



การวิเคราะห์เขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าแต่ละชนิด โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

Gunshot Residue Analysis on different clothes by Scanning Electron
Microscope/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDS)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ พลตำรวจโท ดร.ณรงค์ กุลนิเทศ*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์เขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าหลังการยิงว่ามีความคงอยู่ของเขม่าดินปืนมากน้อยเพียงใด อาวุธปืนที่ใช้ คือ เอ็ม16 เอ1 และกระสุนปืนขนาด 5.56 มม. การเก็บรวบรวมตัวอย่างหลังยิง 15 นาที และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การทดสอบเสื้อโพลีเอสเตอร์ แจ็คเก็ต เสื้อเชิ้ตและเสื้อยืด ก่อนและหลังการซัก ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM/EDS) ในการวัดปริมาณร้อยละของแบเรียม ตะกั่ว และพลวง

ผลการวิจัยพบว่า

1) การศึกษาเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าหลังการยิง และทำการทดสอบเสื้อผ้าก่อนและหลังการซัก พบว่าลักษณะโครงสร้างของเสื้อแจ็คเก็ตจะพบเขม่าดินปืนหลังซักมากที่สุด และโครงสร้างของเสื้อยืดจะพบปริมาณเขม่าดินปืนหลังซัคน้อยที่สุด

2) การเปรียบเทียบชนิดของเสื้อโพลีเอสเตอร์ แจ็คเก็ต เสื้อเชิ้ต และเสื้อยืด ที่ใช้ในการทดสอบเสื้อผ้าก่อนและหลังการซัก ในการวัดปริมาณร้อยละการลดลงของแบเรียม ตะกั่ว และพลวง จะพบว่าปริมาณเขม่าดินปืนของเสื้อแจ็คเก็ต ที่คงอยู่หลังการซักร้อยละมากที่สุด ร้อยละ 80.23 และจะพบปริมาณเขม่าดินปืนของเสื้อเชิ้ตที่คงอยู่หลังการซักร้อยละน้อยที่สุด ร้อยละ 18.15

ซึ่งผลการทดลองทั้งสองแบบนี้มีความสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตาม การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM/EDS) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการตรวจสอบการคงอยู่ของเขม่าดินปืนได้

คำสำคัญ : เขม่าดินปืน, เสื้อผ้า, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

*ประธานหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิตและวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



Abstract

The purposes of this research were to analyze the persistence of gunshot residue on clothing after shooting. The weapon used in this work was a M16A1 with 5.56 mm. ammunition. The samples of this study were collected after shooting 15 shot on different types of clothing: polo-shirt, jacket, shirt, and T-shirt before and after washing. The samples were analyzed by scanning electron microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDS) to measure amounts percentage of barium, lead and antimony.

The research findings were as follows:

1) The study of gunshot residue particles on clothing after shooting before and after washing. The gunshot residue on Jacket is most stable and structure, practical gunshot residue on T-shirt is least stable and structure.

2) The quantitative comparison of gunshot residue on various types of clothing before and after washing was investigated. The greatest amount of barium, lead and antimony that's still on jacket was 80.23%. The Smallest amount of gunshot residues was 18.15% that's on the shirt.

There is a correlation between the two set of results. However, The scanning electron microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDS) is an alternative method for the examination of the persistence of gunshot residue.

Keywords : Gunshot Residues (GSR), Clothes, Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDS)



1. หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ มีบทบาทในกระบวนการยุติธรรมมากขึ้นเนื่องจากพยานหลักฐานที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในทางกฎหมายจะถือว่าพยานหลักฐานเหล่านี้เป็นพยานหลักฐานอย่างหนึ่งที่จะสามารถนำเข้าสู่กระบวนการพิจารณาคดีในชั้นศาล หรือนำมาประกอบความเห็นในการระบุตัวผู้กระทำความผิด โดยการนำวัตถุพยานที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุหรือจากตัวผู้ต้องสงสัยมาทำการตรวจพิสูจน์เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจมีแนวทางในการสืบสวนสอบสวนทำให้สามารถดำเนินการจับกุมตัวผู้กระทำความผิดและลงโทษผู้กระทำความผิดได้ การประกอบอาชญากรรมของคนร้ายนั้นมักใช้อาวุธปืนในการกระทำความผิด ดังนั้นการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนจึงเป็นงานที่มีความสำคัญมากโดยเฉพาะการตรวจพิสูจน์หาคราบเขม่าที่เกิดจากการยิงปืน (Gunshot Residue, GSR) หรือสิ่งที่หลงเหลือจากการยิงปืน รูปแบบหรือส่วนประกอบทั้งหมด ที่พุ่งกระจาย ระบายออกมาจากการยิงของอาวุธปืนจากการศึกษาอนุภาคเขม่าดินปืนสามารถแบ่งประเภทของอนุภาคที่เกิดจากการยิงปืน ได้แก่ แบเรียม (Ba) ตะกั่ว (Pb) และพลวง (Sb) หากตรวจพบธาตุเหล่านี้พร้อมกันสามารถบอกได้แน่นอนว่ามีเขม่าดินปืน

ปี ค.ศ. 1991J. Andrasko และ S. Pettersso ได้ออกแบบอุปกรณ์อย่างง่ายสำหรับการเก็บตัวอย่างอนุภาคเขม่าดินปืนจากเสื้อผ้า ภายในถุงหรือกระเป่า และอื่น ๆ โดยใช้การดูดผ่านตัวกรองสองชั้นซึ่งทำจากที่ยึดตัวกรองแบบ Nucleopore Aerosol ต่อกับเครื่องดูดฝุ่นธรรมดา อนุภาคที่ถูกเก็บจะถูกนำมาทดสอบโดยใช้เครื่อง SEM ผลที่ได้เป็นที่พอใจซึ่งนำวิธีการนี้ไปใช้กับงานห้องปฏิบัติการ โดยได้ทำการทดลองการปนเปื้อนของอนุภาคเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้า ซึ่งข้อดีของวัตถุพยานที่เป็นเสื้อผ้า คือ สามารถใช้ในการค้นหาอนุภาคเขม่าดินปืน

ปี ค.ศ. 1995 A.Zeichner and N.Levin จากประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์อนุภาค GSR จากตัวอย่างที่มีมือ ผมและเสื้อผ้าในช่วงเวลา 6ปี (ค.ศ. 1989-1994) โดยการประเมินพบผลสำเร็จในการวิเคราะห์ตัวอย่างประมาณ 10% หลักเกณฑ์วิธีการเก็บตัวอย่างคือ จำนวนอนุภาคที่ตรวจพบต่อตัวอย่าง และได้อภิปรายปัญหาที่เป็นไปได้ของการปนเปื้อนในตัวอย่าง

ปี ค.ศ. 2003 A.Zeichner และคณะ ได้ดำเนินการทดลองเก็บเขม่าดินปืนจากเสื้อผ้าของผู้ยิง โดยเครื่องดูดและวิเคราะห์โดย Gas Chromatography/thermal energy (GC/TEA) , ion mobility spectrometry (IMS) , และ gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) โดยเขม่าดินปืน จะถูกเก็บบนไฟเบอร์กลาส (fiber glass) และตัวกรองเทฟลอน (Teflon filter) ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างแบบพกพา (portable vacuum sampler) ทั้งหมดต่อกับเครื่อง IMS ตัวทำลายหลายหลาย ๆ ตัวนำมาใช้เป็นตัวสกัด องค์ประกอบของดินขับ (propellant) จากตัวกรอง (Filter) สารสกัดนำไปหมუნเหวี่ยงและกรอง ทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการนำไประเหยเป็นไอและนำไปวิเคราะห์ โดยไม่มีขั้นตอนการทำความสะอาดเพิ่มเติม วิธีดำเนินการสำหรับการวิเคราะห์ของเขม่าดินปืนได้นำไปใช้จริง โดยตำรวจอิสราเอลในการวิเคราะห์ GSR บนเสื้อผ้า สำหรับวิธีการอื่นที่ได้พัฒนาขึ้นการเก็บบนเสื้อผ้า จะใช้สตั๊ดอลูมิเนียมที่ติดด้วยกาวสองหน้า (double-side adhesive coated aluminum stubs) ซึ่งเป็นการใช้เทปกาวสำหรับวิเคราะห์ GSR และตามด้วยการดูดเก็บอนุภาคสำหรับการตรวจสอบเขม่าดินปืน (propellant residue)

จากปัญหาและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยครั้งนี้จึงทำการตรวจหาเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าภายหลังการชก โดยทำการตรวจหาอนุภาคที่เกิดจากการยิงปืน และสามารถตรวจพบ

อนุภาคเหล่านี้ได้ คือ การตรวจหาแบเรียม (Ba) ตะกั่ว (Pb) และพลวง (Sb) โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: SEM/EDS) ดังนั้นการตรวจพิสูจน์คราบเขม่าที่เกิดจากการยิงปืนนั้นหากทำการตรวจด้วยวิธีที่เชื่อถือได้มีความจำเพาะเจาะจงและมีความแม่นยำสูงจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อกระบวนการยุติธรรมเนื่องจากเป็นหลักฐานทางวัตถุที่สำคัญนำไปสู่การจับกุมผู้กระทำความผิดมาลงโทษและทำให้ผู้ที่ไม่ได้กระทำความผิดพ้นจากมลทินข้อสงสัยในคดีที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดความยุติธรรมในสังคมต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาการคงอยู่ของเขม่าดินปืนภายหลังการยิงบนเสื้อผ้าชนิดต่างๆ
- 2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการคงอยู่ของเขม่าดินปืนภายหลังการยิงบนเสื้อผ้าก่อนซัก และหลังซักผ้า

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การตรวจหาการคงอยู่ของเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: SEM/EDS)

3.2 ยิงปืนโดยใช้อาวุธปืนเล็กยาว แบบเอ็ม 16 เอ 1 กระสุนปืนขนาด 5.56x 45 มม. จะทำการยิงปืนครั้งละ 15 นัด ต่อ 1 ตัวอย่าง

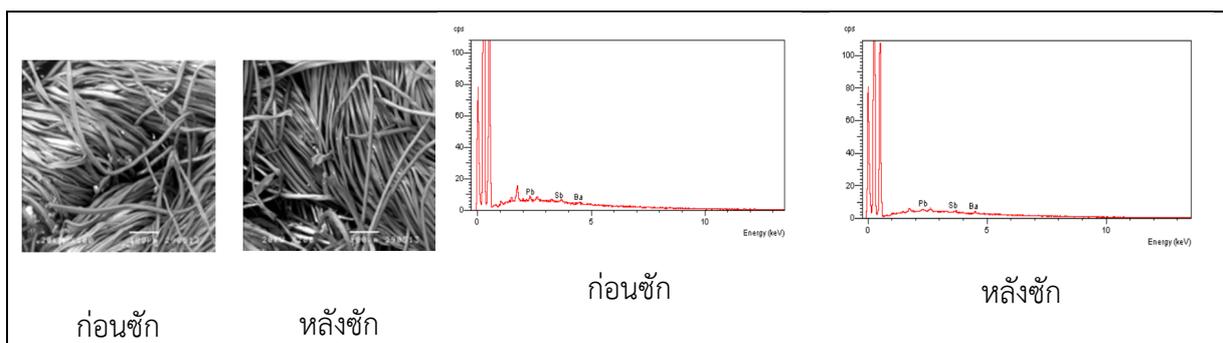
3.3 ทดลองยิงในตัวอย่างผ้าทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าโพลีเอสเตอร์ใช้ในการผลิตเสื้อโปโล ผ้าซาตินใช้ในการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ต ผ้าฝ้ายใช้ในการผลิตเสื้อยืด และผ้าไนลอนใช้ในการผลิตเสื้อเชิ้ต โดยจะทำการเก็บตัวอย่างซ้ำจำนวน 5 ครั้ง

4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์อนุภาคเขม่าดินปืน

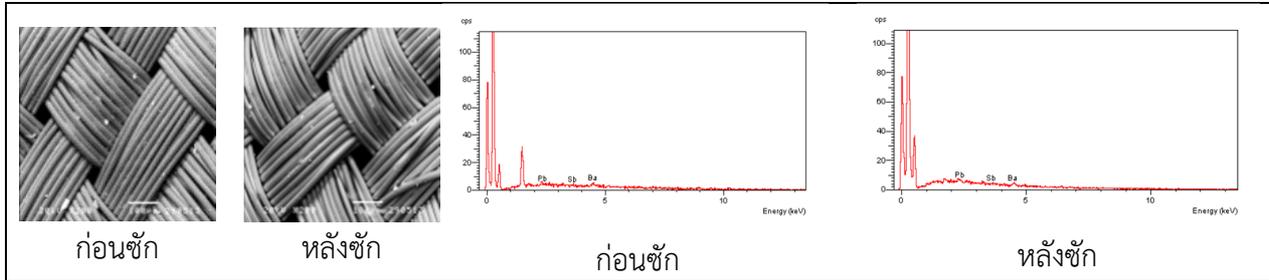
จากผลการวิเคราะห์ธาตุโลหะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในเขม่าดินปืน จากการเก็บตัวอย่างด้วยการตัดเนื้อผ้า และสเปกตรัมของธาตุที่ปรากฏจากการตรวจเขม่าดินปืนก่อนซักและหลังซักบนผ้าชนิดต่าง ๆ โดยเทคนิค SEM/EDS ในการศึกษาปริมาณเขม่าดินปืนบนเสื้อสามารถศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มอนุภาคโครงสร้างเส้นใยของผ้าที่มีโครงสร้างเส้นใยที่แตกต่างกันจะทำให้การเกาะติดของอนุภาคเขม่าดินปืนมีความแตกต่างกันเมื่อนำผ้าชนิดต่าง ๆ ไปซักจะปรากฏว่าจะมีการเกาะติดของอนุภาคเขม่าดินปืนของผ้าแต่ละชนิดมีการเกาะติดของอนุภาคเขม่าดินปืนก่อนซักและหลังซักที่จะแสดงดังต่อไปนี้

4.1.1 การวิเคราะห์อนุภาคของเขม่าดินปืนบนเสื้อโปโล



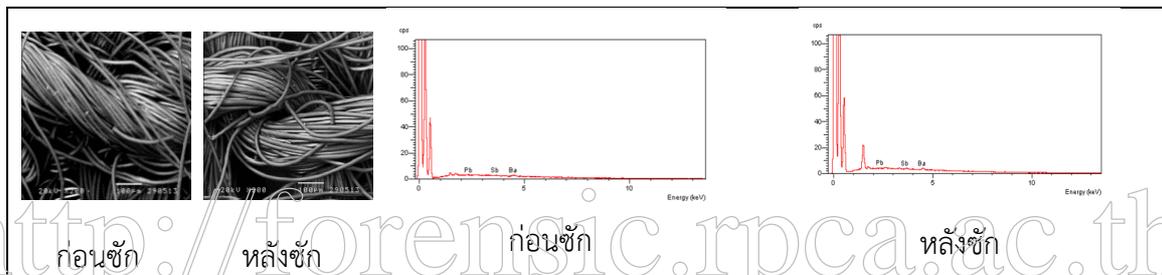
รูปที่ 1 กลุ่มอนุภาคเขม่าดินปืนและกราฟแสดงสเปกตรัมของธาตุของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ก่อนซักและหลังซัก

4.1.2 การวิเคราะห์อนุภาคของเขม่าดินปืนบนเส้นใยแจ็กเก็ต



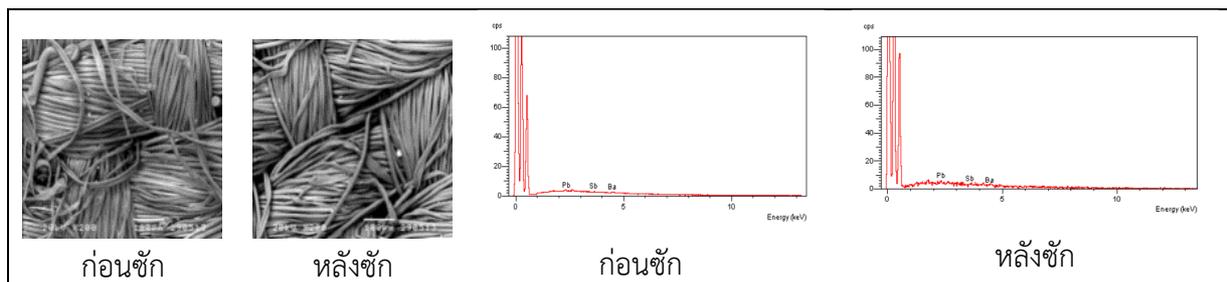
รูปที่ 2 กลุ่มอนุภาคเขม่าดินปืนและกราฟแสดงสเปกตรัมของธาตุของเส้นใยแจ็กเก็ตก่อนซักและหลังซัก

4.1.3 การวิเคราะห์อนุภาคของเขม่าดินปืนบนเส้นใยยัด



รูปที่ 3 กลุ่มอนุภาคเขม่าดินปืนและกราฟแสดงสเปกตรัมของธาตุของเส้นใยยัดก่อนซักและหลังซัก

4.1.4 การวิเคราะห์อนุภาคของเขม่าดินปืนบนเส้นใยเซ็ด



รูปที่ 3 กลุ่มอนุภาคเขม่าดินปืนและกราฟแสดงสเปกตรัมของธาตุของเส้นใยเซ็ดก่อนซักและหลังซัก



4.2 การเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้า

จากผลการวิเคราะห์ธาตุโลหะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในเขม่าดินปืน จากการเก็บตัวอย่างด้วยการตัดเนื้อผ้า และสเปกตรัมของธาตุที่ปรากฏจากการตรวจเขม่าดินปืนก่อนซักและหลังซักบนผ้าชนิดต่าง ๆ โดยเทคนิค SEM/EDS ในการศึกษาปริมาณเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าสามารถเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของเขม่าดินปืน ที่จะแสดงปริมาณ แบเรียม (Ba) ตะกั่ว (Pb) และพลวง (Sb) บนเสื้อผ้าทั้ง 4 ชนิด ทั้งก่อนซักและหลังซัก ปรากฏดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละการลดลงของธาตุโลหะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในเขม่าดินปืน

ชนิดเสื้อผ้า	ธาตุ	ก่อนซัก	หลังซัก	ร้อยละ
เสื้อโพล	Sb	2.41	0.95	60.58
	Ba	5.51	2.03	63.16
	Pb	2.03	1.01	50.25
	รวม			58.00
เสื้อแจ็กเก็ต	Sb	5.38	4.07	24.35
	Ba	3.29	2.82	14.29
	Pb	4.11	3.26	20.68
	รวม			19.77
เสื้อยืด	Sb	2.41	1.32	45.23
	Ba	3.61	1.76	51.25
	Pb	3.04	1.19	60.86
	รวม			52.44
เสื้อเชิ้ต	Sb	9.07	2.03	77.62
	Ba	3.18	0.49	84.59
	Pb	6.30	1.05	83.33
	รวม			81.85

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของเขม่าดินปืนบนผ้าชนิดต่าง ๆ ทั้งก่อนซักและหลังซักสามารถเปรียบเทียบปริมาณร้อยละการลดลงของผ้าทั้งสี่ชนิด พบว่า ปริมาณร้อยละการลดลงของอนุภาคเขม่าดินปืนบนเสื้อเชิ้ตหลังซักมีการหายไปมากที่สุด คือ ร้อยละ 81.85 รองลงมาคือ ร้อยละการลดลงของเขม่าดินปืนบนเสื้อโพลหลังซักที่ลดลงร้อยละ 58.00 เขม่าดินปืนบนเสื้อยืดหลังซักที่ลดลงร้อยละ 52.44 และปริมาณร้อยละการลดลงของอนุภาคเขม่าดินปืนบนเสื้อแจ็กเก็ตมีการหายไปน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 19.77

แสดงให้เห็นว่าการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของเขม่าดินปืนของผ้าแต่ละชนิดก่อนซักและหลังซัก โดยจะทำการเก็บตัวอย่างเนื้อผ้าแต่ละชนิดได้แก่ เสื้อโพล เสื้อแจ็กเก็ต เสื้อเชิ้ต และเสื้อยืด ทำการเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของธาตุสำคัญของเขม่าดินปืนอย่างแบเรียม (Ba) ตะกั่ว (Pb) และพลวง (Sb) ปริมาณเขม่าที่เก็บได้จากตัวอย่างของเนื้อผ้าทั้งก่อนซักทำการเปรียบเทียบกับหลังซักจะเห็นได้ว่ามีค่าร้อยละของการลดลงเขม่าดินปืนที่ไม่เท่ากัน



5. สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาการคงอยู่ของเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าทั้งก่อนซักและหลังซัก จะทำการเก็บตัวอย่างจากผ้าทั้ง 4 ชนิด เมื่อยิงด้วยปืนเล็กยาว แบบเอ็ม 16 เอ 1 กระสุนปืนนาโต้ ขนาด 5.56 มิลลิเมตร ทำการยิงปืนครั้งละ 15 นัด ในตัวอย่างผ้าแต่ละชนิดจะทำการเก็บตัวอย่างซ้ำ 5 ครั้ง ต่อผ้าตัวอย่าง 1 ชนิด สถานที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างเป็นสนามยิงปืนที่โล่งเพื่อศึกษาปริมาณเขม่าดินปืนที่สามารถตรวจพบได้ในการก่ออาชญากรรม ณ สถานการณ์จริง เมื่อนำตัวอย่างที่ได้ทำการเก็บไปตรวจวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM/EDS) สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้ คือ

5.1 การศึกษากลุ่มอนุภาคเขม่าดินปืนที่ตรวจได้เป็นภาพเปรียบเทียบอนุภาคเขม่าดินปืนที่ตรวจพบของผ้าแต่ละชนิดมีการเกาะติดของอนุภาคเขม่าดินปืนก่อนซักโครงสร้างของเส้นใยผ้าที่โครงสร้างเส้นใยผ้านั้นการศึกษากลุ่มอนุภาคของเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าแต่ละชนิด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในการตรวจเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าโดยใช้เครื่อง SEM/EDS เป็นการศึกษาที่สามารถตรวจพบอนุภาคบนเสื้อผ้า มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของวิวัฒน์ ชินวร ที่ได้ทำการศึกษารวิเคราะห์เขม่าดินปืนบนตัวอย่างเสื้อโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) ควบคู่ไปกับเทคนิคการวิเคราะห์รังสีเอกซ์แบบ EDX โดยไม่ต้องทำการเคลือบผิวตัวอย่างด้วยคาร์บอนหรือทองคำ ซึ่งสามารถศึกษาอนุภาคเขม่าดินปืน ตรวจหาธาตุที่เป็นองค์ประกอบ พลวง (Sb) ตะกั่ว (Pb) และแบเรียม (Ba) และระยะเวลาการคงอยู่ของเขม่าเมื่อยิงปืน เช่นเดียวกับณัฐนันท์ ชาตริกวงค์ การศึกษาการตรวจเขม่าดินปืนที่คงอยู่บนเสื้อผ้าโดยใช้เครื่อง SEM/EDS โดยทำการเก็บตัวอย่างอนุภาค GSR บนแขนเสื้อ โดยนักวิจัยทั้ง 2 ท่าน ได้ทำการศึกษารตรวจเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเช่นเดียวกันแต่มีความแตกต่างกันที่กระบวนการเก็บตัวอย่างและขั้นตอนการวิจัย เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของรัชนารถ กิตติคุณภูมิ ที่ทำการศึกษารตรวจหาคราบเขม่าดินปืนบนมือโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มี EDS แต่ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากมือผู้ทำการยิงปืนแทนการเก็บตัวอย่างจากบนเสื้อผ้า

5.2 การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของเขม่าดินปืนของผ้าแต่ละชนิดก่อนซักและหลังซัก โดยจะทำการเก็บตัวอย่างเนื้อผ้าแต่ละชนิดทั้ง 4 ชนิด และทำการเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของธาตุสำคัญของเขม่าดินปืน ได้แก่ พลวง (Sb) ตะกั่ว (Pb) และแบเรียม (Ba) ปริมาณเขม่าดินปืนที่เก็บได้จากตัวอย่างของเนื้อผ้าก่อนซักทำการเปรียบเทียบกับหลังซักจะเห็นได้ว่ามีค่าร้อยละของการลดลงเขม่าดินปืนที่ไม่เท่ากัน สอดคล้องกับการศึกษารตรวจเขม่าดินปืนได้มีการเก็บตัวอย่างอนุภาคเขม่าดินปืนจากเสื้อผ้า ภายในถุงหรือกระเป๋า และอื่น ๆ อนุภาคที่ถูกเก็บจะถูกนำมาทดสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลที่ได้เป็นที่พอใจซึ่งสังเกตจากอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบและวิธีการที่นำมาใช้ในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ที่หลากหลายเป็นไปได้ที่จะมีการปนเปื้อนของอนุภาคเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้า ซึ่งข้อดีของวัตถุพยานที่เป็นเสื้อผ้า คือ สามารถใช้ในการค้นหาอนุภาคเขม่าดินปืนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ J. Andrasko และ S. Pettersson หรือกรณีการศึกษารเก็บอนุภาคของเขม่าดินปืนจากเส้นผม เสื้อผ้าและมือ A. Zeichner และ N. Levin การประเมินพบผลสำเร็จในการวิเคราะห์ตัวอย่างประมาณ 10% หลักเกณฑ์วิธีการเก็บตัวอย่างคือ จำนวนอนุภาคที่ตรวจพบต่อตัวอย่าง ได้อภิปรายปัญหาที่เป็นไปได้ของการปนเปื้อนในตัวอย่าง และทดลองเก็บเขม่าดินปืนจากเสื้อผ้าของผู้ยิง



6. เอกสารอ้างอิง

- Andrasko J. and Maehly,A.C. (1976) .**Detection of gunshot residue on hands by scanning electron microscopy.** Journal of Forensic Sciences, no. : 279 – 287.
- Andrasko, J., and Pettersson,S. (1991). **A simple method for collection of gunshot residues from clothing.** Journal of Forensic Science Society, no. 31: 321 – 330.
- Lubor F., and Kmjec,T. (2005) .**Time periods of GSR partials deposition after discharge final results.** Journal of Forensic Sciences International, no. 153: 132 – 135.
- Lubor, F.,et al. (2003). **Distribution of GSR particles in the surroundings of the shooting pistol.** Journal of Forensic Sciences International, no. 132: 99 – 105.
- Wolten, G.M., and Nesbitt,R.S. (1980) .**On the Mechanism of Gunshot Residue Particle Formation.** Journal of Forensic Science, no. 25: 533 - 545.
- Zeichner, A. and Levin, N. (1995). **Casework Experience of GSR Detection in Israel, on Samples from Hands, Hair, and clothing using an Autosearch SEM/EDX System.** Journal of Forensic Sciences, no.40: 1082-1085.
- Zeichner, A.et al. (2003). **Vacuum Collestion of gunpowder residues from clothing worn by shootinmg suspects, and their analysis by GC/TEA, IMS and GC/MS.** Journal of forensic Sciences, no.48: 961-972.
- Zeichner, A.and Levin, N. (2003) .**Collection efficiency of gunshot residue (GSR) particles from hair and hands using double-side adhesive tape.** Journal of Forensic Sciences, no. 38: 571 – 584.
- Zuzanna,B-M. andJankowicz. A. (2001) .**Evaluation of the possibility of differentiation between various types of ammunition by means of GSR examination with SEM-EDX method.** Journal of Forensic Sciences International, no. 123: 39 – 47.
- Zuzanna, B-Mand Zadora, G. (2003) .**Grouping of ammunition types by means of frquencies of occurrence of GSR.** Journal of Forensic Sciences International, no. 135: 91 – 104.