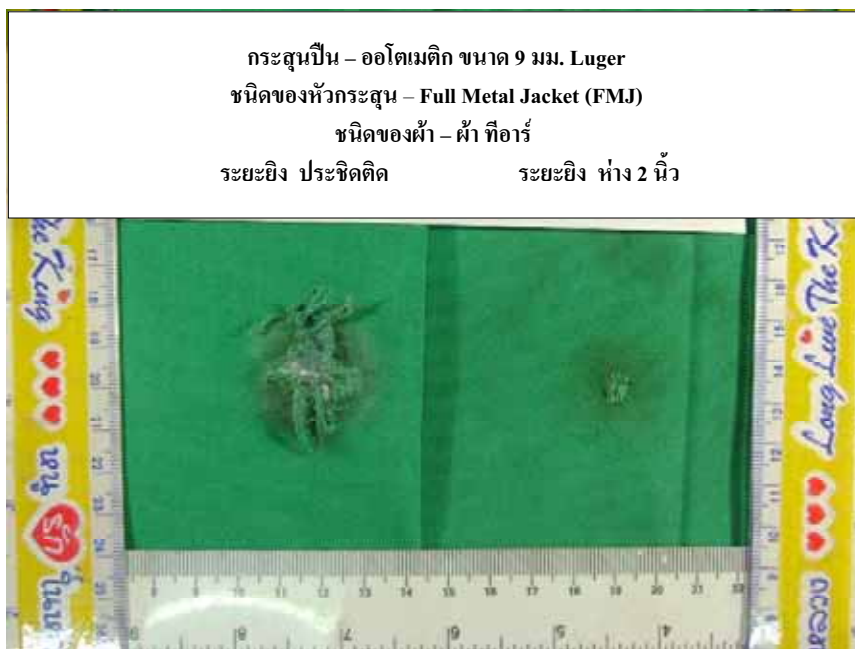
(c)



(d)

ภาพที่ 63 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (ต่อ)

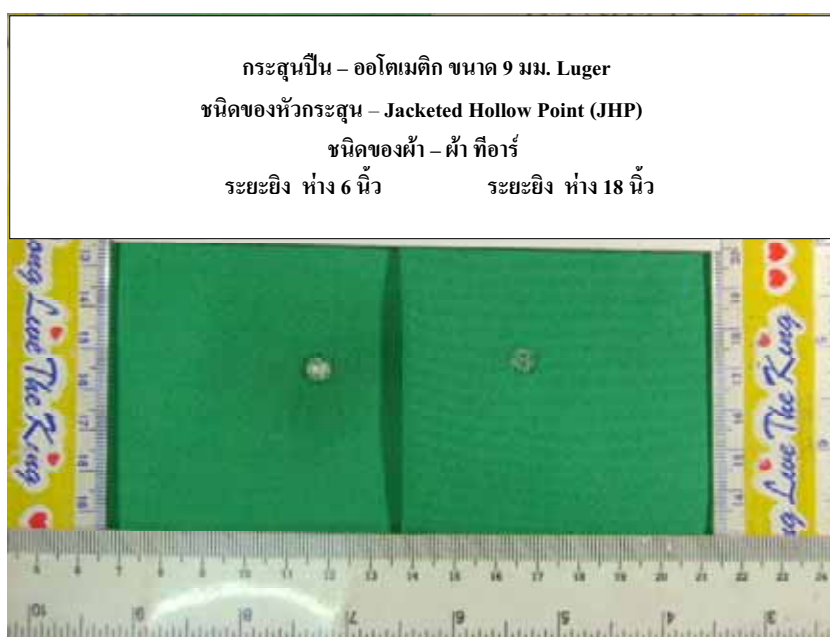


ภาพที่ 63 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าที่อาร์ตัวอย่าง (ต่อ)



(g)



(h)

ภาพที่ 63 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง

ตารางที่ 69 บันทึกผลลักษณะของรอยขีดข่วนของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL. LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยขีดข่วน (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	2.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	3.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	2.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.83 ซ.ม. และ ยาว 2.83 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าถูฟูกตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 70 บันทึกผลลักษณะของรอยขีดข่วนของผ้าถูฟูกตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL.JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยขีดข่วน (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูปแฉก	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม	รูก่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.83 ซ.ม. และ ยาว 4.33ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยนิกาของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 71 บันทึกผลลักษณะของรอยนิกาของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

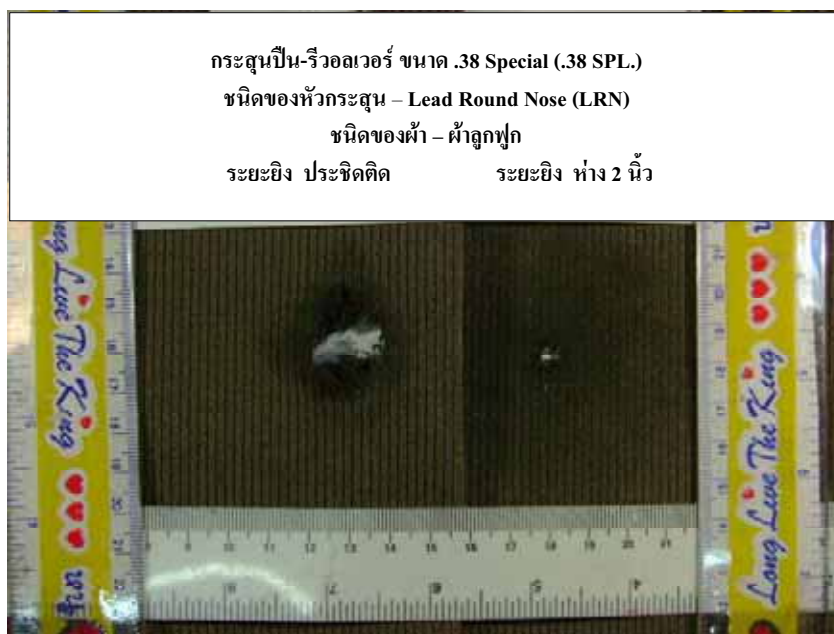
ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยนิกา (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง ความยาว	3.0	-	-	-
		5.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง ความยาว	2.5	-	-	-
		5.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง ความยาว	3.0	-	-	-
		4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 2.83 ซ.ม. และ ยาว 5.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยขีดข่วนของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง (ต่อ)

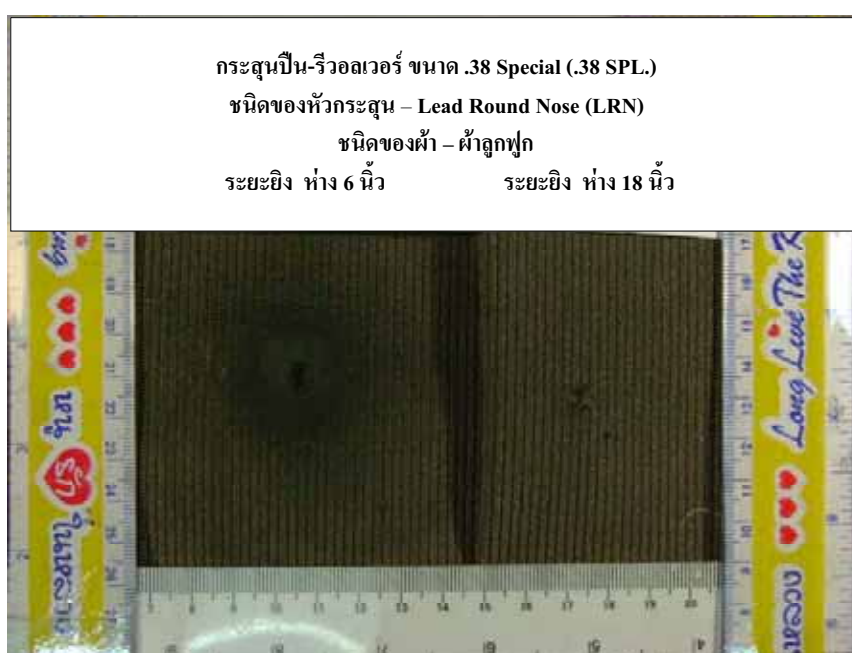
ตารางที่ 72 บันทึกผลลักษณะของรอยขีดข่วนของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง ที่ยิง ด้วยกระสุนปืนขนาด
9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยขีดข่วน (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	3.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 1.67 ซ.ม. และ ยาว 3.83 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง



(a)



(b)

ภาพที่ 64 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ

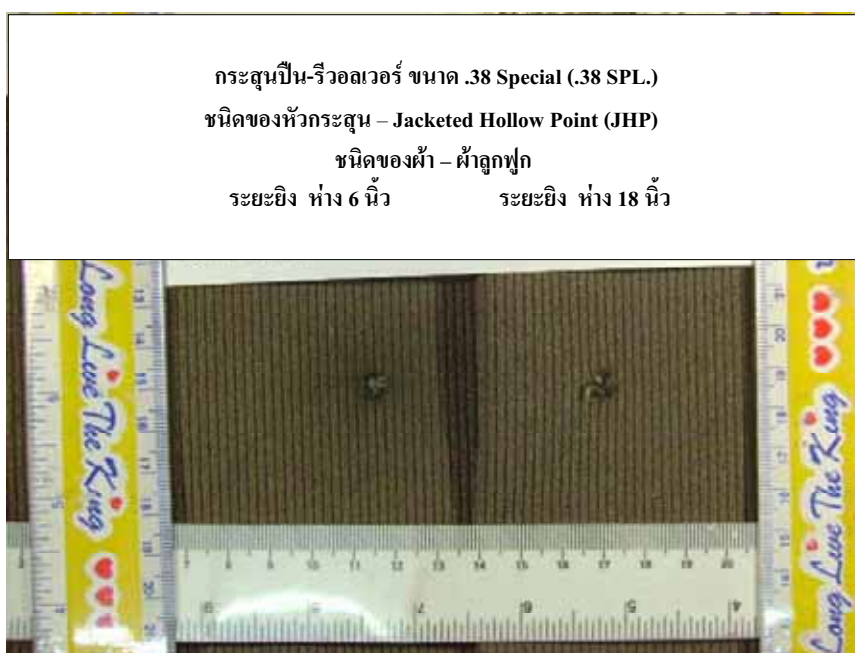
(a-b) กระสุนปืนขนาด .38 Special LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 Special JHP

(e-f) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (g-h) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง (ต่อ)



(c)



(d)

ภาพที่ 64 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าลูกฟูกตัวอย่าง (ต่อ)



(e)



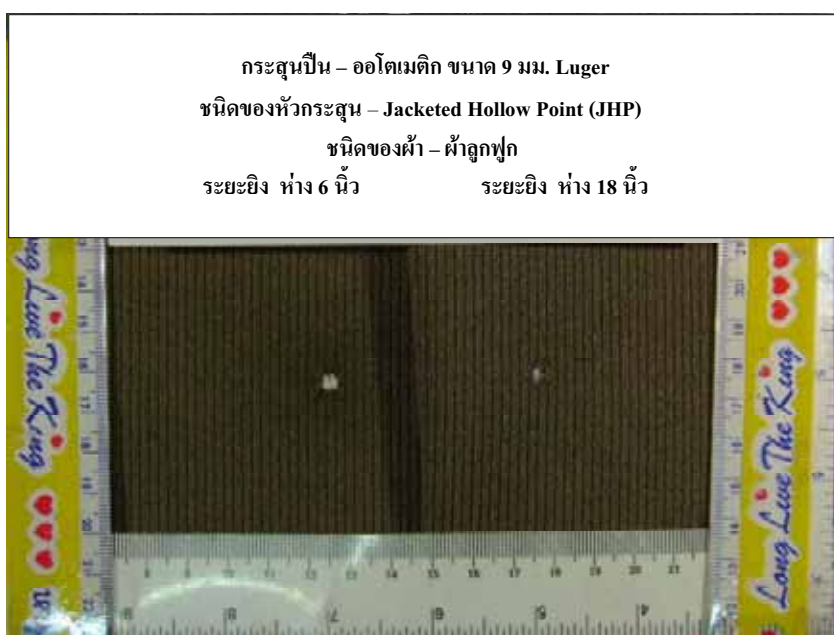
(f)

ภาพที่ 64 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยนิ่กขาของผ้าถูถูกตัวอย่าง (ต่อ)



(g)



(h)

ภาพที่ 64 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยขีดข่วนของฝาร่มตัวอย่าง

ตารางที่ 73 บันทึกผลลักษณะของรอยขีดข่วนของฝาร่มตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL. LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยขีดข่วน (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	3.0	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	1.0	0.8	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	4.0	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	2.0	0.8	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	4.5	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	1.0	0.8	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ / ร้อยละ		รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 3.83 ซ.ม. และ ยาว 4.17 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.33 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยลักษณ์ของฝักร่มตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 74 บันทึกผลลักษณะของรอยลักษณ์ของฝักร่มตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

.38 SPL.JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยลักษณ์ (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	3.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	1.5	0.8	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	1.0	0.8	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	2.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	1.0	0.8	0.5
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 3.17 ซ.ม. และ ยาว 3.67 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.17 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยนิกาขของฝัร่มตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 75 บันทึกผลลักษณะของรอยนิกาขของฝัร่มตัวอย่าง ที่ยิง ด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตเมติก

ครั้งที่ยิง	ลักษณะและขนาดรอยนิกาข (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	6.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	1.5	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	0.5	-	-
	ความยาว	2.0	1.0	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	รูปแฉก	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 3.75 ซ.ม. และ ยาว 3.25 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
	คิดเป็นร้อยละ	66.67	66.67	100	100
	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูปแฉก		
	ขนาดเฉลี่ย	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.00 ซ.ม.		
	คิดเป็นร้อยละ	33.33	33.33		

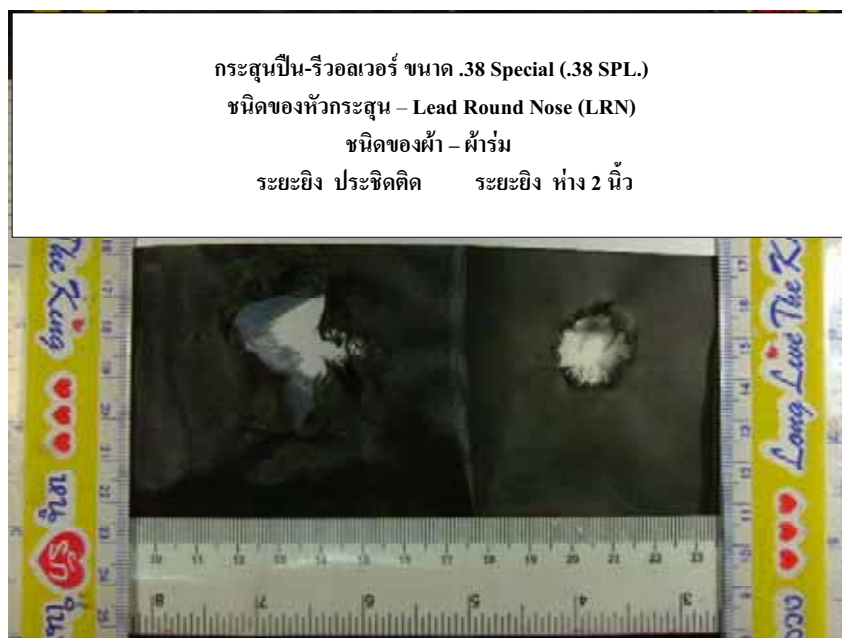
ตารางบันทึกผลลักษณะรอยขีดข่วนของฝักร่มตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 76 บันทึกผลลักษณะของรอยขีดข่วนของฝักร่มตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืนขนาด

9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยขีดข่วน (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	4.5	2.0	-	-
	ความยาว	5.0	2.0	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.8	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	4.5	7.5	-	-
	ความยาว	5.5	9.0	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.8	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	4.0	2.5	-	-
	ความยาว	5.5	2.0	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.8	0.5
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	รูปແຈກ	รูปແຈກ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 4.33 ซ.ม. และ ยาว 5.33 ซ.ม.	กว้าง 4.00 ซ.ม. และ ยาว 4.33 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
	คิดเป็นร้อยละ	100	100	100	100

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่วมตัวอย่าง



(a)



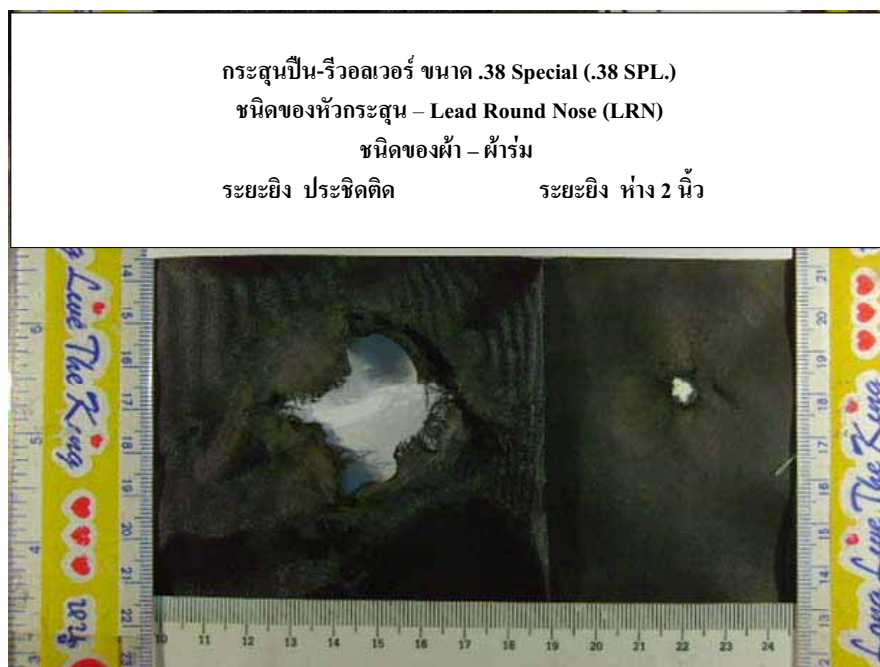
(b)

ภาพที่ 65 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่วมตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ

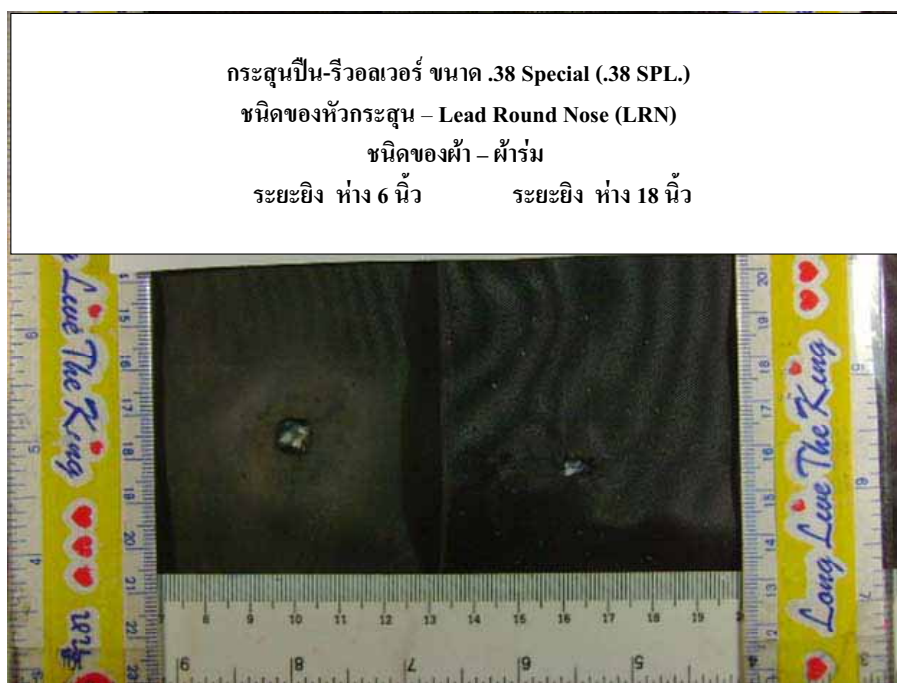
(a-d) กระสุนปืนขนาด .38 Special LRN (e-g) กระสุนปืนขนาด .38 Special JHP

(h-k) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (l-o) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่าง (ต่อ)



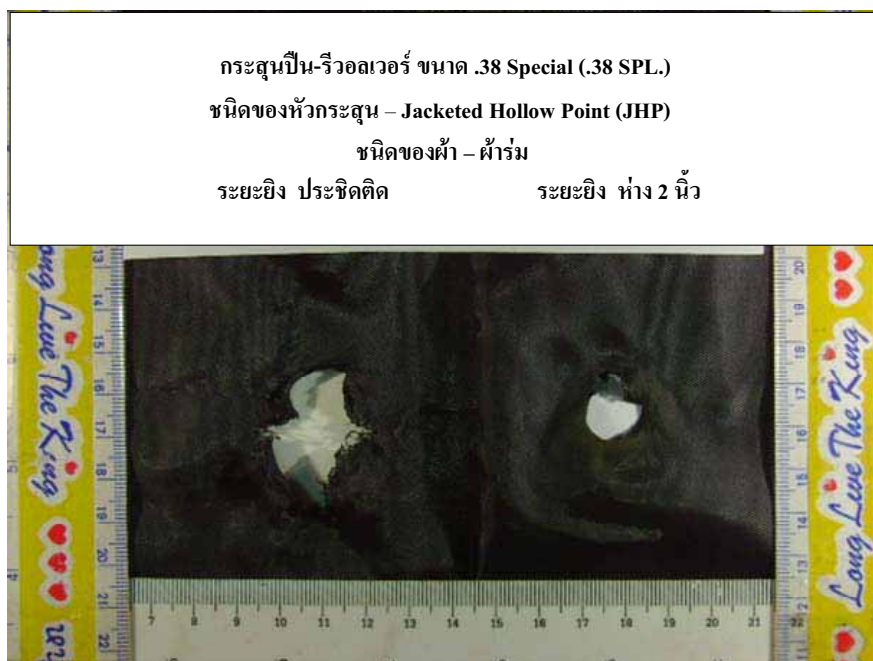
(c)



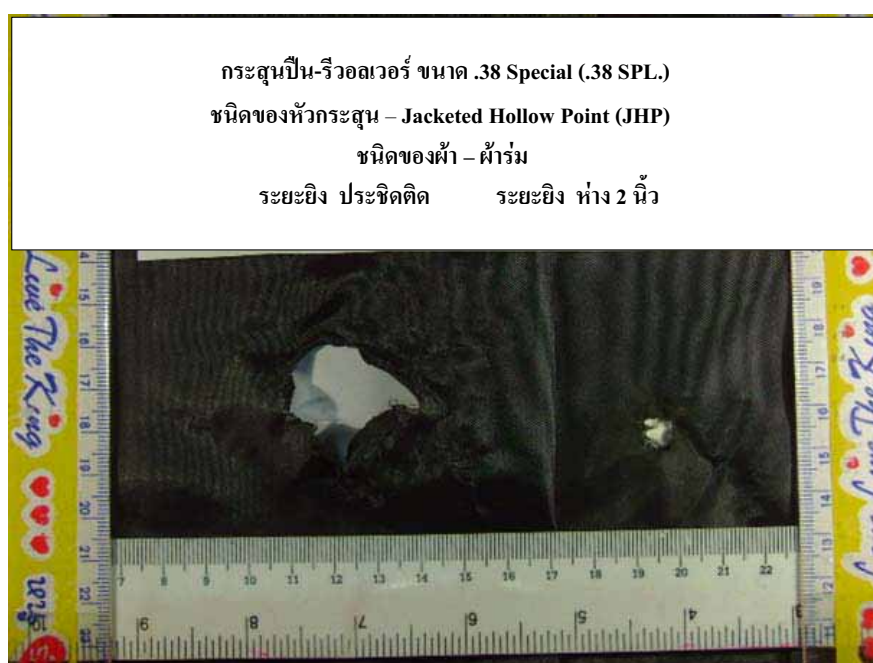
(d)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่าง (ต่อ)



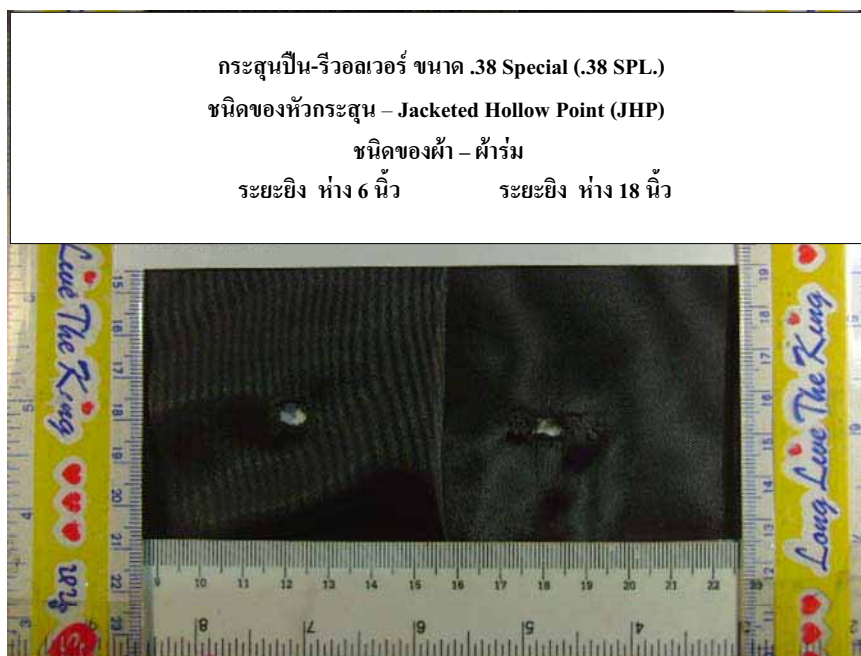
(e)



(f)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้ารัดตัวอย่าง (ต่อ)



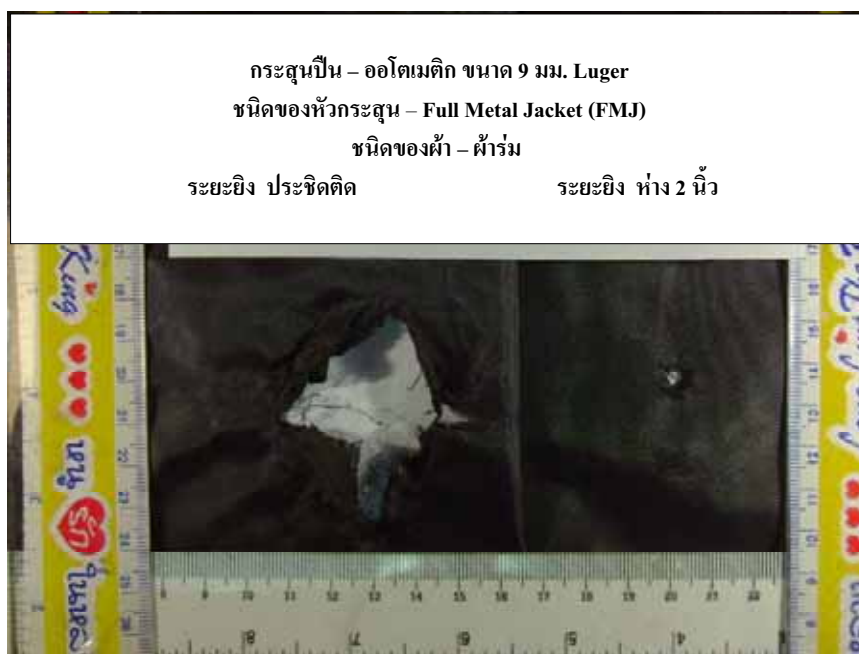
(g)



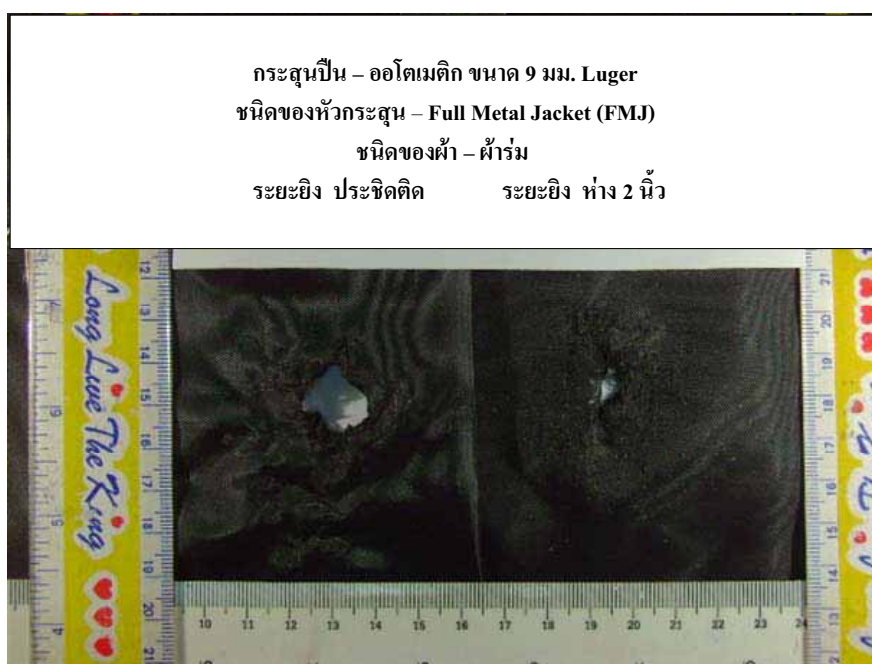
(h)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่วมตัวอย่าง (ต่อ)



(i)



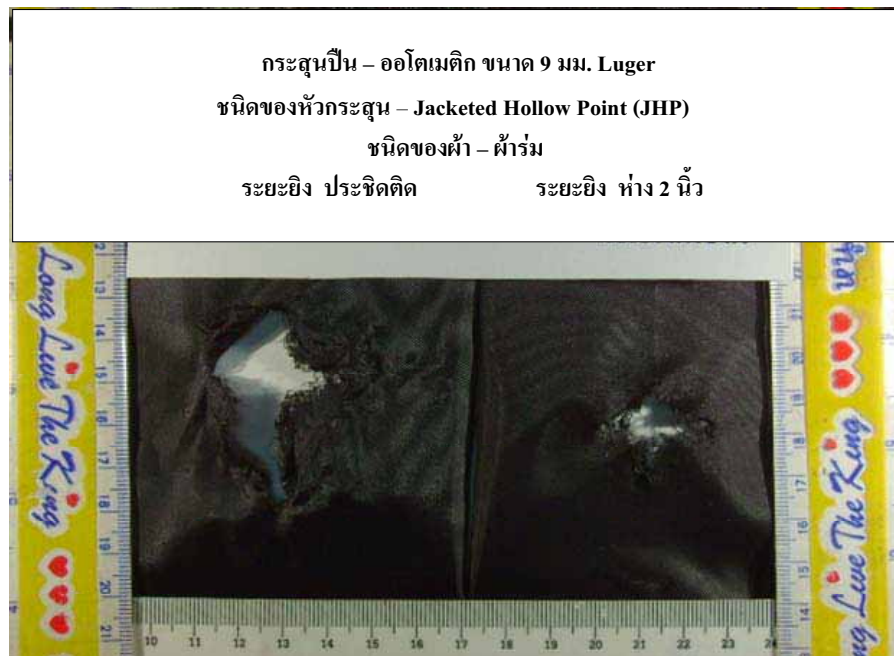
(j)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่าง (ต่อ)



(k)



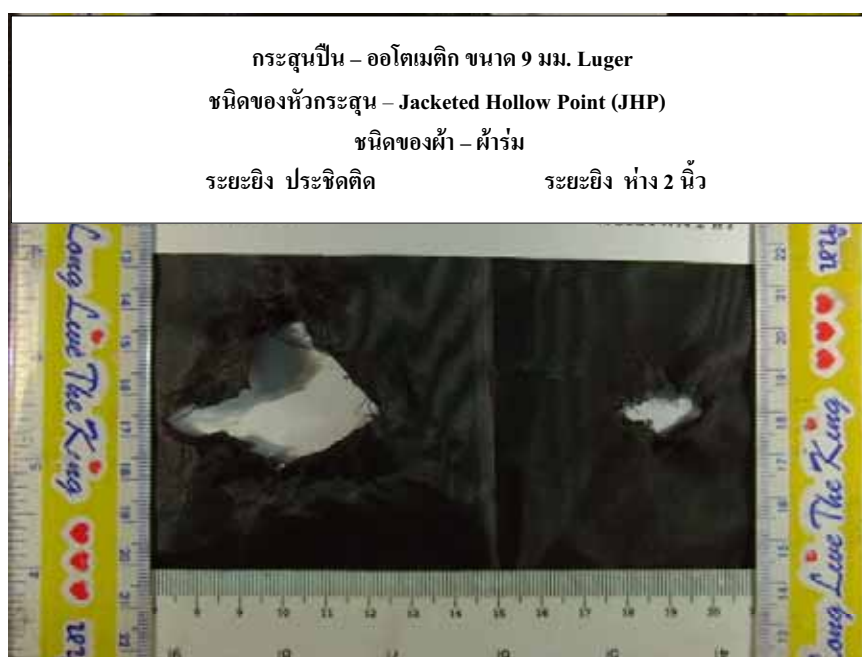
(l)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่าง (ต่อ)



(m)



(n)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าร่มตัวอย่าง (ต่อ)



(๐)

ภาพที่ 65 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง

ตารางที่ 77 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด .38 SPL. LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงแนวนอน	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	3.0	-	-	-
	ความยาว	1.2	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงแนวนอน	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	3.0	-	-	-
	ความยาว	1.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	0.5	0.5	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรงแนวนอน	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ขนาดเฉลี่ย	กว้าง 3.00 ซ.ม. และ ยาว 1.10 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
	คิดเป็นร้อยละ	66.67	100	100	100
	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม			
	ขนาดเฉลี่ย	เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.50 ซ.ม.			
	คิดเป็นร้อยละ	33.33			

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 78 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	1.0	1.0	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.0	1.0	1.0	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	1.0	1.0	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.67 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางที่ 79 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ

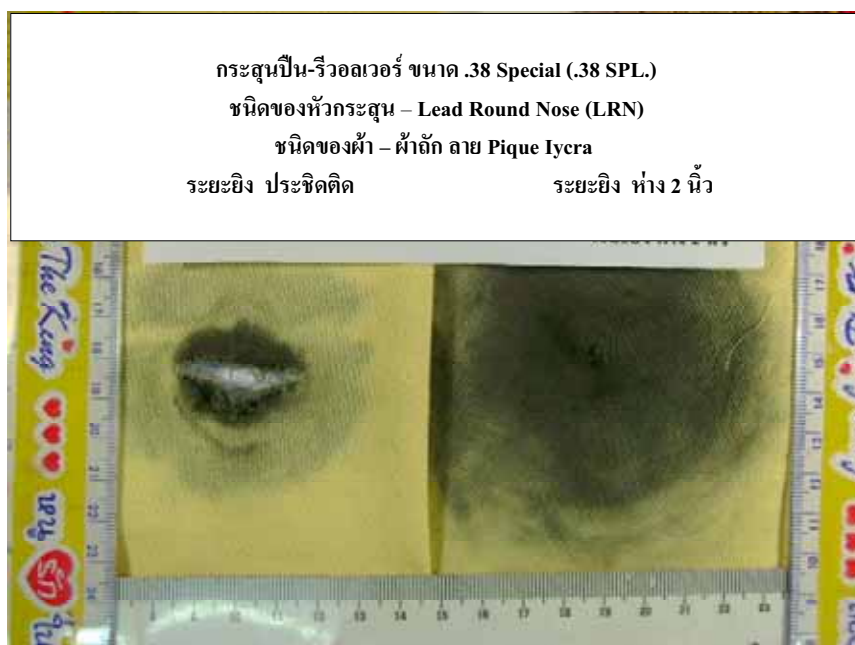
ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	0.5	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	0.5	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	0.5	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง (ต่อ)

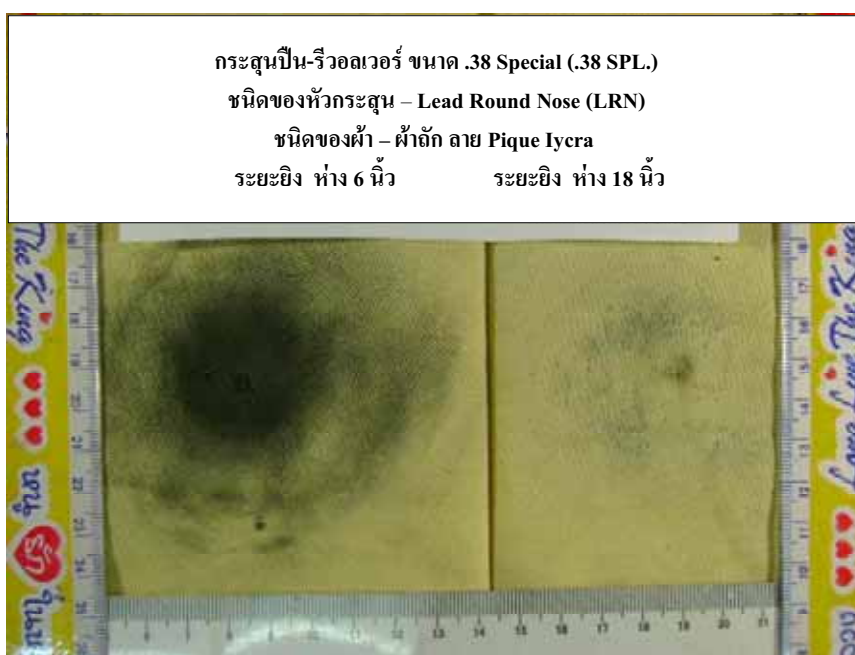
ตารางที่ 80 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด 9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ภาพแสดงลักษณะรอยนิ้กดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง



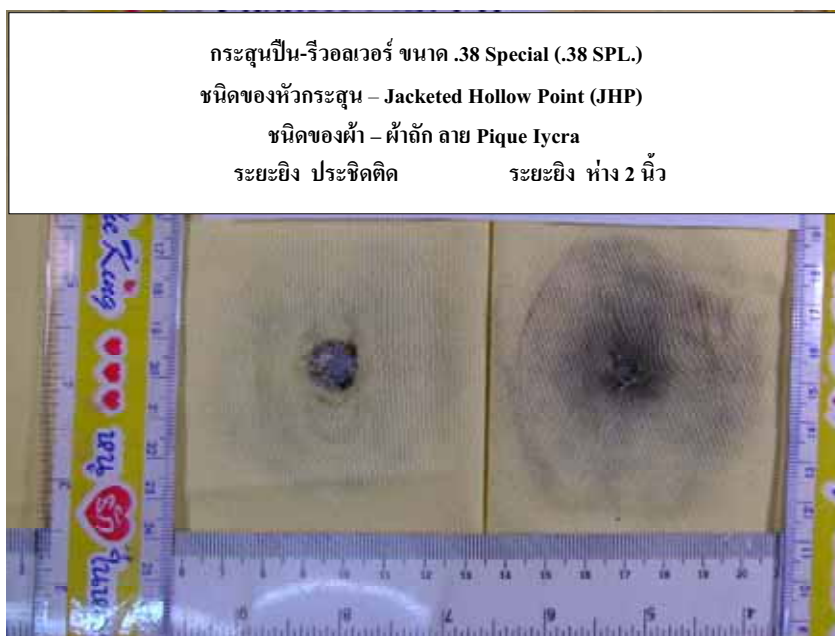
(a)



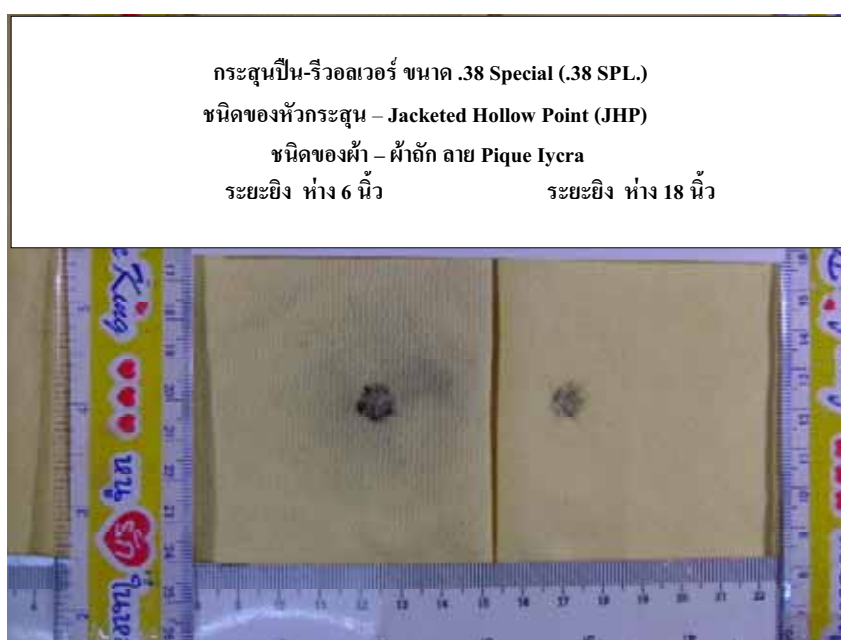
(b)

ภาพที่ 66 แสดงลักษณะรอยนิ้กดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ (a-b) กระสุนปืนขนาด .38 Special LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 Special JHP (e-f)กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (g-h)กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง (ต่อ)



(c)



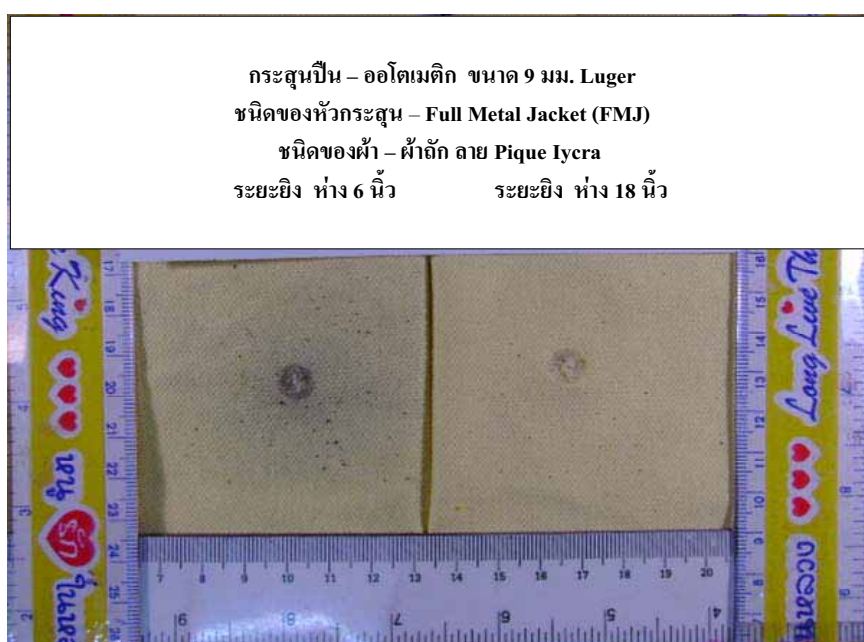
(d)

ภาพที่ 66 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง (ต่อ)



(e)



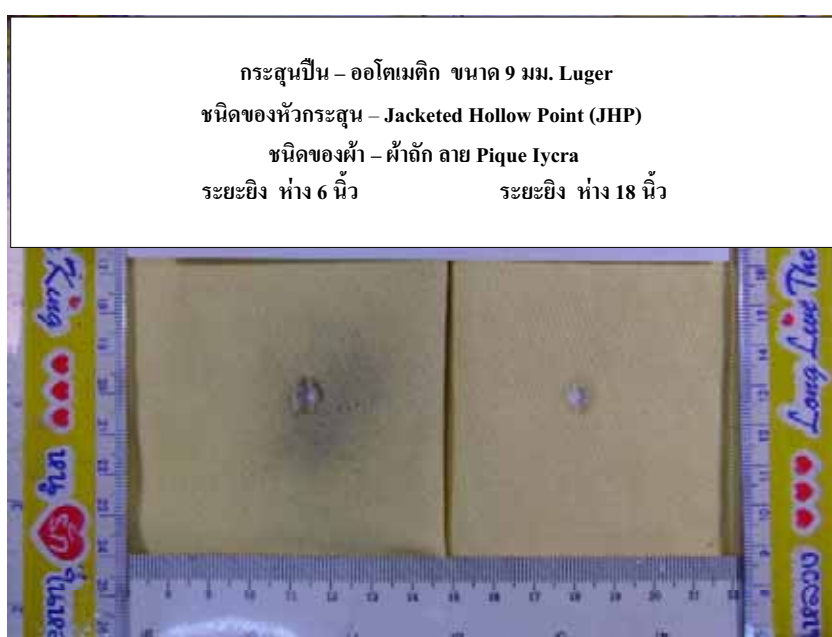
(f)

ภาพที่ 66 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยน็ึกขาดของผ้าถักลาย Pique Lycra ตัวอย่าง (ต่อ)



(g)



(h)

ภาพที่ 66 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง

ตารางที่ 81 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.0	0.8	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.0	0.8	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.0	1.0	0.8	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.33 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางที่ 82 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด .38 SPL.JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	1.0	1.0	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.0	1.0	1.0	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	1.0	1.0	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ / ร้อยละ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.67 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง (ต่อ)

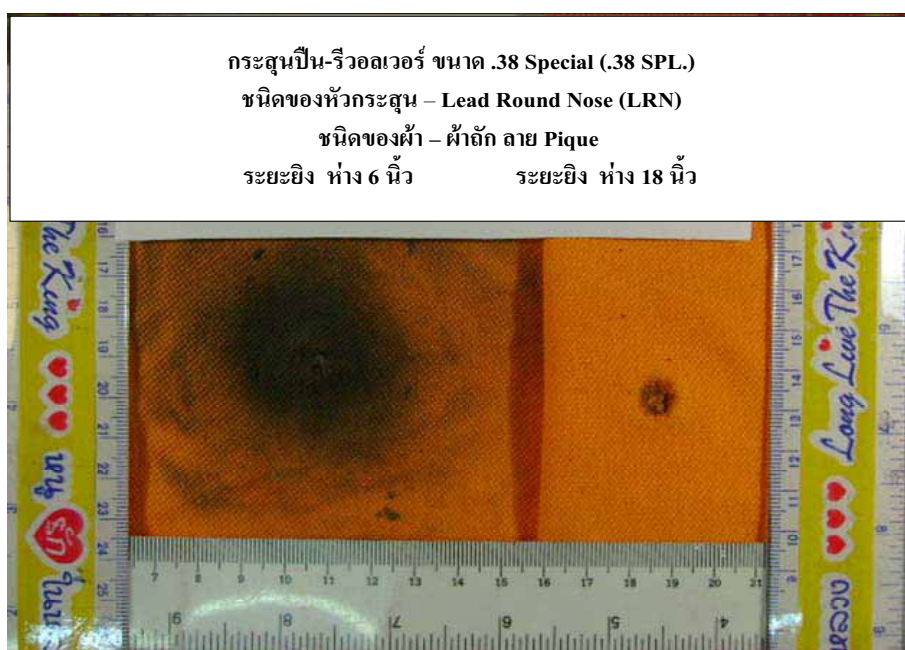
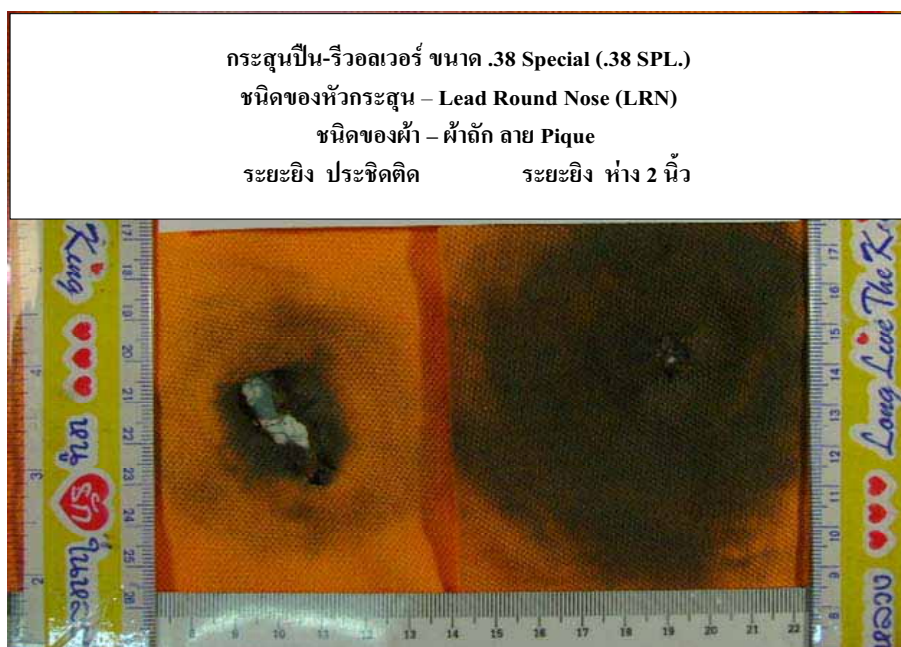
ตารางที่ 83 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด 9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.5	1.0	1.0	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.5	1.0	1.0	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.5	1.0	1.0	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางที่ 84 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Pique ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด 9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.5	1.5	1.0	0.8
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.5	1.0	0.8
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.8	1.5	1.0	0.8
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.43 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่าง

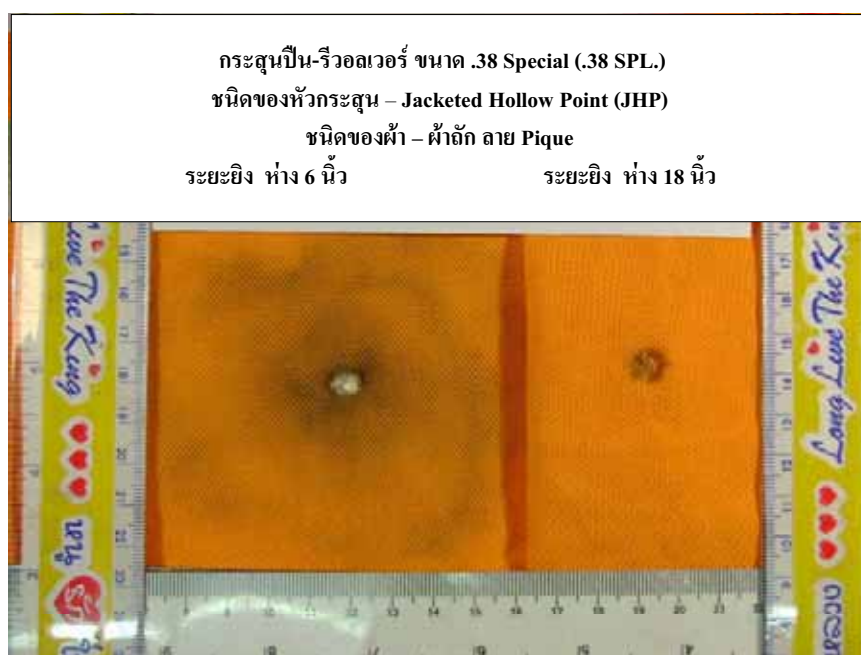


ภาพที่ 67 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน
ต่าง ๆ (a-b) กระสุนปืนขนาด .38 SPL LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 SPL JHP
(e-f) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (g-h) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่าง (ต่อ)



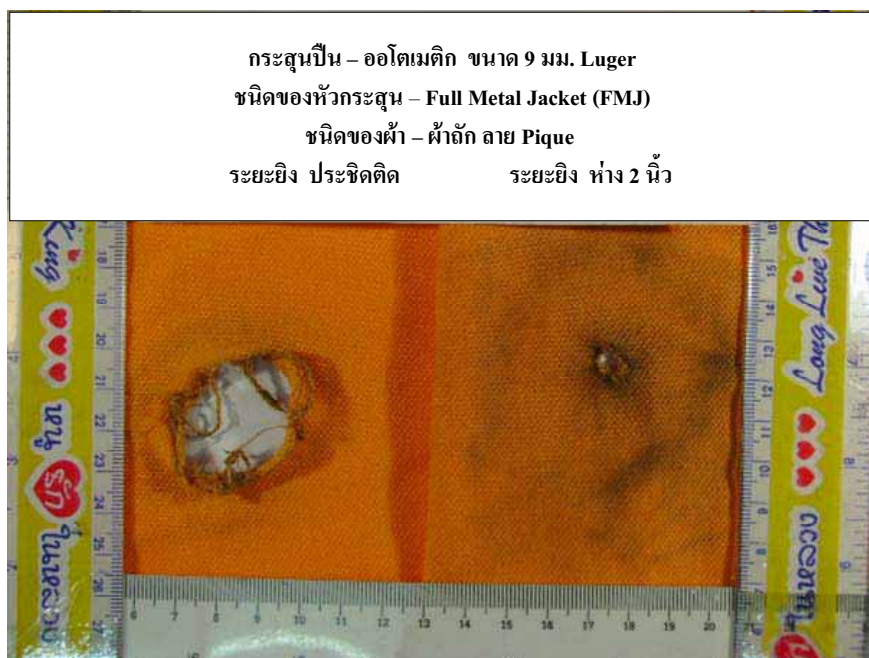
(c)



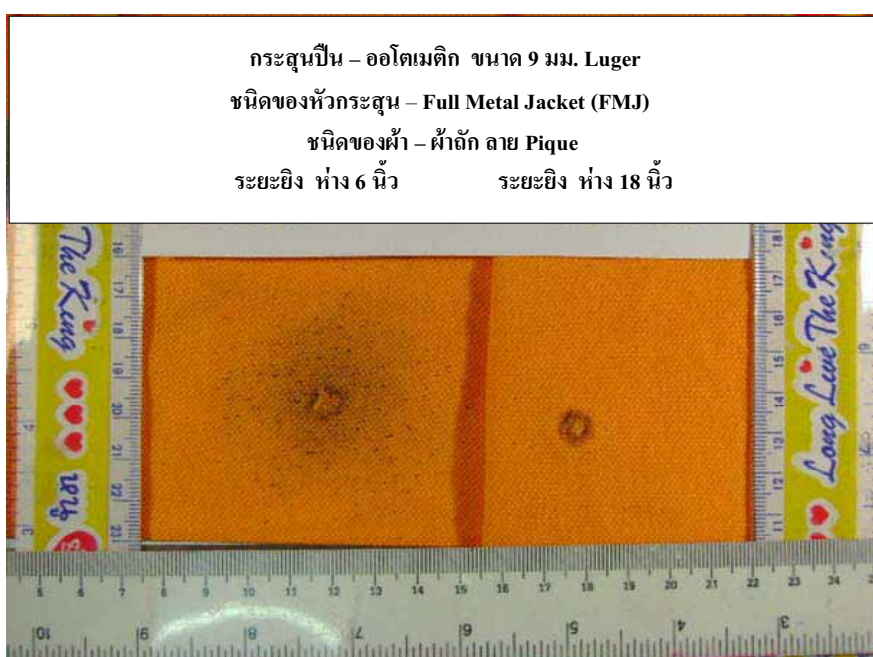
(d)

ภาพที่ 67 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่าง (ต่อ)



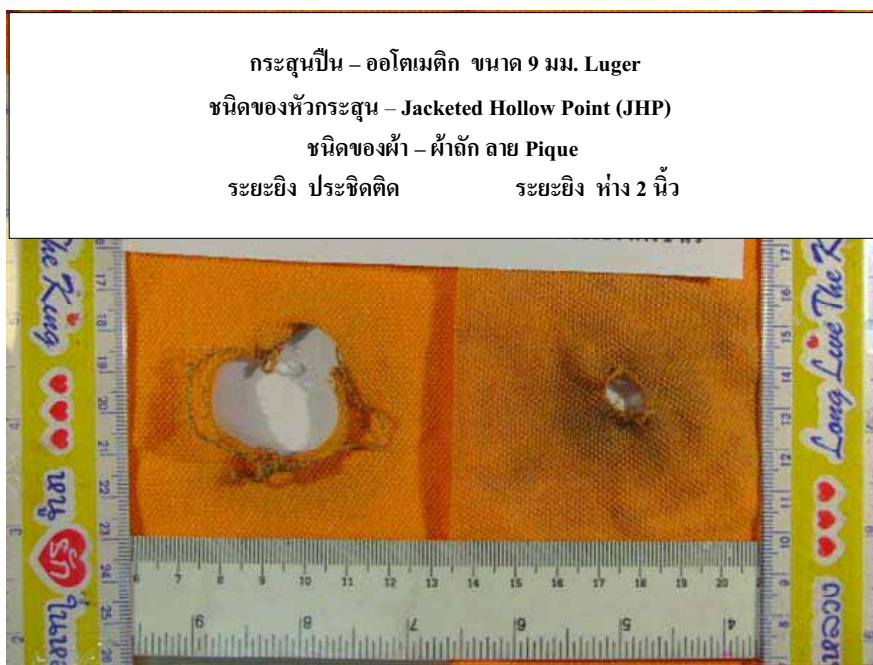
(e)



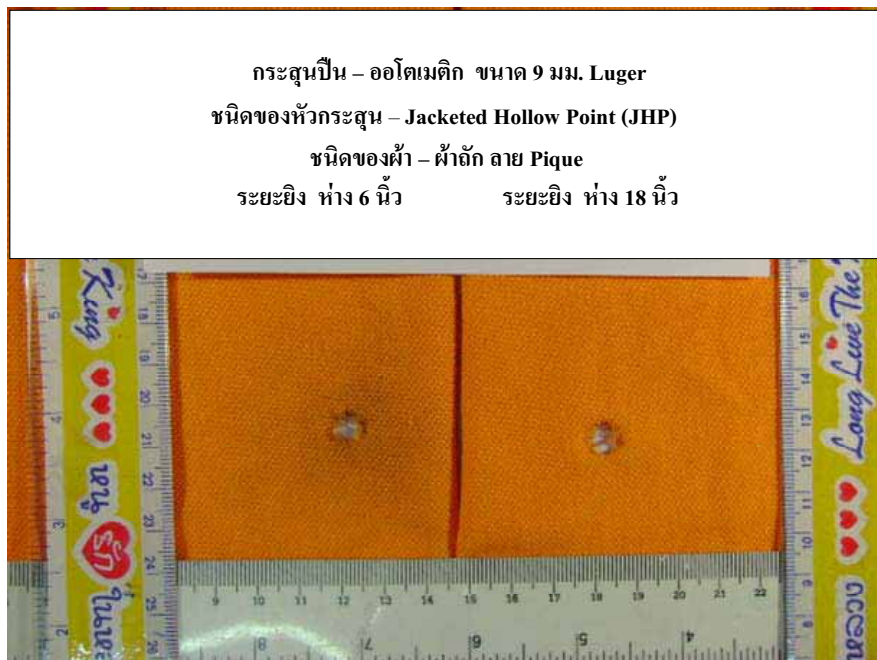
(f)

ภาพที่ 67 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Pique ตัวอย่าง (ต่อ)



(g)



(h)

ภาพที่ 67 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง

ตารางที่ 85 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด .38 SPL. LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลางไม่ สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลางไม่ สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางที่ 86 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด .38 SPL.JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.2	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.0	1.5	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.2	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ / ร้อยละ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.33 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.30 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลางไม่ สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลางไม่ สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง (ต่อ)

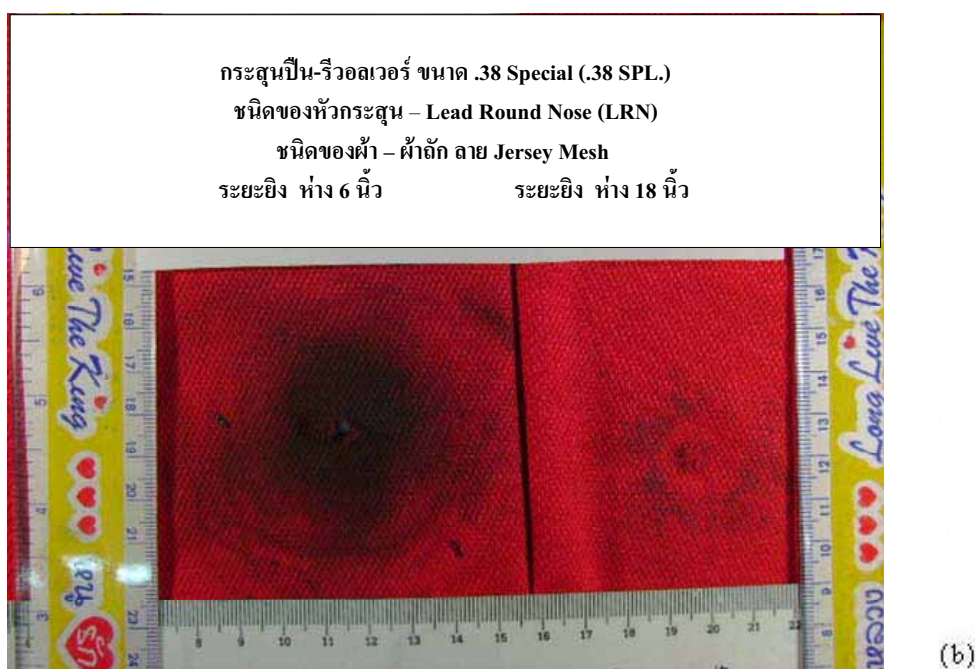
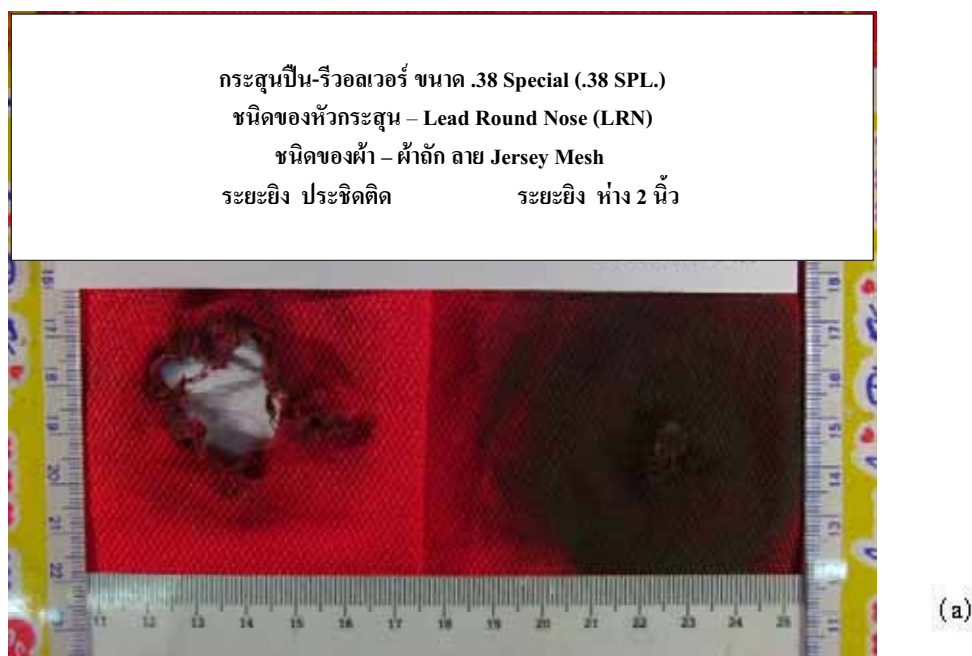
ตารางที่ 87 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.2	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.0	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.5	1.0	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.00 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.07 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลางไม่ สามารถวัดได้	เส้นผ่านศูนย์กลางไม่ สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางที่ 88 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุน
ปืนขนาด 9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

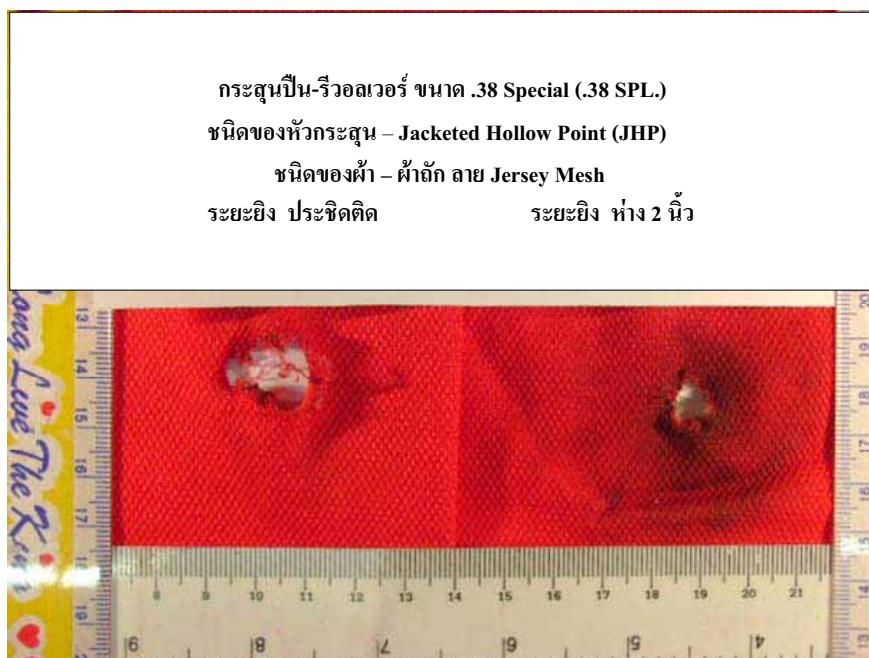
ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาดรอย ฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.2	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	2.5	1.5	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	3.0	1.5	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.67 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.40 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ภาพแสดงลักษณะรอยนิกาตของผ้าฉักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง

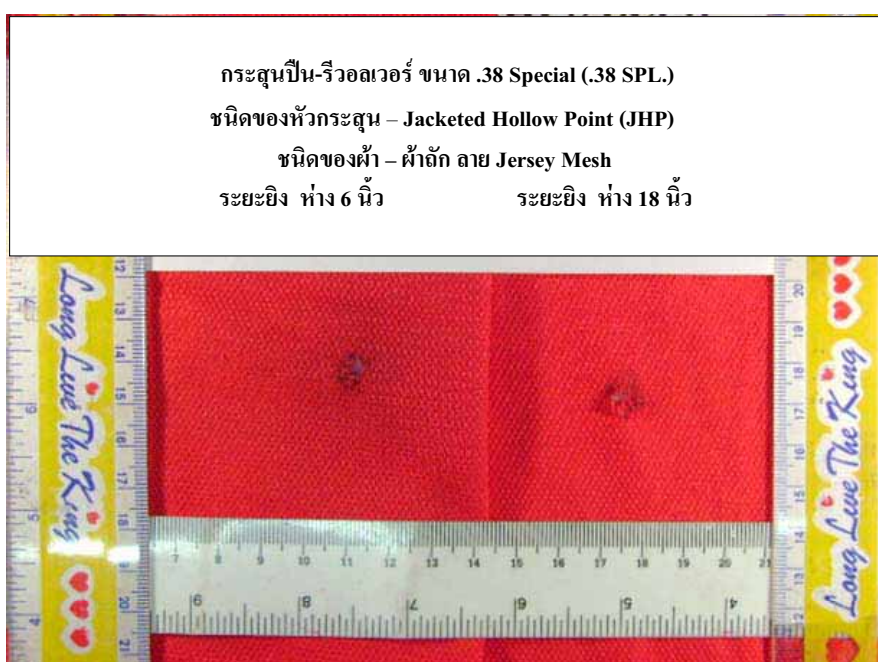


ภาพที่ 68 แสดงลักษณะรอยนิกาตของผ้าฉักลาย Jersey mesh ตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืน ต่าง ๆ (a-b) กระสุนปืนขนาด .38 SPL.LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 SPL.JHP (e-f) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (g-h)กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Jersey mesh ตัวอย่าง (ต่อ)



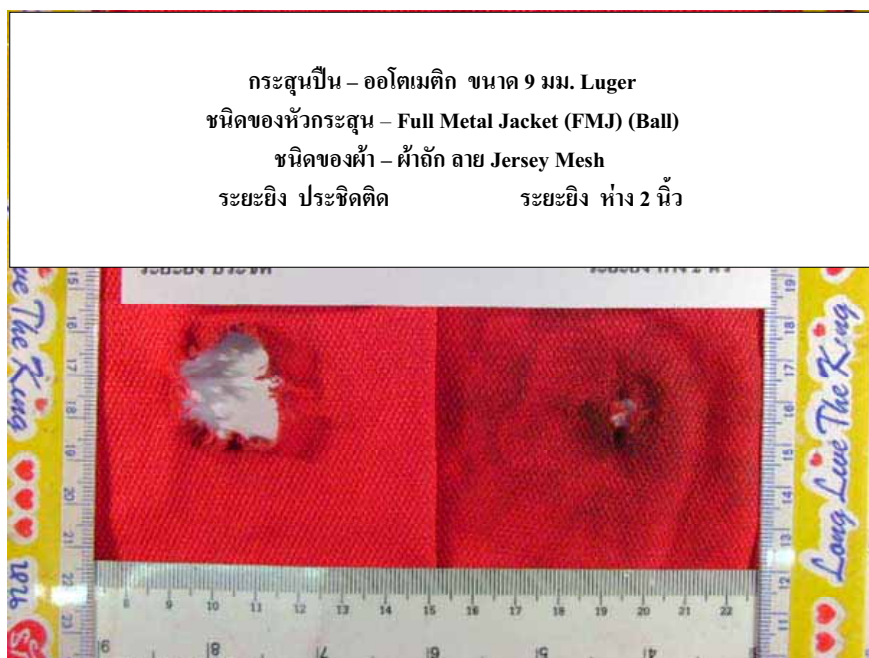
(c)



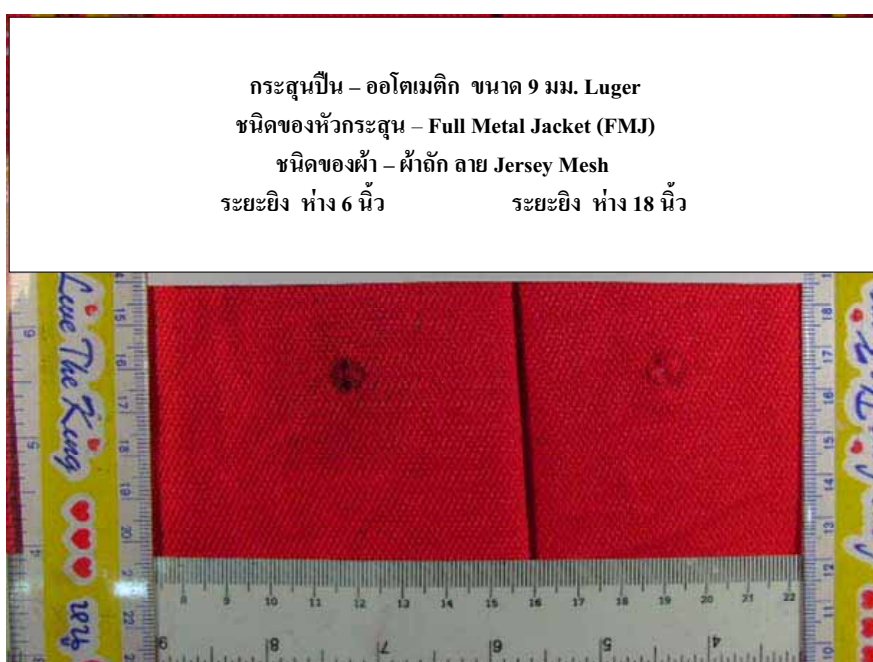
(d)

ภาพที่ 68 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉักลาย Jersey mesh ตัวอย่าง (ต่อ)



(e)



(f)

ภาพที่ 68 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Jersey mesh ตัวอย่าง (ต่อ)



(g)



(h)

ภาพที่ 68 (ต่อ)

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง

ตารางที่ 89 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด .38 SPL.LRN จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	0.5	0.5	-	-
	ความยาว	2.0	1.0	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.50	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	0.8	0.5	-	-
	ความยาว	1.5	1.2	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.50	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	0.8	0.5	-	-
	ความยาว	2.0	1.2	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	-	0.50	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรง	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 0.70 ซ.ม. และ ยาว 1.83 ซ.ม.	กว้าง 0.50 ซ.ม. และ ยาว 1.13 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 90 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด .38 SPL. JHP จากอาวุธปืนรีวอลเวอร์

ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	-	0.8	-	-
	ความยาว	-	1.5	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	-	0.5	ไม่สามารถวัดได้
2	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	-	0.8	-	-
	ความยาว	-	1.5	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	-	0.5	ไม่สามารถวัดได้
3	รูปร่างลักษณะ	รูค่อนข้างกลม	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	-	0.8	-	-
	ความยาว	-	1.5	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.5	-	0.5	ไม่สามารถวัดได้
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ / ร้อยละ		รูค่อนข้างกลม	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 ซ.ม.	กว้าง 0.87 ซ.ม. และ ยาว 1.40 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่สามารถวัดได้
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 91 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด 9 มม. Luger FMJ จากอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ

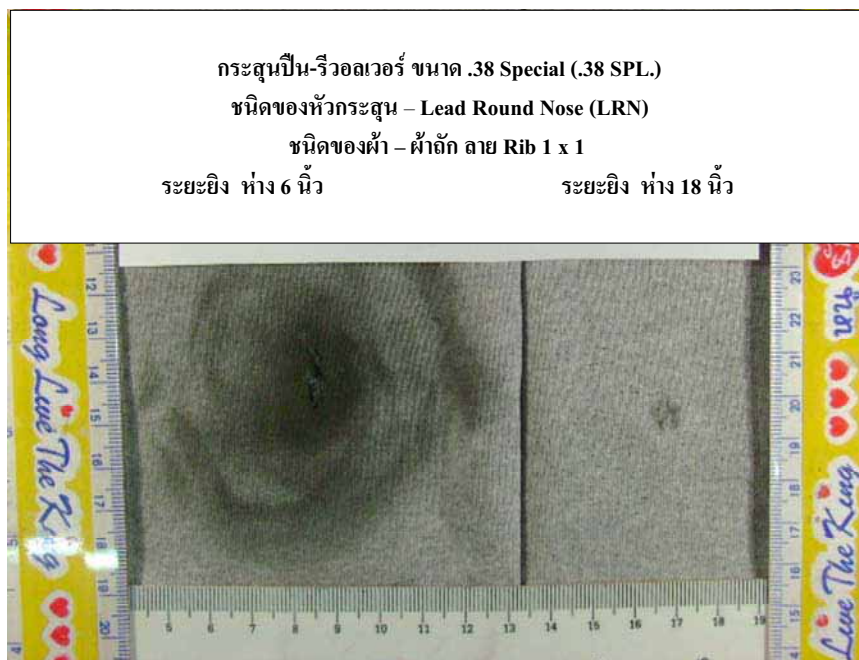
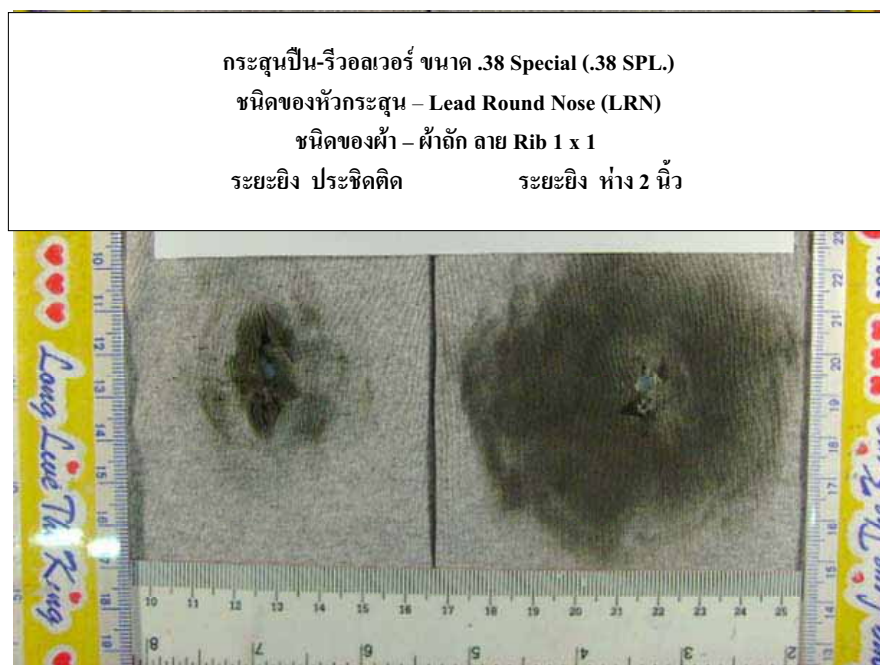
ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.5	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.5	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.5	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.0	-	-	-
	ความยาว	4.0	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.5	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.17 ซ.ม. และ ยาว 4.17 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ตารางบันทึกผลลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง (ต่อ)

ตารางที่ 92 บันทึกผลลักษณะของรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง ที่ยิงด้วยกระสุนปืน
ขนาด 9 มม. Luger JHP จากอาวุธปืนกึ่งออโตแมติก

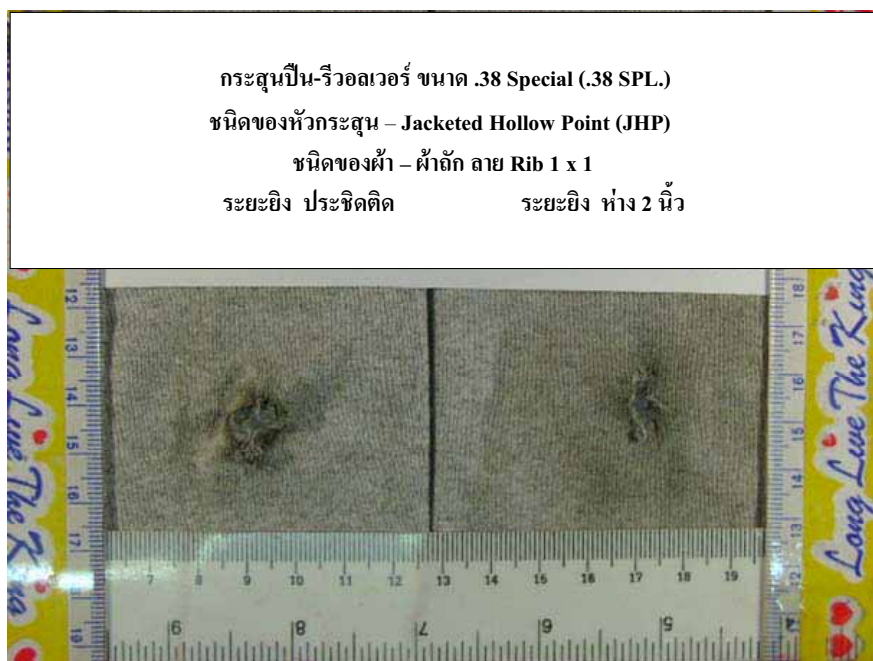
ครั้งที่ ยิง	ลักษณะและขนาด รอยฉีกขาด (ซ.ม.)	ระยะยิง			
		ประชิดติด	ห่าง 2 นิ้ว	ห่าง 6 นิ้ว	ห่าง 18 นิ้ว
1	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.8	0.5
2	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.8	0.5
3	รูปร่างลักษณะ	เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
	ความกว้าง	1.0	-	-	-
	ความยาว	4.5	-	-	-
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	-	0.8	0.8	0.5
ค่าเฉลี่ย					
รูปร่างลักษณะ		เส้นตรง	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม	รูค่อนข้างกลม
ขนาดเฉลี่ย		กว้าง 1.33 ซ.ม. และ ยาว 4.33 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 ซ.ม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ซ.ม.
คิดเป็นร้อยละ		100	100	100	100

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าฉีกลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง

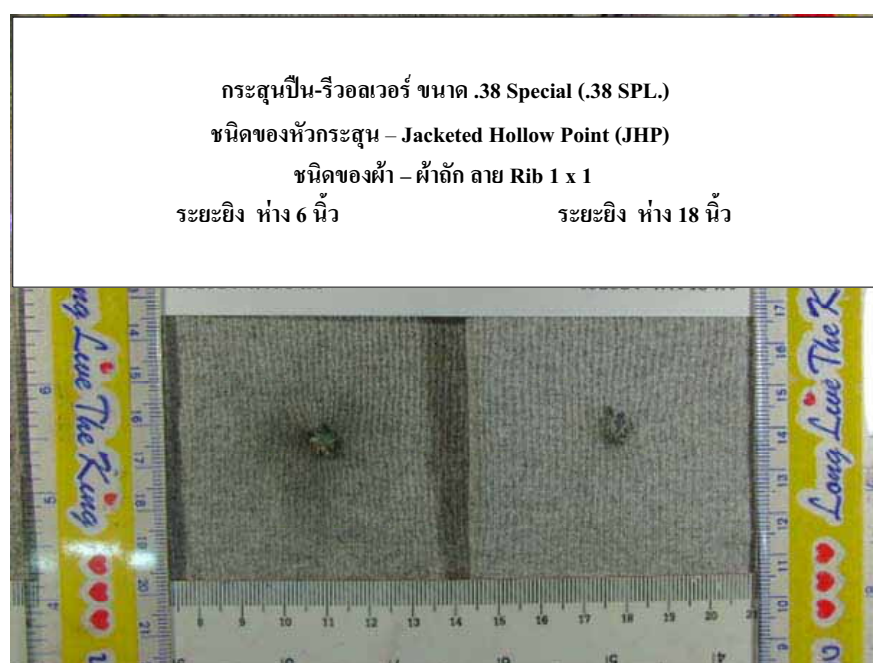


ภาพที่ 69 แสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่างจากการถูกยิงด้วยกระสุนปืนต่าง ๆ (a-b) กระสุนปืนขนาด .38 Special LRN (c-d) กระสุนปืนขนาด .38 Special JHP (e-f) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger FMJ (g-h) กระสุนปืนขนาด 9 มม. Luger JHP

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง (ต่อ)



(c)



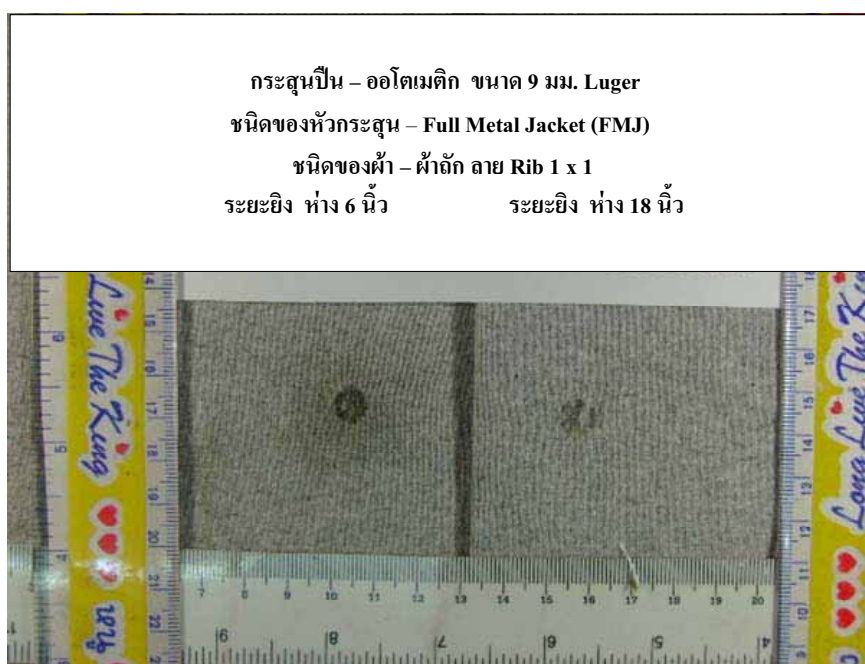
(d)

ภาพที่ 69 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง (ต่อ)



(e)



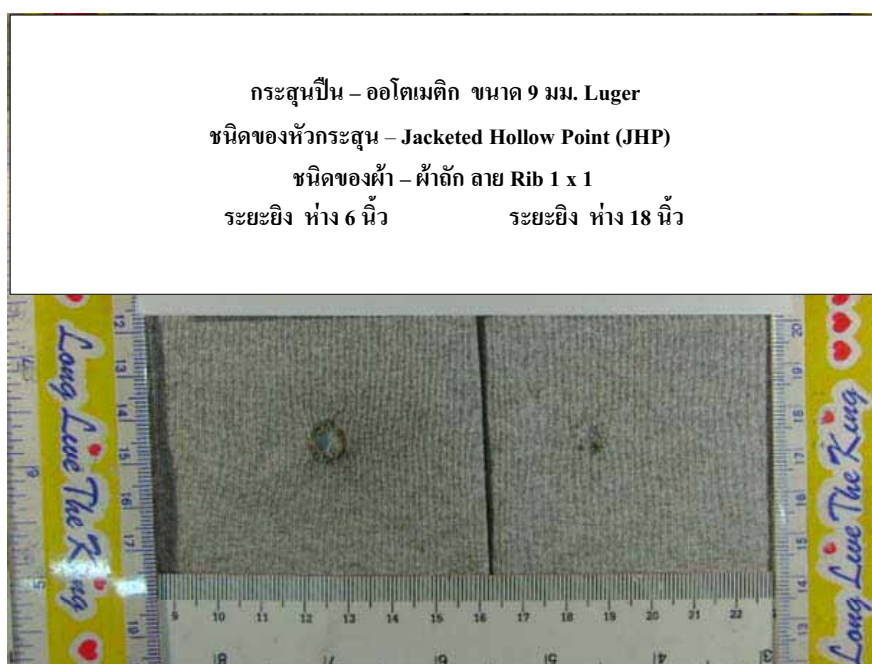
(f)

ภาพที่ 69 (ต่อ)

ภาพแสดงลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าถักลาย Rib 1 x 1 ตัวอย่าง (ต่อ)



(g)

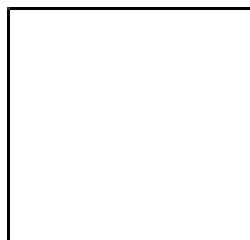


(h)

ภาพที่ 69 (ต่อ)

ภาคผนวก ข.
ผ้าตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

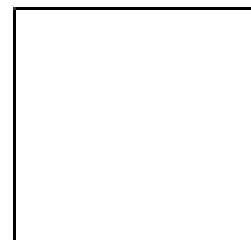
ผ้าตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง



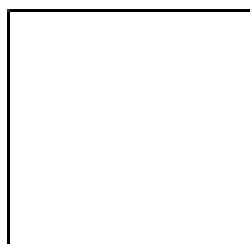
ผ้าชนิดที่ 1
ผ้าไหม



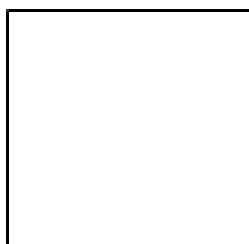
ผ้าชนิดที่ 2
ผ้ายีนส์



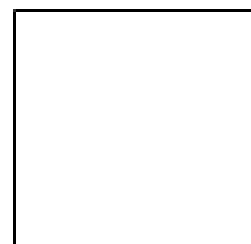
ผ้าชนิดที่ 3
ผ้าทีอาร์



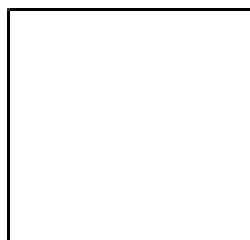
ผ้าชนิดที่ 4
ผ้าลูกฟูก



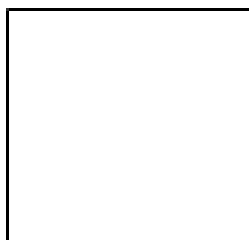
ผ้าชนิดที่ 5
ผ้าร่ม



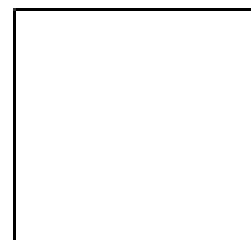
ผ้าชนิดที่ 6
ผ้าอึกลาย Pique Lycra



ผ้าชนิดที่ 7
ผ้าอึกลาย Pique



ผ้าชนิดที่ 8
ผ้าอึกลาย Jersey mesh



ผ้าชนิดที่ 9
ผ้าอึกลาย Rib 1 x 1

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ที่อยู่	ว่าที่ร้อยตรีอังกูร์ จันทรมิชัย 412 หมู่ 1 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 โทรศัพท์ (034) 353102
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทย์ - คณิต จากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
พ.ศ. 2549	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
พ.ศ. 2552	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร