

การศึกษาปริมาณธาตุจากเขม่าปืนที่ติดอยู่บนถุงมือ ภายหลังจากการยิงปืนที่ระยะเวลาต่างกัน ด้วยเครื่อง SEM*

A study of Sb, Ba, and Pb in Gun short residue (GSR) on gloves after different time shooting by Scanning Electron Microscope (SEM)

กำชัย ศรีธรรม**

บทคัดย่อ

ภายหลังจากการยิงปืนจะเกิดคราบเขม่าปืน อันเกิดจากการรวมตัวกันของธาตุ Pb, Sb, Ba ซึ่งใช้เป็นหลักฐานในการตามหาผู้กระทำผิด เนื่องจากธาตุทั้ง 3 ชนิด จะอยู่ในแก๊สปืน (Primer) อันเป็นส่วนประกอบของกระสุนปืน เมื่อเกิดการยิงปืนในส่วนนี้จะเกิดลูกไหม้ไปยังดินปืน ทำให้เกิดการระเบิด ที่อุณหภูมิสูงแตกต่างกัน เกิดการรวมตัวของธาตุ และใช้กล้องจุลทรรศน์ SEM ในการตรวจสอบ จะปรากฏให้เห็นเป็นเม็ดอนุภาค

การจัดเก็บคราบเขม่าปืน เพื่อทำการตรวจพิสูจน์ ด้วยชุด Stub ซึ่งเป็นแผ่นคาร์บอนกาวเหนียว ให้สัมผัสในตำแหน่งที่คราบเขม่าปืนจะปลิวไปติดภายหลังจากการยิงปืน เช่น หลังมือ แขน ใบหน้า หรือ เสื้อผ้าโดยปกติจะทำการจัดเก็บผู้ต้องสงสัย สำหรับคนเป็นไม่เกิน 12 ชั่วโมง และคนตายไม่เกิน 24 ชั่วโมง ทำให้หลายคดีที่ผ่านการยิงปืนมานาน ไม่ได้จัดเก็บวัตถุพยานมาเพื่อทำการตรวจพิสูจน์ ด้วยเข้าใจว่า อนุภาคของธาตุที่เกิดภายหลังจากการยิงปืน จะถูกทำลายไป

การศึกษานี้ใช้กระสุน 3 ขนาด คือ 9 มม. , .45 และ กระสุนปืนลูกซอง ขนาด เกจ 12 และใช้ช่วงเวลาในการศึกษา คือ 1 เดือน , 6 เดือน และ 1 ปี เพื่อต้องการทราบว่า เวลาที่แตกต่างกันและขนาดของกระสุนปืน จะมีผลต่อการตรวจพบอนุภาคของธาตุโลหะภายหลังจากการยิงปืน โดยการใช้อุปกรณ์ SEM ในการตรวจพิสูจน์

Abstract

Gun Shot Residues (GSR) particularly results from the discharging cartridge primer compound of firearm, composed of soot and major elements of Lead (Pb), Barium (Ba) and Antimony (Sb). Those three elements are significantly used as a forensic evidence in connecting the firearm to the culprits, establishing the identity of the shooter and in some cases may help in eliminating an innocent people from the scenes. The commonly method used for the detection of the GSR particles is the Scanning

* การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาว่า ที่ระยะเวลา 1 ปีจะยังตรวจพบคราบเขม่าปืน(GSR) หรือไม่เพื่อใช้เป็นสิ่งยืนยันในการนำวัตถุพยานส่งตรวจ

** นิตติวิทยาศาสตร์ ม.ศิลปากร รหัส 52312302 เบอร์โทร 0859204143. Sritham.k@gmail.com. ที่ปรึกษา รศ. พ.ต.อ. สันต์ สุขวัจน์

Electron Microscope (SEM) with the advantage in able to reveal the actual morphology of the particles examined.

Since the Gunshot residue may be found on the skin or clothing of the person who fired the gun, from the entrance wound of a victim, or on other target materials at the scenes, the best and easiest method used to collect the GSR particles is an adhesive carbon lifter called STUB. The criteria necessary for reporting a positive GSR result recommended collecting within 12 hours for alive and within 24 hours for deceases.

This study determined whether the different of time duration and sizes of bullet effected to the analysis of GSR particle using SEM. In this study 3 sizes of bullets; 9 mm., .45 and shotgun bullet 12 gauge and 3 duration of the time; 1 year , 6 month and 1 month were used for the analysis.

บทนำ

เมื่อเกิดการยิงปืน จะเกิดคราบเขม่าปืนขึ้น ซึ่งเกิดจากการการระเบิดในส่วนของแก๊บปืน (Primer) อันเป็นส่วนประกอบของกระสุนปืน โดยในส่วนของคราบเขม่าปืนนี้ จะใช้เป็นหลักฐาน เพื่อยืนยันผู้ต้องสงสัยว่าเป็นผู้กระทำความผิดหรือไม่ เนื่องจากในคราบเขม่าปืน จะประกอบไปด้วยธาตุจำพวกแอนติโมนี (Sb), แบเรียม (Ba) และตะกั่ว (Pb) ซึ่งเป็นธาตุโลหะสำคัญที่เกิดภายหลังจากการยิงปืน โดยจะรวมตัวกันเกิดเป็นเม็ดอนุภาคปลิวติดไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น หลังมือ แขน ใบหน้า หรือเสื้อผ้า ซึ่งต้องใช้ชุดจัดเก็บแบบสำเร็จรูป คือ ชุด Stub ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นกาวเหนียวนำไปแตะสัมผัสในส่วนสำคัญที่คาดว่าคราบเขม่าปืนจะปลิวไปติด และต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ให้ง่าล้งขยายสูงในการตรวจพิสูจน์ คือ Scanning Electron Microscope (SEM) ในการตรวจพิสูจน์ แต่เดิมนั้นใช้ก้านพันสำลีชุบกรดไนตริกเข้มข้น 5% (HNO₃) เช็ดที่มีผู้ต้องสงสัย และ ใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (ICP-MS) ในการตรวจพิสูจน์ ซึ่งวิธีการตรวจพิสูจน์โดยใช้เครื่อง SEM เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับ และเป็นมาตรฐานสากล อีกทั้ง ชุดเก็บ Stub ก็สะดวกต่อการใช้งาน และง่ายต่อการจัดเก็บตัวอย่าง [1]

ตามหลักการจัดเก็บคราบเขม่าปืน จะกระทำการจัดเก็บคราบเขม่าปืนที่บริเวณมือ ภายหลังจากการยิงปืน สำหรับคนเป็นไม่เกิน 12 ชั่วโมง และในคนตายไม่เกิน 24 ชั่วโมง ทำให้มีอยู่หลายคดีที่ผู้ต้องสงสัยก่อเหตุมาแล้วเป็นเวลานานนับปี โดยพบเสื้อผ้าสิ่งของที่ใช้ในวันก่อเหตุ หรือแม้แต่ภายในบริเวณรถยนต์ที่ผู้ต้องสงสัยนำไปใช้ในการก่อเหตุ ก็ได้ให้นำวัตถุพยานเหล่านั้นจัดเก็บด้วยชุด Stub แล้วไปตรวจพิสูจน์ด้วย SEM แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยคาดว่าคราบเขม่าปืนอันมีธาตุโลหะสำคัญภายหลังจากการยิงปืน ผสมรวมอยู่สู่สูญสลายไป

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กระสุน 3 ขนาดคือ 9 มม., .45 และกระสุนปืนลูกซอง ขนาดเกจ 12 เนื่องจากในปัจจุบัน กระสุนปืนที่ใช้ในการก่อเหตุมีมากมาย หลายชนิดหลายยี่ห้อ และหลายขนาด

การศึกษาในกระสุนปืนหลายขนาด ก็เพื่อต้องการทราบว่าด้วยขนาดกระสุนปืนที่แตกต่างกันจะพบอนุภาค ภายหลังจากการยิงปืนแตกต่างกันหรือไม่ และขอบเขตเวลาที่ทำการศึกษาวิจัยนานสูงสุด 1 ปี เพื่อต้องการสร้างความเชื่อมั่นในการจัดเก็บวัตถุพยานคราบเขม่าปืนด้วยชุด Stub ส่งตรวจว่า ยังพบอนุภาคของธาตุที่เกิด ภายหลังจากการยิงปืน จากการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้เป็นการใช้กระสุนปืนที่เป็นที่นิยม และมีจำหน่ายในกลุ่ม ที่นิยมยิงปืน ผลที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Hsien- Hui Meng และคณะ (2007) ที่ทำการทดลอง หาธาตุโลหะสำคัญ ที่เกิดภายหลังจากการยิงปืนในกระสุนที่หาซื้อได้ง่าย หรือพบบ่อยในประเทศไต้หวัน โดยพบองค์ประกอบของธาตุทั้ง 3 ธาตุ คือ Pb, Sb และ Ba อีกทั้งยังมีรูปพรรณสัณฐาน (Morphology) เป็นเอกลักษณ์แบบทรงกลม [7]

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาว่า ที่ระยะเวลาสูงสุด 1 ปี , 6 เดือน และ 1 เดือน จะตรวจพบอนุภาคของคราบเขม่าปืน (GSR) หรือไม่ มากน้อยเพียงใด จากการยิงปืนด้วยกระสุนขนาด 9 มม. , . 45 และ กระสุนปืนลูกซองขนาดเกจ 12 จากการยิงปืนซ้ำจำนวนขนาดละ 3 นัด โดยทำการสวมถุงมือผ้า ขาวชนิด เนื้อผ้า Cotton เพื่อทดแทนการสวมเสื้อผ้า หรือแขนเสื้อ ซึ่งคราบเขม่าปืนที่เกิดภายหลังจาก การยิงปืนจะปลิวไปติดตามบริเวณหลังมือ แขนเสื้อใบบน หรือเสื้อผ้าของผู้ยิง

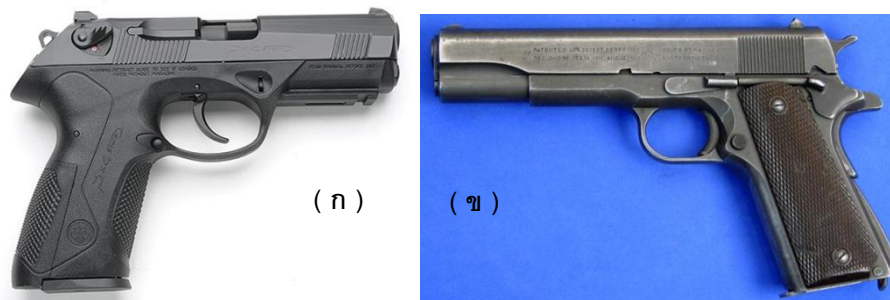
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDX)



ภาพที่ 1 ภาพเครื่อง SEM รุ่น EVO50

2. ปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. ยี่ห้อ Beretta รุ่น PX4 ขนาดลำกล้อง 4 นิ้ว, ปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ขนาด .45 ยี่ห้อ Colt รุ่น 1911 A1 ขนาดลำกล้อง 5 นิ้ว และปืนลูกซองขนาด เกจ 12



ภาพที่ 2 ภาพปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม.ยี่ห้อ Beretta รุ่น PX4 (ก), ปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ขนาด .45 ยี่ห้อ Colt รุ่น 1911 A1 (ข)



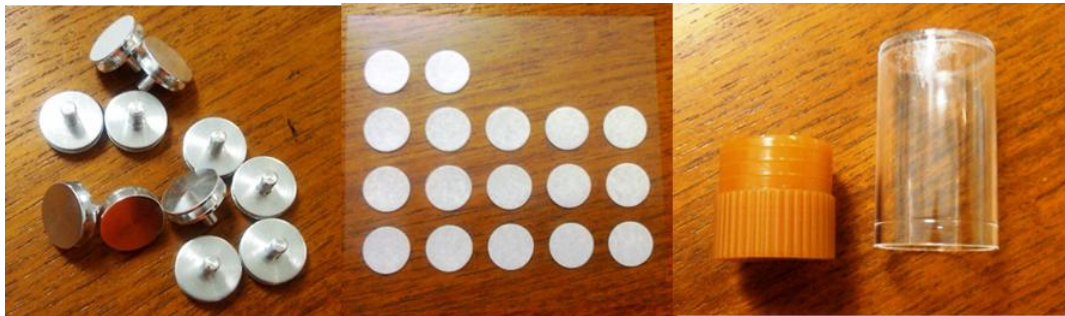
ภาพที่ 3 ภาพปืนลูกซองขนาดเกจ 12 [11]

3. กระสุนปืน ขนาด 9 มม., ขนาด .45 Automatic Colt Pistol (ACP) และกระสุนปืนลูกซองขนาด เกจ 12 ยี่ห้อ Winchester



ภาพที่ 4 ภาพกระสุนขนาด 9 มม.(ก), .45 ACP(ข) และลูกซอง เกจ 12 (ค) [10]

4. ชุดเก็บคราบเขม่าปืน (GSR), Stub Kit (แท่นโลหะ(ก), แผ่นสติ๊กเกอร์ Carbon(ข) ,ตลับจัดเก็บพลาสติก (ค))



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของชุดเก็บคราบเขม่าป็นชนิดแผ่นกาวเหนียว (Stub)

5. ถุงมือผ้าขาว เนื้อผ้า Cotton



ภาพที่ 6 ภาพถุงมือผ้าขาว เนื้อผ้า Cotton

6. ถังยิงเก็บปลอกและหัวกระสุนชนิดบรรจุ Kevlar fibers



ภาพที่ 7 ถังยิงเก็บปลอก, หัวกระสุน ชนิดบรรจุ Kevlar fibers

วิธีการทดลอง

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ สถานที่ รวมทั้งกระสุนปืน 3 ขนาด คือ 9 มม., . 45 และกระสุนปืนลูกซองขนาดเกจ 12 จำนวนขนาดละ 3 นัด และอาวุธปืนทั้ง 3 ขนาด ตามกระสุนปืนที่ใช้
2. สวมถุงมือผ้าขาวชนิด Cotton ก่อนการยิงปืน
3. ทำการยิงปืนเข้าถึงยิงเก็บปลอกและหัวกระสุนชนิดบรรจุ Kevlar fibers (ในส่วนของอาวุธปืน ลูกซอง ทำการยิงเข้าหาเป้าหมายในห้องยิงปืน) ทำการยิงซ้ำ 3 นัด ในปืนแต่ละขนาดในแต่ละช่วงเวลา (ในแต่ละนัดให้เปลี่ยนถุงมือผ้าทุกครั้ง) ดังภาพที่ 8
4. จัดเก็บถุงมือผ้าขาวไว้ในถุงกระดาษสำหรับจัดเก็บวัตถุพยาน ดังภาพที่ 9
5. เมื่อครบกำหนดเวลาภายหลังการยิงปืน คือ 1 ปี , 6 เดือน และ 1 เดือน ให้นำถุงมือผ้าขาวมาจัดเก็บคราบเขม่าปืน ด้วยชุด Stub ดังภาพที่ 10
6. นำชุด Stub ที่จัดเก็บเข้าตรวจด้วยเครื่อง SEM รุ่น EVO50
7. นำผลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for Social Science) V.

11.5



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการยิงปืนเข้าถึงชนิดบรรจุ Kevlar fibers



ภาพที่ 9 ตัวอย่างถุงมือผ้าขาวที่จัดเก็บในถุงกระดาษ



ภาพที่ 10 ตัวอย่าง Stub ที่เก็บจากถุงมือผ้า Cotton

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสวมถุงมือผ้าชาวชนิดเนื้อผ้า Cotton เพื่อทดแทนการสวมเสื้อผ้าหรือแขนเสื้อ ซึ่งคราบเขม่าป็นที่เกิดภายหลังจากการยิงปืนจะปลิวไปติดตามบริเวณหลังมือ แขนเสื้อ ใบหน้า หรือ เสื้อผ้าของผู้ยิง

และในปัจจุบันการจัดเก็บคราบเขม่าป็นในผู้ต้องสงสัยนิยมใช้ชุด Stub ในการจัดเก็บตัวอย่าง เนื่องจากชุดจัดเก็บดังกล่าวสะดวกในการพกพา ใช้งานและมีความปลอดภัยต่อการปนเปื้อนในการจัดเก็บ สำหรับการตรวจพิสูจน์สูง เนื่องจากมีฝาพลาสติกครอบปิดแผ่นกาวคาร์บอน

ภายหลังจากนำชุด Stub เข้าวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM/EDX รุ่น EVO50 โดยใช้ โปรแกรม GENESIS 2 ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้หลักการการวิเคราะห์ อ้างอิงตาม ASTM International (American Society for Testing and Materials) ซึ่งเป็นองค์กรสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและการทำงานของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ และ ระบบการใช้งาน ซึ่งได้รับการยอมรับทั่วโลก

การวิจัยครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for Social Science) เวอร์ชัน 11.5 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงพหุ ด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ในมาตรฐานการตรวจพิสูจน์ว่าเป็นอนุภาคที่เกิดภายหลังจากการยิงปืนหรือไม่นั้น เครื่อง SEM จะทำการวิเคราะห์แบบ Auto - Run ในขั้นตอนแรก โดยจะทำการวิเคราะห์รูปพรรณสัณฐาน พร้อมทั้งองค์ประกอบของธาตุ ไปในเวลาเดียวกัน แต่ในขั้นตอนสุดท้าย ผู้เชี่ยวชาญต้องทำการตรวจสอบรูปพรรณสัณฐาน พร้อมทั้งองค์ประกอบของธาตุด้วยตัวของผู้เชี่ยวชาญเอง โดยจะต้องพบเม็ดอนุภาค 3 อนุภาคขึ้นไป ถึงจะยอมรับได้ว่าเป็นตัวอย่างของ Stub ที่จัดเก็บมาจากสิ่งส่งตรวจ ที่เกี่ยวข้องกับการยิงปืน

```

Stub Stub01 No01
Starting Time:      09:06   08-23-2011
Ending Time:       09:45   08-23-2011
Video thresholds:  130-255
Particle Analyzed: 90
Area covered (sq.mm): 31.33
Stub % covered:   27.71

Class ClassName      Analyzed Avg.Diam(um) Part/sq.mm
1 3 Comp              4         1.38         0.1
2 2 Comp Sb Ba       1         2.22         0.0
3 2 Comp Sb Pb       2         1.40         0.1
4 2 Comp Ba Pb       3         1.80         0.1
   Unclassified      80        2.79         2.55

```

ภาพที่ 11 ตัวอย่างผลการตรวจพิสูจน์ด้วยเครื่อง SEM

ตารางที่ 1 จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุน

| ขนาดของกระสุน | จำนวนอนุภาค | | ลำดับที่ |
|-----------------------|-------------|-------|----------|
| | \bar{x} | S.D. | |
| กระสุนขนาด 9 มม. | 9.11 | 1.616 | 1 |
| กระสุนขนาด .45 | 4.78 | 2.863 | 2 |
| กระสุนปืนลูกซองเกจ 12 | 1.56 | 1.236 | 3 |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 5.15 | 3.708 | |

หมายเหตุ อนุภาคจำนวน 3 ธาตุ คือ Pb, Sb และ Ba

จากตารางที่ 1 เมื่อทดสอบหาจำนวนอนุภาคเฉลี่ย จำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุนพบว่า กระสุนขนาด 9 มม. พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x} = 9.11$) รองลงมาคือ กระสุนขนาด .45 ($\bar{x} = 4.78$) และ กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 ($\bar{x} = 1.56$) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุน

| ขนาดของกระสุน | จำนวนอนุภาค | | ลำดับที่ |
|-----------------------|-------------|-------|----------|
| | \bar{x} | S.D. | |
| กระสุนขนาด 9 มม. | 7.89 | 1.364 | 1 |
| กระสุนขนาด .45 | 6.33 | 3.202 | 2 |
| กระสุนปืนลูกซองเกจ 12 | 4.22 | 2.682 | 3 |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 6.15 | 2.878 | |

หมายเหตุ อนุภาคจำนวน 2 ธาตุ คือ Pb และ Sb, Pb และ Ba, Sb และ Ba

จากตารางที่ 2 เมื่อทดสอบหาจำนวนอนุภาคเฉลี่ย จำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุนพบว่า กระสุนขนาด 9 มม. พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x} = 7.89$) รองลงมาคือ กระสุนขนาด .45 ($\bar{x} = 6.33$) และ กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 ($\bar{x} = 4.22$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามระยะเวลา

| ระยะเวลา | จำนวนอนุภาค | | ลำดับที่ |
|--------------|-------------|-------|----------|
| | \bar{x} | S.D. | |
| 1 เดือน | 4.67 | 3.742 | 3 |
| 6 เดือน | 4.78 | 4.024 | 2 |
| 12 เดือน | 6.00 | 3.640 | 1 |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 5.15 | 3.708 | |

หมายเหตุ อนุภาคจำนวน 3 ธาตุ คือ Pb, Sb และ Ba

จากตารางที่ 3 เมื่อทดสอบหาจำนวนอนุภาคเฉลี่ย ที่พบอนุภาคจำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามระยะเวลาพบว่า ระยะเวลา 12 เดือน พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x} = 6.00$) รองลงมาคือ ระยะเวลา 6 เดือน ($\bar{x} = 4.78$) และ ระยะเวลา 1 เดือน ($\bar{x} = 4.67$) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามระยะเวลา

| ระยะเวลา | จำนวนอนุภาค | | ลำดับที่ |
|--------------|-------------|-------|----------|
| | \bar{x} | S.D. | |
| 1 เดือน | 5.89 | 2.472 | 2 |
| 6 เดือน | 5.00 | 2.872 | 3 |
| 12 เดือน | 7.56 | 2.963 | 1 |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 6.15 | 2.878 | |

หมายเหตุ อนุภาคจำนวน 2 ธาตุ คือ Pb และ Sb, Pb และ Ba, Sb และ Ba

จากตารางที่ 4 เมื่อทดสอบหาจำนวนอนุภาคเฉลี่ย ที่พบอนุภาคจำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามระยะเวลาพบว่า ระยะเวลา 12 เดือน พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x} = 7.56$) รองลงมาคือ ระยะเวลา 1 เดือน ($\bar{x} = 5.89$) และ ระยะเวลา 6 เดือน ($\bar{x} = 5.00$) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การทดสอบสมมติฐานตามจำนวนอนุภาคที่พบจำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามขนาดของ กระสุนและระยะเวลา

| Source | d.f. | SS | MS | F | Sig. |
|------------------------|------|---------|---------|--------|-------|
| ขนาดของกระสุน | 2 | 258.741 | 129.370 | 29.855 | .000* |
| ระยะเวลา | 2 | 9.852 | 4.926 | 1.137 | .343 |
| ขนาดของกระสุน*ระยะเวลา | 4 | 10.815 | 2.704 | .624 | .651 |
| Error | 18 | 78.000 | 4.333 | | |
| Total | 26 | 357.407 | | | |

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 การทดสอบสมมติฐานของจำนวนอนุภาคที่พบจำนวน 3 ธาตุตามตัวแปรต้น ทั้ง 2 ปัจจัย ได้แก่ ขนาดของกระสุน และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง พบว่า เมื่อทดสอบอิทธิพลร่วมกันของปัจจัยทั้ง 2 ตัว พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ตัวแปรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .651)

เมื่อทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลักได้แก่

1. ขนาดของกระสุน พบว่าขนาดของกระสุนที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนอนุภาคโดยเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .000)

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .343)

สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำแนกตามขนาดของกระสุนจะแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนอนุภาค จำแนกตามขนาดของกระสุน

| ขนาดของกระสุน | จำนวนอนุภาค | |
|------------------------|-------------------|-------|
| | \bar{x} | S.D. |
| กระสุนขนาด 9 มม. | 9.11 ^a | 1.616 |
| กระสุนขนาด .45 | 4.78 ^b | 2.863 |
| กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 | 1.56 ^c | 1.236 |

จากตารางที่ 6 พบว่า เมื่อทดสอบเปรียบเทียบจำนวนอนุภาคเฉลี่ย จำแนกตามขนาดของกระสุน พบว่า กระสุนขนาด 9 มม. พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุดและให้ผลแตกต่างกับ กระสุนขนาด .45 และ กระสุนปืนลูกซองเกจ 12 ส่วนกระสุนขนาด .45 ก็ให้ผลแตกต่างกับ กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 เช่นกัน

ตารางที่ 7 การทดสอบสมมติฐานตามจำนวนอนุภาคที่พบจำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุนและระยะเวลา

| Source | d.f. | SS | MS | F | Sig. |
|------------------------|------|---------|--------|-------|-------|
| ขนาดของกระสุน | 2 | 60.963 | 30.481 | 5.242 | .016* |
| ระยะเวลา | 2 | 30.296 | 15.148 | 2.605 | .101 |
| ขนาดของกระสุน*ระยะเวลา | 4 | 19.481 | 4.870 | .838 | .519 |
| Error | 18 | 104.667 | 5.815 | | |
| Total | 26 | 215.407 | | | |

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 7 การทดสอบสมมติฐานของจำนวนอนุภาคที่พบจำนวน 2 ธาตุตามตัวแปรต้น ทั้ง 2 ปัจจัย ได้แก่ ขนาดของกระสุน และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง พบว่า เมื่อทดสอบอิทธิพลร่วมกันของปัจจัยทั้ง 2 ตัว พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ตัวแปรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .519)

เมื่อทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลักได้แก่

1. ขนาดของกระสุน พบว่าขนาดของกระสุนที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนอนุภาคโดยเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .016)

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .101)

สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำแนกตามขนาดของกระสุนจะแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนอนุภาค จำแนกตามขนาดของกระสุน

| ขนาดของกระสุน | จำนวนอนุภาค | |
|------------------------|--------------------|-------|
| | \bar{x} | S.D. |
| กระสุนขนาด 9 มม. | 7.89 ^a | 1.364 |
| กระสุนขนาด .45 | 6.33 ^{ab} | 3.202 |
| กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 | 4.22 ^b | 2.682 |

จากตารางที่ 8 พบว่า เมื่อทดสอบเปรียบเทียบจำนวนอนุภาคเฉลี่ย จำแนกตามขนาดของกระสุน พบว่า กระสุนขนาด 9 มม. พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุดและไม่แตกต่างกับ กระสุนขนาด .45 แต่ให้ผลแตกต่างกระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 ส่วนกระสุนขนาด .45 ให้ผลไม่แตกต่างกับ กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12

การอภิปรายผล

1. จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุน พบว่า กระสุนขนาด 9 มม. พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด (\bar{x} = 9.11) รองลงมาคือ กระสุนขนาด .45 (\bar{x} = 4.78) และ กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 (\bar{x} = 1.56) ตามลำดับ

2. จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามขนาดของกระสุน พบว่า กระสุนขนาด 9 มม. พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด (\bar{x} = 7.89) รองลงมาคือ กระสุนขนาด .45 (\bar{x} = 6.33) และ กระสุนปืนลูกซอง เกจ 12 (\bar{x} = 4.22) ตามลำดับ

3. จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 3 ธาตุ จำแนกตามระยะเวลาพบว่า ระยะเวลา 12 เดือน พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด (\bar{x} = 6.00) รองลงมาคือ ระยะเวลา 6 เดือน (\bar{x} = 4.78) และ ระยะเวลา 1 เดือน (\bar{x} = 4.67) ตามลำดับ

4. จำนวนอนุภาคเฉลี่ยที่พบจำนวน 2 ธาตุ จำแนกตามระยะเวลาพบว่า ระยะเวลา 12 เดือน พบจำนวนอนุภาคเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 7.56$) รองลงมาคือ ระยะเวลา 1 เดือน ($\bar{X} = 5.89$) และ ระยะเวลา 6 เดือน ($\bar{X} = 5.00$) ตามลำดับ

เมื่อทดสอบอทิพิพลร่วมกันระหว่างปัจจัย 2 ตัว การทดสอบสมมติฐานของจำนวนอนุภาคที่พบจำนวน 3 ธาตุตามตัวแปรต้น ทั้ง 2 ปัจจัย ได้แก่ ขนาดของกระสุน และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองพบว่า เมื่อทดสอบอทิพิพลร่วมกันของปัจจัยทั้ง 2 ตัว พบว่า ไม่มีอทิพิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ตัว แปร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .651)

เมื่อทดสอบอทิพิพลของปัจจัยหลักได้แก่

1. ขนาดของกระสุน พบว่าขนาดของกระสุนที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนอนุภาคโดยเฉลี่ย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .000)

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (sig. = .343)

จากผลการวิจัย ผลที่ได้ทำให้ทราบถึงที่ระยะเวลา 1 ปี ภายหลังจากการยิงปืน ยังสามารถตรวจพบอนุภาคของคราบเขม่าปืน (GSR) และจากการที่ระยะเวลา 1 ปี ตรวจพบจำนวนอนุภาคมากที่สุดในการวิจัย ซึ่งที่ระยะเวลา 1 เดือน น่าจะพบจำนวนอนุภาคเขม่าปืนมากที่สุด เนื่องจากระยะเวลาสั้นที่สุด เป็นผลมาจากเนื้อผ้าของถุงมือขาว ที่อนุภาคอาจจมลงไปติดตามร่องเส้นใย ซึ่งเป็นผลมาจากการถักขึ้นรูป หรือด้วยคุณสมบัติของเนื้อผ้าเอง มีผลต่อการติดของแผ่นเทปกาว Carbon จากชุดเก็บ Stub ซึ่งหากอนุภาคจมลงไปใ้เนื้อผ้า ก็จะส่งผลต่อจำนวนอนุภาคที่ติดขึ้นมา

และจากผลการวิจัยในครั้งนี้ ตรวจพบเม็ดอนุภาคโดยเฉลี่ยมากที่สุด ในกระสุนปืนขนาด 9 มม. ซึ่งเป็นขนาดกระสุนปืนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และผลจากการวิจัยที่ได้ในครั้งนี้ เป็นการใ้ใช้กระสุนปืนที่เป็นที่นิยม และมีจำหน่ายในกลุ่ม ที่นิยมยิงปืน ผลที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Hsien- Hui Meng และคณะ(2007) ที่ทำการทดลองหาธาตุโลหะสำคัญที่เกิดภายหลังจากการยิงปืนในกระสุนที่หาซื้อได้ง่ายหรือ พบ่อยในประเทศไต้หวัน โดยพบองค์ประกอบของธาตุ ทั้ง 3 ธาตุ คือ Pb , Sb และ Ba อีกทั้งยังมีรูปพรรณสัณฐาน แบบทรงกลม [7]

จากผลการวิจัยที่ได้ เป็นข้อยืนยันว่า สามารถนำไปใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ ถึงแม้ว่าวัตถุพยานจะผ่านการยิงมาแล้ว 1 ปีก็ตาม แต่มีความจำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลดีเบื้องต้นก่อนการจัดเก็บด้วยชุด Stub ว่า ผู้ต้องสงสัยถนัดข้างใด ลักษณะท่าทาง ตำแหน่งในการยิง เนื่องจากหากนำชุด Stub ไปจัดเก็บผิดจุดหรือผิดตำแหน่งก็อาจจะทำให้แผ่นกาว Carbon ไม่ติดอนุภาคคราบเขม่าปืน ทำให้ตรวจไม่พบ ตลอดจนเสื้อผ้า หรือเนื้อผ้า ว่าเป็นลักษณะแบบใด เนื่องจากคุณสมบัติของเนื้อผ้าที่แตกต่างกัน ตลอดจนการขึ้นรูป ถักทอ สิ่งเหล่านี้มีผลต่อจำนวนเม็ดอนุภาคภายหลังจากการยิงปืนทั้งสิ้น

เอกสารอ้างอิง**ภาษาไทย**

ร้อยตำรวจเอก วิวัฒน์ ชินวร. “การวิเคราะห์เขม่าปืนด้วยเทคนิค SEM/EDX”. วิทยานิพนธ์สาขาวิชา
นิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2547

พล.ต.ท. อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และ คณะ. นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวน สอบสวน (Forensic
Science 2 for Crime Investigation). กรุงเทพฯ. 2544.

อรรชิตา ฮัสซันอาลี และเกศทิพย์ กรี่เงิน. “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสิ่งทอเบื้องต้น” ในเอกสารการสอนวิชา
ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใยเบื้องต้น สาขาวิชาผ้าและเครื่องแต่งกาย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช, 12.

ศรีนวล แก้วแพรง.(2550). ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัย
รามคำแหง, หน้า 4-16.

อัจฉราพร ไสละสูต.(2529.) ความรู้เรื่องผ้า. กรุงเทพฯ ฯ : ศูนย์หนังสือกรุงเทพฯ , หน้า239

ภาษาต่างประเทศ

ASTM International.(2007). Standard Guild for Gunshot Residue Analysis by Scanning
Electron Microscope / Energy Dispersive X-ray Spectrometry. United State.

Hsien- Hui Meng, Ph.D.; Hsei-Chang Lee, M. sc., (2007). Elemental analysis of primer
mixtures and gunshot residues from handgun cartridges commonly
encountered in Taiwan, Forensic Science Journal.

<http://www.authorjenniferchase.files.wordpress.com/2012/02/bullet.jpg>

<http://www.forensicevidence.net/Images/SbBa6.jpg>

<http://www.gun.in.th>

<http://www.gunsandgames.com>