

การพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์ หาระยะยิงและรอยกระสุนปืนแบบไม่ทำลาย ตัวอย่าง โดยเทคนิค X-ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) และ FT-IR Spectroscopy

ร้อยตำรวจโทมนตรี ดอนฟุ้งไพร และคณะสถาบันนิติวิทยาศาสตร์

■ บทนำ

ความยุติธรรมถือได้ว่าเป็นหลักขั้นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้การอยู่ร่วมกันในสังคมต่าง ๆ ยังคงดำรงอยู่ได้อย่างสงบสุข แต่การสร้างความยุติธรรมนั้น นอกจากจะต้องใช้กฎ ระเบียบปฏิบัติ ข้อกฎหมาย เพื่อใช้ยึดถือเป็นหลักปฏิบัติร่วมกันแล้ว ยังจะต้องอาศัยกระบวนการ วิธีการต่าง ๆ ในการขับเคลื่อนการอำนวยความสะดวกให้ยังคงอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ทุกฝ่ายได้ ด้วยองค์ประกอบและความซับซ้อนในกระบวนการยุติธรรม ซึ่งในทางปฏิบัติจะเป็นการดำเนินการร่วมกันโดยหน่วยงานราชการหลายภาคส่วนที่จะต้องปฏิบัติงานร่วมกันตามภารกิจหน้าที่ของตน เพื่อสนับสนุนการอำนวยความสะดวกยุติธรรม

ทั้งนี้ด้วยภารกิจหน้าที่ของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม ตามกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม พ.ศ. 2545 ในการปฏิบัติงานเพื่อให้บริการและการพัฒนางานด้านนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการอำนวยความสะดวกยุติธรรม ซึ่งได้กำหนดเป็นนโยบาย วิสัยทัศน์ ในเป้าหมายการปฏิบัติงานของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ที่จะพัฒนางานด้านนิติวิทยาศาสตร์ ให้มีมาตรฐาน โปร่งใส ตรวจสอบได้ และได้รับความเชื่อมั่นในระดับสากล เนื่องจากหลักการของนิติวิทยาศาสตร์ คือ “การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ” ดังนั้น ในพัฒนางานด้านนิติวิทยาศาสตร์ จึงมีความเกี่ยวข้องทั้งในด้านการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการ มาตรฐานการปฏิบัติงานและศักยภาพของผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการพัฒนาเทคโนโลยี มาตรฐานเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับการนำเทคนิคองค์ความรู้ในหลาย ๆ สาขามาประยุกต์ใช้ เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานตามภารกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามภารกิจของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ส่วนงานตรวจสอบอาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์ สำนักนิติวิทยาศาสตร์บริการ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งภารกิจหน้าที่ในการตรวจพิสูจน์และพัฒนาการตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์ จึงได้ทำการวิจัยและพัฒนามาตรฐานเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงจากคราบเขม่าดินปืน โดยนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบและโครงสร้างทางเคมีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์หาคราบเขม่าดินปืน ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในรูปแบบวิธีการตรวจพิสูจน์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง เพื่อแก้ไขปัญหาและเพิ่มศักยภาพด้านการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงหรือร่องรอยจากลูกกระสุนปืนบนวัตถุพยานและรองรับการตรวจสอบกระบวนการงานและผลการตรวจพิสูจน์ ซึ่งเป็นการดำเนินการบนพื้นฐานของการสร้างมาตรฐานการตรวจพิสูจน์ที่มีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และเป็นหลักการสำคัญที่จะสร้างความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพและผลการปฏิบัติงานในการอำนวยความสะดวกให้แก่ทุก ๆ ฝ่ายได้ ตามนโยบายและวิสัยทัศน์ของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ที่จะพัฒนางานนิติวิทยาศาสตร์ให้มีวิทยาการที่ทันสมัยเป็นที่ยอมรับในระดับสากล สร้างความเชื่อมั่นให้แก่ประชาชนและสังคม

■ กรอบแนวคิด/ทบทวนวรรณกรรม

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันถือได้ว่ากระบวนการยุติธรรมถูกใช้เป็นแนวทางหลักในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในสังคมในรูปแบบต่าง ๆ บนความคาดหวังว่าจะเป็นกระบวนการที่สามารถให้ข้อยุติและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายได้ เนื่องจากเป็นหลักกติกาในการควบคุม คัดกรองการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมและเป็นที่ยอมรับในอารยประเทศ และ

ในหลาย ๆ ครั้งก็อยู่ในฐานะเป็นแนวทางที่พึงและความหวังสุดท้ายในการยุติปัญหานั้น ๆ ด้วยสถานการณ์ความวุ่นวายที่เกิดขึ้นในปัจจุบันพบว่ามีสังคมปัญหามากมายที่ต้องการข้อยุติภายใต้กระบวนการที่เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย ซึ่งจะต้องเป็นกระบวนการที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นได้ว่าทุกฝ่ายได้รับความเป็นธรรม แต่ด้วยสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีความซับซ้อนด้วยเหตุปัจจัยในหลาย ๆ ด้าน ทั้งที่มีพื้นฐานมาจากความขัดแย้งทางความคิด การเมือง เศรษฐกิจ สังคม ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้มีการก่อเหตุอาชญากรรมที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อความสุขและคุณภาพการใช้ชีวิตในสังคมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น บทบาทขององค์กรและการปฏิบัติงานของหน่วยงานต่าง ๆ ภายใต้กระบวนการยุติธรรม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหา เนื่องจากเป็นกระบวนการปฏิบัติงานที่มีเป้าหมายเพื่ออำนวยความสะดวกยุติธรรม ซึ่งจะต้องปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงจะสามารถเป็นที่พึ่งพาของสังคมได้ เนื่องจาก “ระบบความยุติธรรม เป็นรากฐานเบื้องต้นของสังคมที่มีความสำคัญยิ่งในการสร้างความสันติสุขและความเป็นธรรมให้เกิดขึ้นในสังคม”^[1] ซึ่งในทางปฏิบัติกระบวนการยุติธรรมมีความเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงานของหลายหน่วยงาน ซึ่งแต่หน่วยงานก็จะมีขั้นตอนในการทำงานที่มีความเฉพาะทางในบทบาทหน้าที่ของตน ดังนั้นในการพัฒนากระบวนการยุติธรรมให้มีประสิทธิภาพตามอุดมคติได้นั้น นอกจากการมองในภาพองค์รวมเชิงระบบแล้ว จะต้องให้ความสำคัญต่อการพัฒนาขั้นตอนการทำงานตามบทบาทหน้าที่ของแต่ละภาคส่วนด้วย ในปัจจุบันกระบวนการงานด้านนิติวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการหนึ่งภายใต้กระบวนการยุติธรรมซึ่งได้รับความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science) มีหลักการในการปฏิบัติงานโดยการนำเอาวิชาความรู้ทางด้าน

วิทยาศาสตร์ ในการเก็บและพิสูจน์หลักฐาน ตรวจร่างกายและวัตถุพยานเพื่อช่วยในการค้นหาความจริง มักเป็นการใช้วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ กายภาพ เคมี คอมพิวเตอร์ และกฎหมาย เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการสืบสวน และดำเนินคดีทางกฎหมายเพื่อช่วยกระบวนการยุติธรรมในการพิสูจน์หลักฐานและชี้ให้ผู้กระทำความผิดอาญา^[2] ดังนั้น การปฏิบัติงานด้านนิติวิทยาศาสตร์จึงมีหลักการ ขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนบนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลักการทฤษฎีรองรับและมีการใช้งานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ซึ่งเป็นหลักการที่มีความเป็นมาตรฐานสามารถตรวจสอบความโปร่งใสในผลการปฏิบัติงานได้ ดังนั้น การสนับสนุนการอำนวยความสะดวกยุติธรรมด้วยกระบวนการงานด้านนิติวิทยาศาสตร์จึงเป็นแนวทางที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นในผลการตัดสินคดีเป็นข้อยุติที่เป็นที่ยอมรับของผู้ที่เกี่ยวข้องได้

เนื่องจากในปัจจุบันกระบวนการงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ยังขาดการพัฒนา ทั้งในด้านมาตรฐานและศักยภาพในการปฏิบัติงาน ซึ่งจากรายงานการศึกษาพบว่า มีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องมีการพัฒนามาตรฐาน ศักยภาพบุคลากรที่ปฏิบัติงานและเกี่ยวข้องกับกระบวนการงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ให้มียุทธศาสตร์อย่างพอเพียงในการปฏิบัติงานตามภารกิจหน้าที่ในกระบวนการยุติธรรม รวมทั้งการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการรับบริการอย่างมีประสิทธิภาพของประชาชน^[3] ผลจากรายงานการศึกษาดังกล่าว มีความสอดคล้องต่อเจตนารมณ์ของการก่อตั้งสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ตามกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม พ.ศ. 2545 ซึ่งกำหนดให้สถาบันนิติวิทยาศาสตร์มีภารกิจหน้าที่ในการพัฒนามาตรฐานและศักยภาพการปฏิบัติงานด้านนิติวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการอำนวยความสะดวก

ยุติธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ^[4] ตามที่สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ได้กำหนดนโยบาย วิสัยทัศน์และเป้าหมายการปฏิบัติงานของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ที่จะพัฒนางานด้านนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งในด้านการพัฒนาเทคนิคการตรวจพิสูจน์นั้น ได้วางแนวทางการปฏิบัติด้วยการประยุกต์ใช้วิทยาการที่ทันสมัยในการตรวจพิสูจน์ เพื่อความโปร่งใสในผลการตรวจพิสูจน์ที่สามารถตรวจสอบได้และได้รับความเชื่อมั่นในระดับสากล^[5] เนื่องจากการปฏิบัติงานด้านนิติวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานที่มีความหลากหลาย ประกอบกับวัตถุพยานเหล่านั้นก็มีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลาตามวิวัฒนาการและเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้ามากขึ้น ซึ่งรูปแบบวิธีการในการก่อเหตุ สภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดเหตุและเหตุปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้ ส่งผลให้สภาพของวัตถุพยานเป็นสิ่งที่ควบคุมไม่ได้ตามไปด้วย ดังนั้นในทางปฏิบัติผู้ตรวจพิสูจน์วัตถุพยานจะต้องใช้ทั้งทักษะและประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ รวมถึงการพัฒนาเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์ให้มีความเหมาะสมต่อวัตถุพยานนั้น ๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ในการตรวจพิสูจน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในขั้นตอนการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานทางนิติวิทยาศาสตร์นั้น จะเป็นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แบบสหสาขาวิชาร่วมกับเทคนิคองค์ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ของผู้ตรวจพิสูจน์ที่มีความเชี่ยวชาญ ชำนาญการเฉพาะทาง ดังนั้นในการพัฒนาองค์ความรู้และเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์จึงมีความเฉพาะทางไปด้วย ซึ่งการพัฒนาเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติงานได้จริงนั้น จึงต้องอาศัยองค์ความรู้พื้นฐานจากประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริงเป็นจุดเริ่มต้น

การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน เป็นการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานทางนิติวิทยาศาสตร์

อีกสาขาหนึ่งซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากการก่อเหตุอาชญากรรมนั้น อาวุธปืน ถือได้ว่าเป็นอาวุธที่มีความร้ายแรงและถูกนำมาใช้ในการก่อเหตุบ่อยครั้งมาก ดังนั้นอาวุธปืนหรือวัตถุพยานอื่น ๆ เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนจึงกลายเป็นวัตถุพยานที่ถูกร้องขอให้ทำการตรวจพิสูจน์เพื่อนำไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริงของการก่อคดี ในลักษณะของการเชื่อมโยงการกระทำความผิดหรือเพื่อการคลี่คลายการก่อคดีในประเด็นอื่น ๆ ของการก่ออาชญากรรม จากผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมาอาวุธปืนหรือวัตถุพยานอื่น ๆ เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนจะตรวจพบได้ ในการก่อเหตุคดีอาชญากรรมทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการก่อเหตุคดีความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนใต้ ซึ่งจากข้อมูลสถิติการตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน ของกลุ่มตรวจสอบอาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์ สำนักนิติวิทยาศาสตร์ บริการ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรมพบว่าในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมามีวัตถุพยานประเภทอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืนส่งตรวจพิสูจน์มากที่สุด โดยเฉพาะในปีงบประมาณ 2552 คิดเป็น 84% ของรายงานผลการตรวจพิสูจน์ทั้งหมดของกลุ่มตรวจสอบอาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์⁽⁶⁾ ซึ่งในกระบวนการขั้นตอนการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานประเภทอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืนนั้น เป็นกระบวนการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานที่มีความเฉพาะทาง ซึ่งจะต้องใช้ผู้ที่มีประสบการณ์ ความชำนาญการเฉพาะทาง ทั้งนี้เนื่องจากการในขั้นตอนการตรวจพิสูจน์อาจจะมีการปรับเปลี่ยนเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์ในบางด้านเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพของวัตถุพยาน ซึ่งในหลาย ๆ ครั้งวัตถุพยานอาจอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์หรือมีการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมในสถานที่เกิดเหตุซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ประกอบกับวิธีการตรวจพิสูจน์ในทางปฏิบัติจึงเป็นเรื่องของเทคนิคเฉพาะซึ่งจะต้องอาศัยดุลพินิจการตัดสินใจจาก

ประสบการณ์การทำงานของผู้ตรวจพิสูจน์ในการแก้ไขปัญหา เพื่อให้ได้ผลการตรวจพิสูจน์ที่มีความถูกต้องแม่นยำสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ในการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานนั้น ๆ ได้ แต่ด้วยสถานการณ์ในปัจจุบันการอาศัยทักษะและประสบการณ์ของผู้ตรวจพิสูจน์ในการแก้ไขปัญหาเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ เนื่องจากยังมีประเด็นการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานอีกหลายลักษณะที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีความทันสมัยเข้ามาประยุกต์ใช้ในเทคนิคการตรวจพิสูจน์ให้มากขึ้น เพื่อรองรับกระบวนการยุติธรรมที่ต้องการความโปร่งใส ตรวจสอบได้ ซึ่งมีเป้าหมายที่สร้างความเชื่อมั่นในมาตรฐานและศักยภาพในการปฏิบัติงานตามภารกิจหน้าที่ด้านนิติวิทยาศาสตร์ในการอำนวยความสะดวกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันมีเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานหลายประเภทที่ควรจะได้การพัฒนา ซึ่งในส่วนของกระบวนการตรวจพิสูจน์อาวุธปืนหรือวัตถุพยานที่เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนนั้น มีประเด็นปัญหาในการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยจากลูกกระสุนปืนบนเสื้อผ้าของผู้ที่ถูกยิง ซึ่งในหลาย ๆ ครั้งไม่อาจจะสามารถตอบสนองประเด็นการตรวจพิสูจน์ได้อย่างชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องจากวิธีการตรวจพิสูจน์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันนั้น เป็นการตรวจพิสูจน์ในลักษณะที่ทำลายตัวอย่างและมีข้อจำกัดในการให้ผลการตรวจพิสูจน์ที่ไม่มีความชัดเจนเท่าที่ควร ประกอบเป็นเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่ไม่สามารถทำการตรวจพิสูจน์ซ้ำได้ ในกรณีที่มีข้อร้องเรียนในผลการตรวจพิสูจน์ ซึ่งมีผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในผลการตรวจพิสูจน์

ด้วยหลักการในเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยจากลูกกระสุนปืนบนเสื้อผ้าที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันนั้น จะเป็นการตรวจพิสูจน์เพื่อวิเคราะห์หาลักษณะการกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน (PATTERN OF

GUN PARTICLES) ที่บริเวณโดยรอบรอยฉีกขาดบนผ้าวัตถุพยานที่สันนิษฐานว่าเกิดจากการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน ซึ่งอาจจะเป็นการตรวจพิสูจน์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน (PATTERN OF GUN PARTICLES) ที่เกิดจากการยิงด้วยอาวุธปืนต้องสงสัย เพื่อยืนยันว่าการฉีกขาดนั้นเป็นร่องรอยที่เกิดขึ้นจากลูกกระสุนปืนหรือไม่หรือถูกยิงที่ระยะห่างเท่าไร^[7] ในการวิเคราะห์คราบเขม่าดินปืน (Gun Shot Residue) นั้นประกอบไปด้วยสามขั้นตอน คือ ในขั้นแรกจะเป็นการตรวจพิสูจน์โดยการดูลักษณะละอองเขม่าดินปืนโดยผู้ชำนาญการผ่านกล้องจุลทรรศน์ ส่วนในขั้นตอนที่สองและสามจะเป็นการตรวจพิสูจน์คราบเขม่าดินปืน (Gun Shot Residue) โดยใช้การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อหาธาตุ (ตะกั่ว) และสารไนไตรต์ (Nitrite) ซึ่งเป็นธาตุและสารเคมีสำคัญที่อยู่ภายในคราบเขม่าดินปืน^[8] ซึ่งในบางครั้งผู้ตรวจพิสูจน์บางท่านก็อาจจะนำเทคนิคการตรวจพิสูจน์เขม่าดินปืน (Primer Gun Shot Residue) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยจากลูกกระสุนปืน เนื่องจากเขม่าดินปืนเป็นอนุภาคที่เกิดจากการระเบิดของแก๊สปืน (Primer) และจะปรากฏอยู่รวมกันภายในคราบเขม่าดินปืนบนผ้าที่ถูกยิงด้วย เทคนิคการตรวจพิสูจน์เขม่าดินปืน (Primer Gun Shot Residue) เป็นเทคนิคการตรวจวิเคราะห์หาธาตุสำคัญที่มาจากกรวยปืนที่บริเวณโดยรอบรูลูกกระสุนปืน ซึ่งเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่นำมาใช้ได้แก่ เทคนิค Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-MS), Atomic Absorption Spectrophotometer (AA) และ Scanning Electron Microscope (SEM) เนื่องจากกระบวนการตรวจพิสูจน์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ทั้งการตรวจพิสูจน์คราบเขม่าดินปืน (Gun Shot Residue) เพื่อพิสูจน์หาหลักการกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน (PATTERN OF GUN PARTICLES) ด้วย

เทคนิคการตรวจพิสูจน์โดยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีหรือการประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจพิสูจน์เขม่าดินปืน (Primer Gun Shot Residue) เพื่อการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยจากลูกกระสุนปืนบนผ้าถูกยิงตามที่ได้กล่าว เป็นวิธีการที่วัตถุพยานจะต้องถูกทำลาย ด้วยกระบวนการทางปฏิกิริยาทางเคมีหรือถูกแปรรูปไปในขั้นตอนของการตรวจพิสูจน์ ทั้งนี้ในการตรวจพิสูจน์ด้วยเทคนิคการเกิดปฏิกิริยาทางเคมียังประสบปัญหาในเรื่องของความไม่ชัดเจนในผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน (PATTERN OF GUN PARTICLES) ในกรณีที่วัตถุพยานมีการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมหรือไม่สามารถวิเคราะห์การยิงในระยะไกลที่อนุภาคของเขม่าดินปืนกระจายไปไม่ถึงอีกด้วย

ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืน บนหลักการตรวจวิเคราะห์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง จึงเป็นสิ่งสำคัญในสถานการณ์ปัจจุบันต่อการพัฒนาสมรรถนะและระบบงานด้านการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืนบนผ้าที่ถูกยิง ใช้หลักการวิเคราะห์หาสารเคมีหรือธาตุสำคัญที่มาจากกรวยปืนที่อยู่ในคราบเขม่าดินปืน เพื่อหาระยะยิงจากหลักการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและเขม่าดินปืน เพื่อยืนยันว่ารอยฉีกขาดบนผ้าชิ้นนั้นเกิดขึ้นเพราะลูกกระสุนปืนหรือไม่ ซึ่งมีปัญหาในด้านเทคนิคของการวิเคราะห์ตามที่ได้กล่าว ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันมีเครื่องมือวิเคราะห์ตัวอย่างหลายชนิดที่อาจื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาสารเคมีหรือธาตุสำคัญที่มาจากกรวยปืนได้โดยที่ตัวอย่างไม่ได้ถูกทำลาย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาเทคนิคการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืนเดิมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในลักษณะของการวิเคราะห์โดยไม่ทำลายตัวอย่าง

ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ตัวอย่างทางสเปกโทรสโกปีแบบ X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ FT-IR Spectroscopy ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้แสง แบบไม่ทำลายตัวอย่าง และสามารถใช้วิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างทางโมเลกุลของสิ่งปนเปื้อนที่อยู่บนพื้นผิวของตัวอย่างได้ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะเอกลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างทางโมเลกุลของคราบเขม่าดินปืนหรือเขม่าดินปืนและคราบรอยลูกกระสุนปืนบนผ้าที่ถูกยิงได้ ซึ่งจะช่วยในการแก้ปัญหาข้อบกพร่อง จุดอ่อนหรือสนับสนุนการตรวจพิสูจน์ที่ดำเนินการอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและรอยลูกกระสุนปืน โดยเทคนิค X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) และ FT-IR Spectroscopy

2.2 เพื่อแก้ปัญหาวิธีการตรวจพิสูจน์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งวัตถุพยานจะต้องถูกทำลาย วิธีการใหม่ที่พัฒนาขึ้นมานั้นเป็นการพัฒนาเทคนิควิธีการตรวจพิสูจน์ที่มีความโปร่งใสตรวจสอบได้ โดยการตรวจพิสูจน์แบบที่วัตถุพยานไม่ถูกทำลาย

2.3 เพื่อสร้างกระบวนการตรวจพิสูจน์ที่ใช้ผลการวิเคราะห์ สองวิธีการในการยืนยันผลการตรวจพิสูจน์ซึ่งกันและกัน

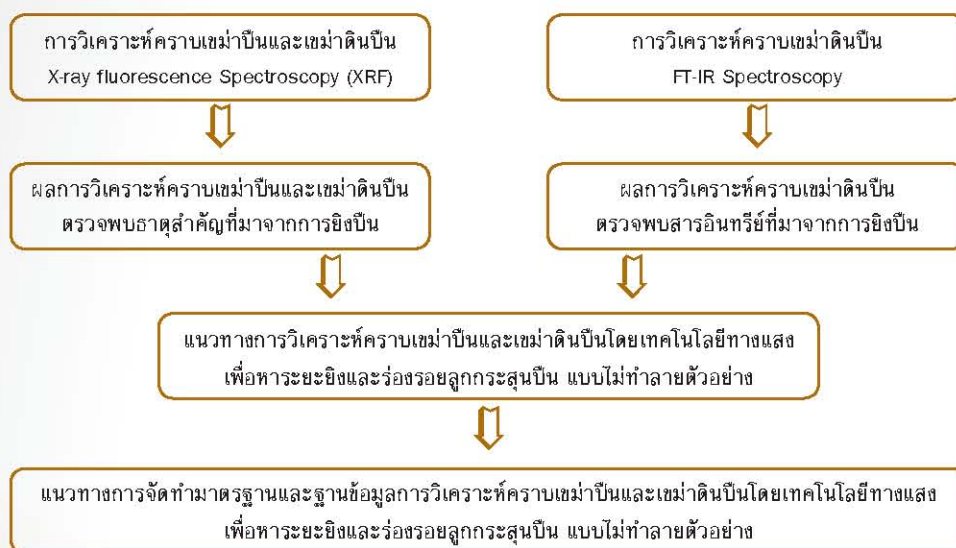
2.4 เพื่อสร้างวิธีการตรวจพิสูจน์หาการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในการหาระยะยิง

2.5 เพื่อแก้ปัญหาการตรวจพิสูจน์รอยของลูกกระสุนปืน ในกรณีที่เป็นการยิงในระยะไกล

2.6 เพื่อจัดทำฐานข้อมูลการวิเคราะห์เบื้องต้นของกระสุนปืน, เขม่าดินปืน, ธาตุที่เป็นองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารที่เหลือจากการยิงปืน

2.7 เพื่อเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการพัฒนาให้แก่หน่วยงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง กับวัตถุพยานที่ถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



4. วรรณกรรมและผลงานที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยตามโครงการนี้ มีความมุ่งหวังที่จะค้นหาวิธีการตรวจพิสูจน์คราบเขม่าดินปืน เขม่าปืนหรือร่องรอยจากการยิงปืนบนผ้า เพื่อพิสูจน์ว่าร่องรอยบนผ้าเป็นร่องรอยที่เกิดขึ้นจากการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืนหรือไม่และเป็นการยิงที่ระยะห่างเท่าไรจากปากลำกล้องปืน ในลักษณะของการตรวจวิเคราะห์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง เพื่อสนับสนุนแนวทางการปฏิบัติงานในกระบวนการยุติธรรมที่มุ่งเน้นความโปร่งใสตรวจสอบได้ โดยได้ทดลองประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคทางแสงเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ในลักษณะของเทคนิคทางเลือกเพื่อสนับสนุนหรือทดแทนเทคนิคการตรวจพิสูจน์คราบเขม่าดินปืนหรือร่องรอยจากการยิงปืนบนผ้าเดิมที่ดำเนินการอยู่ รวมทั้งศึกษาแนวทางของการจัดทำมาตรฐานเทคนิคการตรวจพิสูจน์แบบไม่ทำลายตัวอย่างและการจัดทำฐานข้อมูลผลการวิเคราะห์ เพื่อการอ้างอิงในการวิเคราะห์ผลประกอบรายงานการตรวจพิสูจน์และรองรับการตรวจสอบผลการดำเนินงาน เอกสารที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าประกอบในการทำการวิจัยในครั้งนี้ ได้รวบรวมจากทักษะประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเอกสารอ้างอิงที่เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวิเคราะห์คราบเขม่าดินปืนเริ่มตั้งแต่ กลไกการทำงานของกระสุนปืน เทคนิคการตรวจพิสูจน์และองค์ประกอบของเครื่องกระสุนปืน ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่จะพบได้ในคราบเขม่าดินปืนและเขม่าปืน ทั้งในส่วนของแก๊ปปืน (Primer), ดินปืน (Propellant) และลูกกระสุนปืน ซึ่งทั้งสามส่วนนี้เมื่อเกิดการยิงปืนขึ้น ผลจากการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้จะทั้งคราบเขม่าดินปืนและเขม่าปืนบนผ้าที่ถูกยิง จากการศึกษานี้ในเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันพบว่ายังมีข้อจำกัดหลายประการที่ควรมีการพัฒนา ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของประเด็นปัญหาของการวิจัย

ในครั้งนี้ และพบว่าเทคนิคการวิเคราะห์ทางแสงมีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์คราบเขม่าดินปืนหรือร่องรอยจากการยิงปืนบนผ้า เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืน แบบไม่ทำลายตัวอย่างได้

4.1 การตรวจพิสูจน์หาระยะยิง (Range of Firing Examinations)

ในการตรวจหาระยะยิงนั้น มีเป้าหมายในการพิสูจน์ว่าร่องรอยที่ปรากฏบนวัตถุพยานนั้น เป็นร่องรอยที่เกิดจากการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืนหรือไม่และเป็นการยิงที่ระยะห่างเท่าไร ซึ่งเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่ดำเนินการในปัจจุบัน ใช้หลักการตรวจพิสูจน์โดยการวิเคราะห์หาธาตุสำคัญที่มาจากกระสุนปืนหรือการวิเคราะห์หาสารเคมีที่อยู่ในคราบร่องรอยของการยิงปืนบนวัตถุพยาน โดยมีแนวทางในการตรวจวิเคราะห์ดังนี้ คือ

4.1.1 กลไกการทำงานของกระสุนปืน

กลไกการทำงานของกระสุนปืนนั้น เมื่อมีการยิงปืนเกิดขึ้นจะเริ่มจากการจุดระเบิดของแก๊ปปืนด้วยการกระแทกของเข็มแทงชนวนหรือชนกปืน ซึ่งผลที่ตามมานั้นจะก่อให้เกิดการระเบิดของแก๊ปปืน (Primer) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเผาไหม้ของวัตถุระเบิดภายในแก๊ปปืน (Priming Mixture) ประกายไฟจากการระเบิดของแก๊ปปืน (Primer) จะเป็นตัวจุดระเบิดดินส่งกระสุนปืนหรือดินปืน (Propellant) ซึ่งจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้อย่างรวดเร็วและแก๊สในปริมาณมากขับเคลื่อนลูกกระสุนปืนให้เคลื่อนที่ไปตามลำกล้องด้วยความเร็วสูง ซึ่งในขณะที่ลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ออกจากปากลำกล้องนั้น จะมีอนุภาคของเขม่าดินปืนทั้งที่เผาไหม้สมบูรณ์แล้วและยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์พ่นออกจากปากลำกล้องตามลูกกระสุนปืนไปด้วย

4.1.2 ปรากฏการณ์และประเภทลักษณะของคราบเขม่าดินปืน

จากกลไกในการทำงานของกระสุนปืนเมื่อมีการยิงปืนเกิดขึ้น เริ่มตั้งแต่การจุดระเบิด

ของวัตถุระเบิดภายในแก๊สปืน (Priming Mixture) ซึ่งก่อให้เกิดการจุดระเบิดดินส่กระสุนปืนหรือดินปืน (Propellant) ปฏิกริยาการเผาไหม้จากการจุดระเบิดให้แก๊สในปริมาณสูงขับเคลื่อนลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ไปตามลำกล้อง ในขณะที่ลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ออกจากลำกล้องนั้น ยังมีกลุ่มแก๊สและอนุภาคขนาดเล็กประเภทต่าง ๆ ที่รวมกันอยู่ภายในเขม่าดินปืนเคลื่อนที่พุ่งออกจากลำกล้องตามลูกกระสุนปืนออกไปด้วย อนุภาคเหล่านี้สามารถตรวจพบได้บนเป้าที่ถูกยิงหากเป็นการยิงในระยะใกล้ที่มากพอ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทและลักษณะของคราบเขม่าดินปืนที่จะตรวจพบได้ดังนี้คือ^[9]

- Scorching เป็นปรากฏการณ์การเกิดเขม่าดินปืนที่เป็นการยิงในระยะใกล้ ซึ่งเขม่าดินปืนที่เกิดจากการเผาไหม้ของดินส่กระสุนปืนหรือดินปืน (Propellant) เขม่าดินปืนประเภทนี้จะพุ่งออกจากลำกล้องด้วยความเร็วและมีความร้อนที่สูงมาก แต่จะเคลื่อนที่ไปได้ไม่ไกลมากนักจากปากลำกล้องเนื่องจากมีมวลต่ำ^[9]



ภาพที่ 1.1 แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคเขม่าดินปืน ทั้งในรูปแบบที่เผาไหม้สมบูรณ์, เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และยังไม่เกิดการเผาไหม้ ขณะลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ออกจากลำกล้องปืน (<http://www.KURZZEIT.com>, 17 มิถุนายน 2553)

- Blacking เป็นคราบเขม่าสีดำ เขม่าดินปืนประเภทนี้เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของ

สารประกอบประเภทคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบภายในดินส่กระสุนปืนหรือดินปืน (Propellant) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้ในลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ รวมทั้งเกิดจากวัสดุประเภทสารหล่อลื่นที่มีการนำมาใช้ในกระบวนการขั้นตอนของการผลิตกระสุนปืนและสารที่ใช้สำหรับเคลือบลูกกระสุนปืนเพื่อป้องกันความชื้น คราบเขม่าดินปืนลักษณะนี้ส่วนใหญ่แล้วมักจะตรวจพบได้ที่ระยะยิงประมาณ 5 นิ้ว (12.5 cm.) ในการยิงด้วยปืนพกและที่ระยะยิงประมาณ 10 นิ้ว (25 cm.) ในกรณีที่ยิงด้วยอาวุธปืนลำกล้องยาว^[9]



ภาพที่ 1.2 แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคเขม่าดินปืนและผลที่ปรากฏบนเป้าหมายที่ถูกยิงในระยะยิงประมาณ 5 นิ้ว (12.5 cm.)

- GSR or FDR เป็นเขม่าดินปืนที่เกิดจากการที่ดินปืนผ่านการเผาไหม้แล้ว (GSR : gunshot residue) และดินปืนที่ยังเผาไหม้ไม่หมดหรือยังไม่ผ่านการเผาไหม้ (FDR : firearms discharge residue) เขม่ากลุ่มนี้จะมีน้ำหนักมากกว่าและสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่ากลุ่มคราบเขม่าสีดำที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของสารประกอบประเภทคาร์บอน ทำให้สามารถ

ตรวจพบเขม่าประเภทนี้ได้ด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ ในส่วนระยะยิงที่ตรวจพบเขม่าประเภทนี้สามารถตรวจพบได้ที่ระยะยิงไกลถึงประมาณ 30 นิ้ว ในการยิงด้วยปืนพกและที่ระยะยิงไกลถึงประมาณ 48 นิ้ว ในกรณีที่ยิงด้วยอาวุธปืนล่ากล้อยาว^[9]



ภาพที่ 1.3 แสดงการเคลื่อนที่ของดินปืนผ่านการเผาไหม้แล้ว (GSR : gunshot residue) และดินปืนที่ยังเผาไหม้ไม่หมดหรือยังไม่ผ่านการเผาไหม้ (FDR : firearms discharge residue) (<http://www.nighttiger.net/ballistics/identification-of-gsr-particles-organic-components.html>, 20 สิงหาคม 2554)

- Bullet wipe mark เป็นคราบเขม่าดินปืนที่จะปรากฏบริเวณขอบโดยรอบของรูลูกกระสุนปืน ซึ่งเขม่าดินปืนประเภทนี้จะประกอบไปด้วยสารที่มาจากสารหล่อลื่นที่เคลือบลูกกระสุนปืนในกระบวนการผลิตกระสุนปืนเพื่อป้องกันความชื้นและคราบเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้ของสารประกอบประเภทคาร์บอน ที่จะติดอยู่ด้านข้างของลูกกระสุนปืนซึ่งในขณะที่ลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ผ่านเป้าที่ถูกยิงนั้น จะเกิดการเสียดสีของลูกกระสุนปืนวัตถุที่ถูกยิง ซึ่งจะส่งผลให้คราบสารต่างที่ติดอยู่ที่ลูกกระสุนปืนถูกทิ้งไว้บริเวณโดยรอบของรูที่ลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ผ่าน^[9]



ภาพที่ 1.4 แสดงคราบเขม่าดินปืนที่จะปรากฏบริเวณขอบทางเข้าโดยรอบของรูลูกกระสุนปืน (Bullet wipe mark) (http://www.firearmsid.com/A_distbulletholes.htm, 20 สิงหาคม 2554)

4.1.3 ปัจจัยในการเกิดคราบเขม่าดินปืน

คราบเขม่าดินปืนที่จะตรวจพบได้บนเป้าหมายประเภทผ้าที่ถูกยิงนั้น เป็นผลมาจากเขม่าดินปืนที่พ่นตามลูกกระสุนปืนออกมาทางปากลำกล้องด้วยความเร็วและความร้อนที่สูงมาก^[9] (ประมาณ 2,000 C) ซึ่งภายในเขม่าดินปืนที่พ่นออกมานั้นจะประกอบไปด้วย อนุภาคของดินปืนที่ผ่านการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ดินปืนที่ยังไม่ผ่านการเผาไหม้ จะมีทั้งธาตุและสารเคมีต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการจุดระเบิดของกระสุนปืน เนื่องจากเขม่าดินปืนที่พ่นออกมาทางปากลำกล้องปืนนั้นถึงแม้จะมีความเร็วสูงแต่อนุภาคโดยรวมส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวัตถุที่มีมวลน้อย จึงมีผลให้เขม่าดินปืนจะพุ่งไปได้ไม่ไกลจากลำกล้องปืนมากนัก ซึ่งจะมีระยะประมาณ 2 ฟุต (60 เซนติเมตร) สำหรับอาวุธปืนพกและประมาณ 6 ฟุต (2 เมตร) สำหรับอาวุธปืนล่ากล้อยาว แต่ปัจจัยที่จะมีผลต่อการปรากฏคราบเขม่าดินปืนบนผ้าที่ถูกยิงนั้น มีปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ

- สภาพพื้นผิวของผ้าที่ถูกยิง เช่นในกรณีที่ถูกยิงในขณะที่ผ้าเปียกชื้น ย่อมมีผลทำให้มีคราบเขม่าดินปืนติดขึ้นมา

- ชนิด ประเภทของดินส่งกระสุนปืนหรือดินปืน (Propellant) ซึ่งจะมีความแตกต่างในด้านการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ต่างกัน

- ปริมาณแรงขับเคลื่อนจากการระเบิดซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากชนิด ประเภทของกระสุนปืน ถึงแม้ว่าจะเป็นกระสุนปืนในขนาดเดียวกันแต่มิ่วัตถุประสงค์ในการใช้งานที่ต่างกัน

- น้ำหนักหรือปริมาณการบรรจุดินส่งกระสุนปืนหรือดินปืน (Propellant) กระสุนปืนที่บรรจุดินมากย่อมสร้างแรงขับเคลื่อนและเผาไหม้ดินปืนในปริมาณที่สูงมากขึ้นด้วย

4.1.4 เทคนิคในการตรวจพิสูจน์หาระยะยิง

ในการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงจะเป็นการตรวจคราบร่องรอยของการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืนบนเป้าที่ถูกยิง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป้าที่ถูกยิงมักจะนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์วัตถุประเภทเสื้อผ้า โดยหลักการในการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงจะเป็นการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบลักษณะการกระจายตัวของคราบเผาไหม้ดินปืนบนผ้าที่ถูกยิงเทียบกับลักษณะการกระจายตัวของคราบเผาไหม้ดินปืนที่ยิงจากอาวุธปืนต้องสงสัย เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของคราบเผาไหม้ดินปืนนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตาม ชนิด ขนาด ประเภทของอาวุธปืนที่ใช้ยิง ตลอดจนประสิทธิภาพ คุณภาพของดินส่งกระสุนปืนอีกด้วย ซึ่งโดยหลักการเทียบเคียงลักษณะการกระจายตัวของคราบเผาไหม้ดินปืนในกระบวนการตรวจพิสูจน์นั้น จะตรวจวิเคราะห์ด้วยการยิงทดสอบจะมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อลักษณะการกระจายตัวของคราบเผาไหม้ดินปืนให้อยู่ในสถานะเดียวกัน ทั้งชนิด ยี่ห้อของอาวุธปืน ความยาวลำกล้อง ชนิด ยี่ห้อของกระสุนปืนรวมถึงรุ่นในการผลิต ส่วนเทคนิคในการวิเคราะห์ผลซึ่งจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกลักษณะการกระจายตัวของคราบเผาไหม้ดินปืนนั้น จะประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักสองขั้นตอน^[10] คือ

- การวิเคราะห์หาด้วยกล้องกำลังขยายต่ำ เพื่อตรวจหาคราบเผาไหม้ดินปืน, เม็ดเผาไหม้ดินปืนหรือดินปืนที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์หรือยังไม่ผ่านการเผาไหม้

- การวิเคราะห์ทางเคมี

➤ Sodium rhodizonate test

การวิเคราะห์ทางเคมีด้วย เทคนิค Sodium rhodizonate test เป็นการทดสอบทางเคมีเพื่อหาอนุภาคตะกั่วที่กระจายตัวอยู่ในคราบเขม่าบนเป้าหมายที่ถูกยิง โดยใช้การเกิดปฏิกิริยาของสารละลาย Sodium rhodizonate กับอนุภาคตะกั่วในคราบเผาไหม้ดินปืนและเขม่าปืน ซึ่งจะให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้สีม่วง

➤ Walker test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบหา Nitrites ซึ่งเป็นส่วนประกอบในดินปืนทั้งในส่วนที่เผาไหม้หมดแล้วและยังเผาไหม้ไม่หมดหรือเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งผลของการเกิดปฏิกิริยาจะให้สารที่มีสีแดงหรือสีส้ม

➤ Greiss test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบหา Nitrites เหมือนกับเทคนิค Walker test แต่ในการวิเคราะห์นั้น จะใช้ naphthylamine แทน 2-naphthylamine-4, 8-disulphonic acid ซึ่งผลของการเกิดปฏิกิริยาจะให้สารที่มีสีส้ม

➤ Marshall test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบหา Nitrites ด้วยการทำปฏิกิริยาของ Nitrites กับสารละลาย Sulphanilic acid 5% บนกระดาษอัดรูป ซึ่งจะให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้สีม่วง

➤ Tewari test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบหา Nitrites ด้วยการทำปฏิกิริยาของ Nitrites กับสารละลาย tazoline hydrochloride (2-N-benzyl anilinomethyliminazolinehydrochloride) ซึ่งจะให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้สีเหลือง

➤ Lunge reagent

การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเทคนิค Lunge reagent เป็นเทคนิคแรกที่มีการนำมาใช้เพื่อทดสอบหาการกระจายตัวของเขม่าดินปืน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อวิเคราะห์หา Nitrites ด้วยสารละลาย Diphenylbenzidine ซึ่งจะให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้สีน้ำเงิน

➤ Dithiooxamide(DTO)

ในการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อการกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืนในหลายเทคนิคตามที่ได้กล่าวมา ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นอกจากการบ่งบอกลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนแล้วยังทำให้สามารถทราบถึงทางเข้าทางออกของลูกกระสุนปืนได้อีกด้วยในกรณีที่เป็นการยิงด้วยลูกกระสุนปืนชนิด Lead round nose หรือ Semi-jacketed แต่ในกรณีที่เป็นการยิงด้วยลูกกระสุนปืนชนิด Full metal jacketed ซึ่งมีลักษณะของลูกกระสุนปืนที่หุ้มด้วยทองแดง ดังนั้นเทคนิคการวิเคราะห์ทางเคมี Dithiooxamide (DTO) จึงถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หาทองแดง (Copper) และนิกเกิล (Nickel) ซึ่งเป็นธาตุองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ในร่องลูกกระสุนปืน (jacketed) ผลของการทำปฏิกิริยาของ Dithiooxamide (DTO) จะให้สีเขียวเข้มเมื่อทำปฏิกิริยากับทองแดง (Copper) และจะให้สีชมพูถึงม่วงเมื่อทำปฏิกิริยากับนิกเกิล (Nickel)

4.2 องค์ประกอบของกระสุนปืน

4.2.1 เครื่องกระสุนปืน

เครื่องกระสุนปืนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในการยิงปืนและเป็นเงื่อนไขจำเป็นสำหรับผู้ที่จะต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน ซึ่งตามข้อกฎหมายพระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิงและสิ่งเทียมอาวุธปืน พ.ศ. 2490 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2543 ได้ให้

นิยามของเครื่องกระสุนปืน หมายความว่ารวมตลอดถึงกระสุนโดด กระสุนปราย กระสุนแตก ลูกกระเบิด ตอร์ปิโด ทุ่นระเบิดและจรวด ทั้งชนิดที่มีหรือไม่มีกรดแก๊ส เชื้อเพลิง เชื้อโรค ไอพิษ หมอกหรือควัน หรือกระสุน ลูกกระเบิด ตอร์ปิโด ทุ่นระเบิดและจรวด ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน หรือเครื่อง หรือสิ่งสำหรับอัด หรือทำ หรือใช้ประกอบเครื่องกระสุนปืน⁽¹⁾ ความเข้าใจความหมายในนิยามของเครื่องกระสุนปืนเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับวัตถุพยานประเภทอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นขององค์ความรู้ ความเข้าใจในองค์ประกอบและหลักการทำงานของเครื่องกระสุนปืน ตลอดจนการพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการทำงานของเครื่องกระสุนปืน

4.2.2 วิวัฒนาการของกระสุนปืน

วิวัฒนาการของกระสุนปืนนั้น เกิดขึ้นจากการค้นพบดินปืน ซึ่งต่อมาได้มีการจำแนกประเภทของดินปืนและได้จำแนกประเภทของดินปืนที่ค้นพบในครั้งแรกว่าเป็นดินปืนชนิดดินดำ (Black powder) ซึ่งถือว่าเป็นวัตถุระเบิดที่มีการค้นพบโดยประเทศจีน เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1000 กระสุนปืนในยุคเริ่มแรกที่มีการใช้ยิงจากอาวุธปืนนั้น จะเป็นกระสุนปืนที่ใช้ยิงจากอาวุธปืนประเภทปืนประจูปาก ซึ่งมีกลไกในการทำงานโดยการบรรจุกระสุนปืนเข้าทางปากลำกล้อง จนถึงช่วงประมาณ ศตวรรษที่ 15 จึงได้มีการพัฒนากระสุนปืนแบบเป็นนัดเกิดขึ้นซึ่งมีกลไกการทำงานที่บรรจุกระสุนปืนทางด้านท้ายลำกล้อง ซึ่งเป็นรูปแบบกลไกการทำงานของอาวุธปืนในปัจจุบัน แต่ในส่วนของดินปืน (Propellants or Gunpowder) นั้นยังคงใช้ดินปืนชนิดดินดำ (Black powder) อยู่เหมือนเดิม โดยหลักการทำงานของกระสุนปืนนั้นตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันหลักการทำงานยังคงเหมือนเดิม คือใช้การเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ของดินปืนจากการระเบิดเพื่อให้ได้

แก๊สในปริมาณที่สูงมากในพื้นที่จำกัดเพื่อขจัดอันตรายให้ลูกกระสุนปืนเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งในส่วนของการวิวัฒนาการนั้น จะมีความแตกต่างในส่วนของการพัฒนาหลักการการทำงาน และวัสดุที่ใช้เป็นองค์ประกอบของเครื่องกระสุนปืนและกลไกการทำงานของอาวุธปืนให้มีความแม่นยำมากขึ้น มีความรวดเร็วในการยิงมากขึ้นหรือเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในด้านอื่นๆ ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นผลจากกลไกการทำงานของส่วนที่เป็นองค์ประกอบจากเครื่องกระสุนปืน^[12] ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเครื่องกระสุนปืนในปัจจุบันประกอบด้วย

4.2.3 องค์ประกอบของเครื่องกระสุนปืน

- ลูกกระสุนปืน(Bullet)
- ดินปืน(Propellants or Gunpowder)
- ปลอกกระสุนปืน(Cartridge case)
- แก๊ปปืน(Primers)



ภาพที่ 1.5 แสดงโครงสร้างองค์ประกอบของกระสุนปืน (<http://www.FirearmsID.com>, 13 มีนาคม 2553)

4.2.4 ลูกกระสุนปืน (Bullet)

นับตั้งแต่เริ่มต้นของการใช้อาวุธปืนจนถึงปัจจุบัน ลูกกระสุนปืนนั้นจะผลิตขึ้นมาจากโลหะ

ตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งอาจจะมีการพัฒนารูปแบบของลูกกระสุนปืนในบางลักษณะ เช่น มีการหุ้มแกนตะกั่วลูกกระสุนปืนด้วยโลหะอื่นๆ เช่น หุ้มด้วยทองแดง หรือวัสดุอื่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและประสิทธิภาพในการใช้งาน บางประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการออกแบบลูกกระสุนปืนนั้นๆ



ภาพที่ 1.6 แสดงโครงสร้างองค์ประกอบของลูกกระสุนปืนชนิดทองแดงหุ้มตะกั่ว (<http://www.world.guns.ru>, 13 มีนาคม 2553)



ภาพที่ 1.7 แสดงโครงสร้างองค์ประกอบของลูกกระสุนปืน ชนิดหัวตะกั่ว (Plain Lead Round-nosed Bullet) และชนิด ทองแดงหุ้มตะกั่ว (Copper jacketed full-metal-case Bullet) (<http://www.FirearmsID.com>, 21 มีนาคม 2553)

4.2.5 ดินปืน (Gunpowder) หรือดินส่ง

กระสุนปืน (Propellants)

ดินปืน (Gunpowder) หรือดินส่งกระสุนปืน

(Propellants) เป็นวัตถุที่มีสภาพเป็นของแข็งสามารถเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ให้แก๊สจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว ด้วยคุณลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาของดินปืนที่สามารถสร้างแรงดันของแก๊สที่สูงมาก จึงมีการนำแรงดันที่ได้ไปประยุกต์ในการขับเคลื่อนวัตถุในลักษณะต่างๆ เช่น สะเก็ดระเบิดหรือลูกกระสุนปืน เป็นต้น ซึ่งต่อมาได้มีการวิวัฒนาการกลายเป็นอาวุธปืนตามที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน ดินปืนเริ่มมีการพัฒนารูปแบบเพื่อการใช้งานในการยิงปืนตั้งแต่ช่วงศตวรรษที่ 15 และหลังจากนั้น ได้มีการพัฒนาดินปืนให้มีความเหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ของการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ทั้งในด้านองค์ประกอบ รูปแบบของดินปืนในปัจจุบันเราจำแนกประเภทของดินปืน (Gunpowder) หรือดินส่งกระสุนปืน (Propellants) ออกเป็นสามประเภทดังนี้

1. ดินดำ (Black powder)

ดินดำ (Black powder) เป็นวัตถุระเบิดชนิดแรกที่มีการค้นพบโดยประเทศจีน เมื่อประมาณปี ค.ศ.1000 ซึ่งได้มีการพัฒนามาใช้เป็นดินปืนในปี ค.ศ.1040 และต่อจากนั้นก็ได้มีการพัฒนารูปแบบการใช้งานในลักษณะต่างๆ กระจายไปทั่วภูมิภาคเอเชียจนถึงยุโรป ส่วนประกอบหลักของดินดำ (Black powder) นั้น จะประกอบไปด้วย ถ่านไม้ (charcoal) 15% กำมะถัน (sulfur) 10% และดินประสิว (potassium nitrate) 75% ดินดำ (Black powder) ได้รับความนิยมในการใช้งานเป็นดินส่งกระสุนปืนชนิดหลักอยู่หลายร้อยปี จนกระทั่งได้มีการค้นพบ ดินปืนชนิดดินควันน้อย ในปี ค.ศ.1884 ซึ่งมีผลทำให้ดินดำได้รับความนิยมที่ลดน้อยลง^[12]

2. ดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder)

ดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder) เป็นดินส่งกระสุนปืนอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับการนิยมน้อยมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนำไปใช้เป็นดินส่งกระสุนปืนใน

กลุ่มอาวุธปืนพกในปัจจุบันเนื่องจากในการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้จากการระเบิดนั้นจะให้ความน้อยซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีกว่าดินดำ ดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder) มีจุดเริ่มต้นมาจากการค้นพบวัตถุระเบิดแรงสูง Gun cotton และ Nitroglycerine ซึ่งการนำวัตถุระเบิดแรงสูงทั้งสองชนิดมาใช้งานในช่วงเริ่มต้นนั้นประสบปัญหาด้านการควบคุมแรงระเบิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้งานเป็นดินส่งกระสุนปืน แรงดันจากการระเบิดนั้นสูงและรวดเร็วมากจนก่อให้เกิดการระเบิดของลำกล้องก่อนที่จะถูกกระสุนปืนจะเคลื่อนที่พ้นลำกล้องออกไปได้ ส่งผลให้การพัฒนาในช่วงต่อมาจะมุ่งเน้นไปในด้านความก้าวหน้าในการควบคุมปฏิกิริยาจากการระเบิดและการพัฒนาดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder) เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานกับ เครื่องกระสุนปืนและอาวุธปืนแต่ละชนิดประเภท ที่มีการพัฒนาขึ้นมา ในปัจจุบันสามารถจำแนกดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder) ออกเป็น 2 ประเภท^[12] ดังนี้ คือ

➤ Single-base powder

ดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder) ประเภท Single-base powder เป็นดินปืนประเภทดินควันน้อย ประเภทแรกที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับอาวุธปืน Single-base powder ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1884 โดย Vieille นักเคมีชาวฝรั่งเศส ซึ่งเกิดขึ้นจากการละลาย Nitrocellulose หรือที่เรียกกันในนาม "Gun cotton" ในสารละลายผสมของ Ether และ Alcohol ซึ่งของผสมที่ได้จะมีลักษณะเป็นวุ้น (Gelatinous colloid) ซึ่งเมื่อปล่อยให้แห้งจะสามารถขึ้นรูปได้ในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้งเป็นแบบแผ่น แท่ง ทรงกลมหรือรูปร่างในลักษณะอื่น ๆ ได้ ความแตกต่างของการขึ้นรูปของดินควันน้อยในลักษณะต่างๆ กันนั้น จะส่งผลต่ออัตราเร็วใน

การเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้จากการระเบิดที่แตกต่างกันอีกด้วย^[2]

➤ Double-base powder

Double-base powder เป็นอีกประเภทหนึ่งของดินควันน้อย (Smokeless Powder or Nitro powder) ถูกพัฒนาขึ้น โดย Alfred Nobel นักเคมีชาวสวีเดน ในปี ค.ศ.1887 ซึ่งได้ทำการละลาย Nitrocellulose ใน Nitroglycerine แล้วผสมด้วยสารอื่นๆ เพื่อช่วยในการคงสภาพและการขึ้นรูปในลักษณะต่างๆ ในปัจจุบันดินควันน้อยประเภท Double-base powder เป็นที่นิยมและมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ในประเทศอังกฤษจะใช้ดินควันน้อยชนิด Cordite ซึ่งเป็นดินควันน้อยประเภท Double-base powder ที่มีองค์ประกอบของ Nitrocellulose 37%, Nitroglycerine 58% และ Vaseline 5% เพื่อช่วยในการคงสภาพและการขึ้นรูป Cordite ถูกใช้เป็นดินส่งกระสุนปืนในหลายๆประเภท ตั้งแต่กระสุนปืนใหญ่ถึงกระสุนปืนพกในขนาดต่างๆ

3. ดินรูปแบบใหม่ (Moderation of nitro cellulose-based propellant)

ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าในการพัฒนาดินส่งกระสุนปืนให้มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานมากขึ้น แต่ทั้งนี้ก็ยังคงเป็นดินส่งกระสุนปืนในกลุ่มของ Nitrocellulose-based โดยมีการพัฒนาทั้งในส่วนของคุณสมบัติตรงตามความต้องการ เช่นในส่วนของคุณสมบัติทางกายภาพและการเติมแต่งสารเคมีบางชนิดลงไป เพื่อให้ได้ดินส่งกระสุนปืนที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการ เช่นในส่วนของคุณสมบัติทางกายภาพที่ขึ้นรูปดินส่งกระสุนปืนที่มีขนาดเล็กหรือมีช่องภายในเม็ดของดินปืนเพื่อให้มีพื้นที่ผิวที่มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่รวดเร็วขึ้น เป็นต้น การพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของดินส่งกระสุนปืนนั้นถือได้ว่ามีความสำคัญและเป็นความลับของผู้ผลิตแต่ละราย

ในกลุ่มของสารเติมแต่งที่จะมีการผสมลงไปในดินส่งกระสุนปืนในปัจจุบัน ได้แก่

กลุ่มของสารเติมแต่งหลักในดินส่งกระสุนปืน^[2]

Additive	Purpose
Resorcinol	Plasticizer
Triacetin	Plasticizer
Dimethyl sebacetate	Plasticizer
Dimethyl phthalate	Plasticizer
2:Dinitro diphenylamine	Plasticizer
Calcium carbonate	Adsorb free nitrogen dioxide for long-term propellant stability
Diphenylamine	Adsorb free nitrogen dioxide for long-term propellant stability
Dinitro toluene	Gelatinizer to slow rate of burning
Dibutylphthalate	Gelatinizer to slow rate of burning
Carbamate	Gelatinizer to slow rate of burning
Barium nitrate	To increase rate of burning
Potassium nitrate	To increase rate of burning
Graphite	Surface moderator
Woodmael	A fuel-only shotgun ammunition

กลุ่มของสารเติมแต่งชนิดอื่นๆ ที่อาจจะมีการใช้เติมแต่งดินส่งกระสุนปืน

Additive	Purpose
Cresol	Nitroglycerine
Carbazole	N-nitrosodiphenylamine
Carbanilide	Trinitrotoluene
Nitrophenylamine	N,N-dimethylcarbanilide

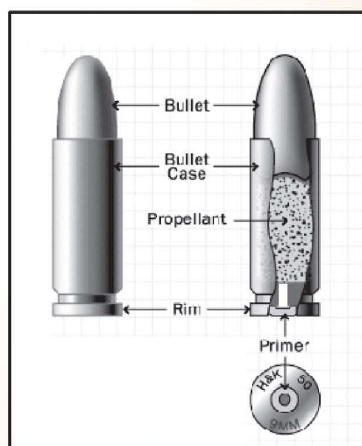
Dinitroresol	2,4-Dinitrodiphenylamine
Triactin	Dibutylphthalate
Nitrotoluene	Pentaerythritol tetranitrate
Cyclonite or RDX	N,N-dibutycarbanilide
(Royal Demolition eXplosive)	
Diethylphthalate	Methycertralite

4.2.6 ปลอกกระสุนปืน (Cartridge case)

ปลอกกระสุนปืนเป็นส่วนที่ใช้ในการบรรจุดินปืน (Gunpowder) หรือดินส่งกระสุนปืน (Propellants) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วในกลุ่มกระสุนปืนพกทั่วไป ปลอกกระสุนปืนจะทำจากโลหะอลูมิเนียม, ทองเหลืองหรือทองเหลืองเคลือบด้วยอลูมิเนียม เนื่องจากจะเป็นส่วนที่จะต้องรองรับแรงระเบิดจากการระเบิดของดินปืนและความร้อนมหาศาลที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้

4.2.7 แก๊ปปืน (Primers)

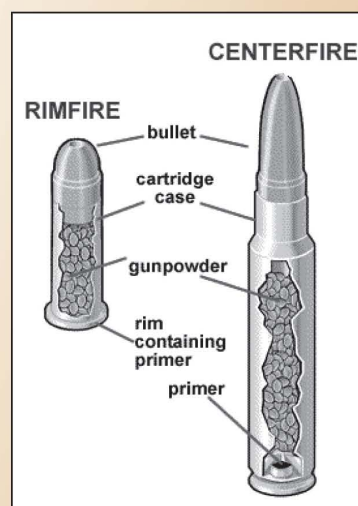
แก๊ปปืน (Primer) หรือชนวนท้ายกระสุนปืน เป็นส่วนสำคัญในกลไกการทำงานของกระสุนปืน ภายในแก๊ปปืน (Primer) จะบรรจุวัตถุระเบิดแบบกระทบแตก (Priming compound) ซึ่งในกลไกการทำงานของกระสุนปืน Priming



ภาพที่ 1.8 แสดงตำแหน่งของแก๊ปปืน (Primer) ในกระสุนปืน (<http://www.forensicfact.wordpress.com>, 30 มีนาคม 2553)

compound จะเกิดการระเบิดขึ้นจากการกระทบของเข็มแทงชนวนหรือชนวนปืน ซึ่งผลจากการระเบิดจะก่อให้เกิดประกายไฟลุกไหม้เข้าไปจุดระเบิดดินส่งกระสุนปืน เพื่อให้เกิดการระเบิดที่มีแรงดันสูงในการขับเคลื่อนลูกกระสุนปืนต่อไป Priming compound เกิดขึ้นจากการค้นพบสารประกอบ Mercury fulminate ในปี ค.ศ.1807 โดย Alexander John Forsyth ซึ่งในช่วงเริ่มแรกถูกนำมาใช้ในอาวุธปืนประจุกปากแบบปืนแก๊ป ในปัจจุบันแก๊ปปืนเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญในกระสุนปืนและมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย องค์ประกอบของ Priming compound ในยุคเริ่มแรกจะประกอบไปด้วย Potassium chlorate 70.6%, Sulfur 17.6% และ Charcoal 11.8%

รูปแบบของแก๊ปปืน (Primer) ที่มีการใช้งานในอาวุธปืนพกในปัจจุบัน แบ่งออกเป็นสองชนิด คือแก๊ปปืน (Primer) ในกระสุนปืนชนิดชนวนริมและแก๊ปปืน (Primer) ในกระสุนปืนชนิดชนวนกลาง



ภาพที่ 1.9 แสดงตำแหน่งของแก๊ปปืน (Primer) ในกระสุนปืนชนิดชนวนริมและแก๊ปปืน (Primer) ในกระสุนปืนชนิดชนวนกลาง (<http://www.hunter-ed.com>, 30 มีนาคม 2553)

4.3 แนวคิด ทฤษฎี และอุดมคติหรืออุดมการณ์

ด้วยหลักการในการตรวจพิสูจน์ทราบเขม่าดินปืนบนวัตถุพยานประเภทผ้านั้น มีแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อหาหลักฐานที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ว่าผ้านั้นถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืนหรือไม่และถูกยิงที่ระยะห่างเท่าไร ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ใช้เป็นฐานในการลงความเห็นนั้น จะประกอบไปด้วยผลการวิเคราะห์หาธาตุสำคัญที่มาจากการยิงปืนและสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์อยู่ในคราบเขม่าดินปืน ซึ่งกระบวนการขั้นตอนเทคนิคในการตรวจวิเคราะห์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เป็นกระบวนการตรวจพิสูจน์ที่ตัวอย่างจะต้องถูกทำลายหรือมีการเปลี่ยนแปลงสภาพไปในบางส่วน ประกอบกับการมีข้อจำกัดในความชัดเจนของผลการวิเคราะห์และสภาพของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ ด้วยการวิเคราะห์คราบเขม่าดินปืนเพื่อหาระยะยิงที่มีหลักการในการวิเคราะห์เพื่อหาธาตุสำคัญที่มาจากการยิงปืนหรือสารเคมีที่อยู่ในคราบเขม่าดินปืน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำหลักการวิเคราะห์หาธาตุสำคัญที่มาจากการยิงปืนด้วยเทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray Fluorescence) และการตรวจวิเคราะห์หาสารเคมีที่อยู่ในคราบเขม่าดินปืนด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy เข้ามาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างบนผ้าที่ถูกยิงเพื่อหาระยะยิง ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาเทคนิคการตรวจพิสูจน์หาระยะยิง ทั้งในด้านการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อทดแทนเทคนิคเดิมหรือสนับสนุนผลการวิเคราะห์ของเทคนิคเดิมที่ดำเนินการอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.3.1 เทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray Fluorescence) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยการศึกษาทาง สเปกโทรสโกปีที่เกี่ยวข้องกับการปล่อย (emission) พลังงาน เพื่อตรวจวัดธาตุที่

เป็นองค์ประกอบในสารตัวอย่างต่างๆ ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการของเทคนิคดังกล่าว ต้องมีการกระตุ้นสารตัวอย่างก่อนด้วยรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาหรืออนุภาค เช่น อิเล็กตรอนหรือโปรตอน อะตอมของธาตุต่างๆ ในสารตัวอย่างหลังจากถูกกระตุ้นก็จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์เฉพาะ (characteristic X-ray) รังสีที่ปล่อยออกมานี้จะมีพลังงานอยู่ในช่วงประมาณ 1-60 keV ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณขีดจำกัดในการตรวจวัด (detection limit) อาจตรวจได้ถึงระดับ 1 ppm ($1\mu\text{g}$ ต่อสาร 1 g) และถ้าใช้สารตัวอย่างแบบฟิล์มบาง (thin film sample) อาจตรวจได้ถึงระดับต่ำกว่า 1 ppm ได้ ในปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารตัวอย่างทางด้านโลหกรรม (metallurgy) ทางด้านเคมีธรณี (geochemistry) สารตัวอย่างจากการศึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อมและการตรวจพิสูจน์วัตถุพยาน^[13]

เครื่องตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray Fluorescence) มีข้อได้เปรียบในการใช้งานเมื่อเทียบกับเครื่องมืออื่นๆหลายประการ เช่น ตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพได้ในเวลาอันรวดเร็ว ตรวจได้คราวละหลายธาตุพร้อมกัน (multi-element capability) ไม่ทำลายสารตัวอย่างหรือทำให้สารตัวอย่างสูญเสียสภาพเดิม (non-destructive method) ใช้สารตัวอย่างในสภาพที่เป็นของแข็งได้

4.3.2 พูเรียทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

อินฟราเรด สเปกโทรสโกปีเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่นิยมใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์โครงสร้างของสาร วิเคราะห์ได้ทั้งตัวอย่างที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ข้อมูลที่ได้จากอินฟราเรดสเปกตรัมจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันในโครงสร้างของโมเลกุล คือเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับการสั่น (Vibration) และการหมุน

(Rotation) ของโมเลกุล พลังงานของช่วงคลื่นอินฟราเรดไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการทวนชั้นของอิเล็กตรอนในโมเลกุลได้ ทำให้สเปกตรัมที่ได้มีลักษณะเป็นแถบที่แคบหรือเรียกว่าพีคและอยู่ใกล้หรือซ้อน เหลื่อมทับกัน อินฟราเรดเป็นช่วงหนึ่งของสเปกตรัมของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีเลขคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 12,800 ถึง 10 cm^{-1} ช่วงคลื่นอินฟราเรด

ช่วงคลื่นที่นิยมใช้มากที่สุดได้แก่ อินฟราเรดย่านกลาง หรือ mid IR ในช่วง 4000-650 cm^{-1} ซึ่งในย่านนี้แบ่งเป็นสองส่วนที่ให้ข้อมูลเสริมกัน ในช่วง 4000-1300 cm^{-1} จะเรียกว่า group frequency region ซึ่งให้ข้อมูลของ functional group แต่ไม่ให้โครงสร้างที่สมบูรณ์ของโมเลกุลนั้นๆ และช่วง 1300-650 cm^{-1} จะเรียกว่า fingerprint region ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงโครงสร้างของโมเลกุลที่สมบูรณ์ และเป็นลักษณะเฉพาะของโมเลกุลนั้นๆ สเปกตรัมช่วงนี้ค่อนข้างซับซ้อน จึงต้องอาศัยการเปรียบเทียบกับสารที่ทราบโครงสร้างแล้ว อินฟราเรดสเปกตรัม

4.4 วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในกระบวนการขั้นตอนมาตรฐานของการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยั้ง จะต้องทำการทดสอบยิงทดสอบอาวุธปืนต้องสงสัยด้วยกระสุนปืนที่ชนิดประเภทเดียวกันกับที่ใช้ในการก่อเหตุ เพื่อการศึกษาเทียบเคียงลักษณะการกระจายตัวของเขม่าปืนที่ปรากฏบนเป้าที่ถูกยิง ว่ามีความสอดคล้องกับลักษณะของเป้าที่ถูกยิงในที่เกิดเหตุหรือไม่ อย่างไร[14]

ในมาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยั้งหรือร่องรอยจากลูกกระสุนปืน ได้มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์ทางเคมี Dithiooxamide (DTO) หรือที่เรียกกันในอีกชื่อว่า Rubenic acid test เข้ามาใช้กันอีกวิธีหนึ่ง เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสามารถนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หาทองแดง (Copper) และนิเกิล

(Nickel) ได้ ซึ่งทองแดง (Copper) และนิเกิล (Nickel) เป็นธาตุองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ในร่องลูกกระสุนปืน (jacketed) และในขณะที่ลูกกระสุนปืนกระทบเป้าจะเกิดการเสียดสีและทิ้งคราบของทองแดง (Copper) หรือนิเกิล (Nickel) ไว้เป็นบริเวณโดยรอบรูของลูกกระสุนปืน ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นอกจากการบ่งบอกลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนแล้วยังทำให้สามารถทราบถึงทางเข้าทางออกของลูกกระสุนปืนได้อีกด้วย^[15]

ในการวิเคราะห์หาระยะยั้งบนเป้าหมายที่ถูกยิงนั้น ตามมาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์ได้มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์ Modified Griess เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์หาลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืน ซึ่งเทคนิคการวิเคราะห์ Modified Griess จะเป็นกระบวนการวิเคราะห์ทางเคมีโดยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสารประเภทไนไตร (nitrites) ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่มีอยู่ในดินส่กระสุนปืน ซึ่งในการเกิดปฏิกิริยาจะให้สารสีส้มแดง^[16]

ในมาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยั้งหรือร่องรอยจากลูกกระสุนปืน ได้มีการนำการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเทคนิค Sodium rhodizonate test ซึ่งเป็นการทดสอบทางเคมีเพื่อหาอนุภาคตะกั่วที่กระจายตัวอยู่ในคราบเขม่าบนเป้าหมายที่ถูกยิง โดยใช้การเกิดปฏิกิริยาของสารละลาย Sodium rhodizonate กับอนุภาคตะกั่วในคราบเขม่าดินปืนและเขม่าปืน ซึ่งจะให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้สีม่วง^[17]

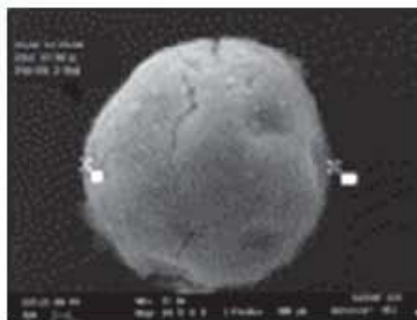
ในมาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์ได้มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างเบื้องต้น โดยเฉพาะการใช้ร่วมกับอุปกรณ์เสริมแบบ Attenuated Total Reflection (ATR) ซึ่งส่งผลให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ตัวอย่างได้หลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขั้นตอนของการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทาง

ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่น ๆ ในขั้นตอนต่อไป⁽¹⁸⁾

การเก็บตัวอย่างเขม่าดินปืนจากผู้ต้องสงสัยในการก่อเหตุ ซึ่งโดยพื้นฐานนั้นก็เพื่อการตรวจพิสูจน์สร้างความสัมพันธ์ของผลที่ได้กับประเด็นในการก่อเหตุ ทั้งนี้ในกระบวนการตรวจพิสูจน์จะมีแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะต่างๆ เช่น ขนาด รูปร่างตำแหน่งที่มีการตรวจพบเขม่าจากผู้ต้องสงสัยหรือในสถานที่เกิดเหตุ โดยจะนำข้อมูลผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเพื่อสร้างความสอดคล้องโดยการอ้างอิงจากฐานข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของ X-ray spectra, เอกลักษณ์ลักษณะทางกายภาพของเขม่าดินปืนและสภาพแวดล้อมอันเป็นผลจากการยิงในลักษณะต่าง ๆ สิ่งสำคัญที่ผู้ตรวจพิสูจน์จะต้องพิจารณาในการวิเคราะห์คือกระสุนปืนนั้นจะมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาและมีการผลิตที่แพร่หลายทั่วโลก ซึ่งส่งผลให้เป็นการยากลำบากในการวิเคราะห์และลงความเห็นอย่างชัดเจนถึงแหล่งที่มาอย่างชัดเจน แนวทางในการดำเนินการที่ดีที่สุดในการจัดทำฐานข้อมูล ซึ่งจะดำเนินการโดยการควบคุมปัจจัยภายนอกในการยิงทดสอบด้วยอาวุธปืนเพื่อศึกษาวิเคราะห์เขม่าดินปืนบนเป้าที่ถูกยิงด้วยระยะต่าง ๆ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูลในรูปแบบของ X-ray spectra การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค scanning electron microscopy ประกอบกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ICP (inductively coupled plasma analysis)⁽¹⁹⁾

การวิเคราะห์เขม่าดินปืนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สารอนินทรีย์ที่อยู่ภายในเขม่าดินปืน ถือได้ว่าเป็นหลักการวิเคราะห์ที่เป็นที่ยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ ในการวิเคราะห์เขม่าดินปืนด้วยเทคนิค SEM (scanning electron microscope) ถือได้ว่ามีประสิทธิภาพอย่างมากเนื่องจากสามารถตรวจวิเคราะห์เขม่าดินปืนจากส่วนต่างๆ ของอาวุธปืนหรือบนพื้นผิวในลักษณะ

ต่าง ๆ ได้ ด้วยผลของการวิเคราะห์ที่สามารถที่จะทราบลักษณะทางกายภาพของอนุภาคเขม่าดินปืนได้⁽²⁰⁾



ภาพที่ 1.10 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SE/SEM ให้เห็นถึงรูปร่างลักษณะของอนุภาคเขม่าดินปืนที่เก็บจากลำกล้องของอาวุธปืนพกอัตโนมัติ (Beretta) ขนาด 7.65 mm หลังจากทำการยิงด้วยกระสุนปืนอัตโนมัติ Giulio Focchi Lecco ขนาด 7.65 Browning ชนิดทองแดงหุ้มตะกั่ว (FMJ; jacketed bullet)

ทั้งนี้เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างในกระบวนการตรวจพิสูจน์จะสามารถที่จะลงความเห็นได้ว่าอนุภาคของเขม่าที่ตรวจพบนั้นเป็นอนุภาคที่มาจากแก๊สปืนหรือไม่ ด้วยการเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของรูปร่างลักษณะทางกายภาพนอกจากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพตามที่ได้กล่าว อนุภาคที่ตรวจพบนั้นยังได้รับการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบภายใน เพื่อหาความเป็นเอกลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบที่จะตรวจพบได้ในอนุภาคของเขม่าดินปืน

■ บทวิเคราะห์

จากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและรอยลูกกระสุนปืนในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างผ้าที่ถูกยิงด้วยปืนพกอัตโนมัติ

ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL โดยใช้ลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) ซึ่งได้มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่างทางสเปกโทรสโกปีแบบ X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ ATR FT-IR Spectroscopy เพื่อวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างทางโมเลกุลของคราบเขม่าปืนหรือเขม่าดินปืน ตลอดจนคราบร่องรอยอื่นๆ จากลูกกระสุนปืน เพื่อการศึกษาผลการวิเคราะห์ที่ได้ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและรอยลูกกระสุนปืนบนผ้าที่ถูกยิง ตลอดจนการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคด้วยเทคนิคของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการมาตรฐานในระดับสากลที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์ในปัจจุบันทั่วโลก

โดยได้ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งในด้านการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเทคนิค สเปกโทรสโกปีแบบ X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ ATR FT-IR Spectroscopy ตลอดจนการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบที่เกิดจากการทดลองยิงด้วยกระสุนปืนออตโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ในระยะยิงที่ 1 ถึง 5 สามารถแสดงผลได้ดังภาพ ต่อไปนี้

สภาพความเสียหาย

➢ **การฉีกขาด :** พบว่าการยิงในระยะยิงที่ 1 ระยะกอดติดเป้า (Contact) นั้น จะสร้างความเสียหายในลักษณะที่เป็นร่องรอยฉีกขาดที่เป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนแตกต่างจากระยะยิงอื่นๆ

➢ **รอยลูกกระสุนปืน :** พบว่าการยิงในระยะยิงที่ 1 ระยะกอดติดเป้า (Contact) เกิดความเสียหายที่รุนแรงในบริเวณที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านเป้ายิงทดสอบ

: ในระยะยิงที่ 2-5 ในบริเวณที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านเป้ายิงทดสอบมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน

: การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบจากลักษณะของความเสียหายในระยะยิงที่ 1 ถึง 5 ด้วยการสังเกตจากลักษณะทางกายภาพ จะพบว่ามีเพียงระยะยิงที่ 1 เท่านั้น ที่จะพบลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากรอยทะลุของลูกกระสุนปืนในระยะยิงที่ 2 ถึง 5

ปริมาณคราบเขม่า

➢ ในระยะยิงที่ 1 จะสังเกตเห็นคราบเขม่าที่มีความเข้มข้นมาก ประกอบกับจะสังเกตเห็นร่องรอยของการเผาไหม้ปรากฏอยู่ที่เป้ายิงทดสอบอีกด้วย

➢ ในระยะยิงที่ 1 ถึง 3 สามารถที่จะสังเกตเห็นคราบเขม่าได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณความเข้มข้นลดลงตามลำดับ

➢ ในระยะยิงที่ 4 และ 5 จะไม่สามารถสังเกตเห็นคราบเขม่าในบริเวณโดยรอบรูที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านได้

➢ การวิเคราะห์เพื่อลงความเห็นความแตกต่างของระยะยิงและร่องรอยของการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืนในระยะยิงที่ 4 และ 5 จะทำได้ยากมากด้วยการสังเกตลักษณะทางกายภาพ

จากลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบที่เกิดจากการทดลองยิงด้วยกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด.38 SPECIAL ในระยะยิงที่ 1 ถึง 5 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยการสังเกตในสภาพความเสียหายและปริมาณคราบเขม่าในบริเวณโดยรอบของรูลูกกระสุนปืนได้ในเบื้องต้นดังนี้

สภาพความเสียหาย

➢ **การฉีกขาด :** พบว่าการยิงในระยะยิงที่ 1 ระยะกอดติดเป้า (Contact) นั้น จะสร้างความ

เสียหายในลักษณะที่เป็นร่องรอยฉีกขาดที่เป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนแตกต่างจากกระสุนอื่น ๆ

➢ **รอยลูกกระสุนปืน** : พบว่าการยิงในระยะที่ 1 ระยะกดติดเป้า (Contact) เกิดความเสียหายที่รุนแรงในบริเวณที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านเป้ายิงทดสอบ

: ระยะยิงที่ 2-5 ในบริเวณที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านเป้ายิงทดสอบมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน

: การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบจากลักษณะของความเสียหายในระยะยิงที่ 1 ถึง 5 ด้วยการสังเกตจากลักษณะทางกายภาพ จะพบว่ามีเพียงระยะยิงที่ 1 เท่านั้น ที่จะพบลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากรอยทะลุของลูกกระสุนปืนในระยะยิงที่ 2 ถึง 5

ปริมาณคราบเขม่า

➢ ในระยะที่ 1 จะสังเกตพบคราบเขม่าที่มีความเข้มข้นอย่างมาก ประกอบกับจะสังเกตเห็นร่องรอยของการเผาไหม้ปรากฏอยู่ที่เป้ายิงทดสอบอีกด้วย

➢ ในระยะที่ 1 ถึง 3 สามารถที่จะสังเกตเห็นคราบเขม่าได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณความเข้มข้นลดลงตามลำดับ

➢ ในระยะยิงที่ 4 และ 5 จะไม่สามารถสังเกตเห็นคราบเขม่าในบริเวณโดยรอบรูที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่าน

➢ การวิเคราะห์เพื่อลงความเห็นในความแตกต่างของระยะยิงและร่องรอยของการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืนในระยะยิงที่ 4 และ 5 จะทำได้ยากมากด้วยการสังเกตลักษณะทางกายภาพ

2. ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติกขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL

ปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL เป็น

อาวุธปืนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำกล้องเท่ากัน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการวิเคราะห์การสังเกตจากลักษณะทางกายภาพเพื่อลงความเห็นถึงชนิด ประเภท ขนาดของอาวุธปืนที่ใช้ในการยิง โดยการพิจารณาจากร่องรอยของลูกกระสุนปืน ซึ่งในการทดลองในโครงการวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้อาวุธปืนทั้งสองประเภทที่มีความยาวลำกล้องเท่ากันด้วย เพื่อศึกษาผลกระทบในเชิงลักษณะทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นจากการยิงบนเป้ายิงทดสอบ โดยได้ทำการยิงทดสอบในระยะต่างๆ และสามารถแสดงผลข้อมูลลักษณะทางกายภาพเชิงเปรียบเทียบ

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเชิงเปรียบเทียบผลการยิงทดสอบที่ปรากฏบนผ้าด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ที่ระยะต่างๆ พบว่ามีแนวโน้มในสภาพร่องรอยของความเสียหายและคราบของเขม่าที่ติดอยู่ที่เป้ายิงทดสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบในแต่ละระยะนั้น ยังไม่สามารถระบุความแตกต่างในเอกลักษณ์ระหว่างผลจากการยิงด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ได้

3. การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket)

ลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) เป็นลูกกระสุนปืนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในกระสุนปืนหลายชนิด ขนาด ประเภท ซึ่งในการยิงทดสอบในการวิจัยในครั้งนี้ได้วางกรอบของการทดลองด้วยการยิงเป้าทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ทั้งนี้ในการยิงทดสอบอาวุธปืนแต่ละแบบได้

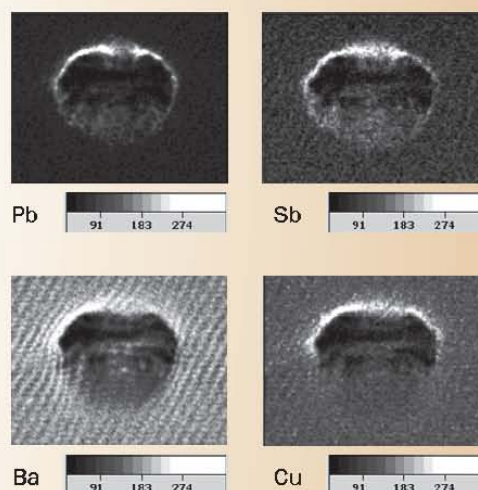
ทำการทดลองยิงด้วยลูกกระสุนปืนสองประเภท คือ ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket)

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบด้วยอาวุธปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีโวลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ซึ่งได้ทำการยิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) จากผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบในแต่ละระยะนั้น ยังไม่สามารถระบุความแตกต่างในเอกลักษณ์ระหว่างผลจากการยิงด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) ได้ ในอาวุธปืนทั้งสองประเภท

4. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF)

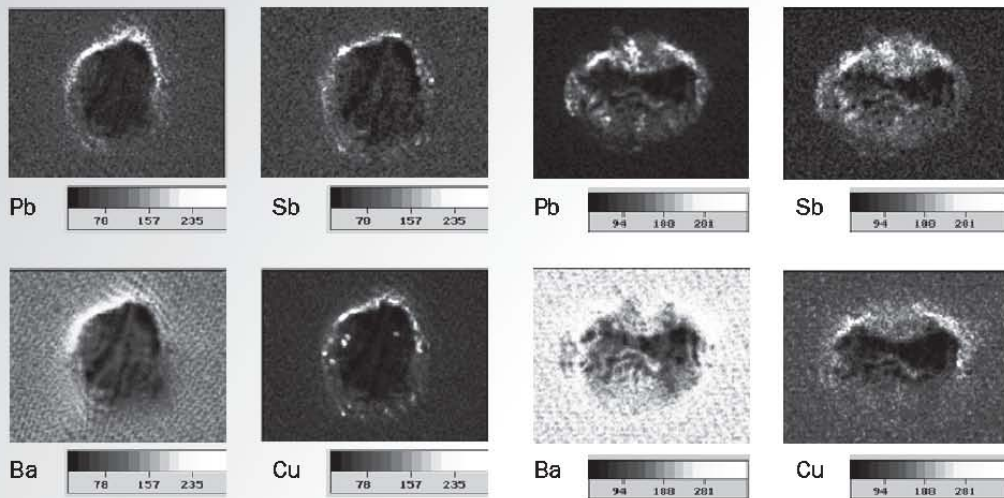
เทคนิคในการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ว่าวัตถุพยานนั้น ๆ มีความเกี่ยวข้องกับการยิงปืนหรือไม่ จะกระทำโดยการวิเคราะห์หาธาตุสำคัญที่มาจากการยิงปืนซึ่งโดยหลักการตรวจพิสูจน์ในปัจจุบันจะประกอบไปด้วย ธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba; Barium) และ ทองแดง (Cu;Copper) สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุการยิงด้วยลูกกระสุนปืนชนิดทองแดงหุ้มตะกั่ว (FMJ;Full Metal Jacket) ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้นั้นจะมีหลายรูปแบบทั้งการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยการทำปฏิกิริยาทางเคมี, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-MS), Atomic Absorption Spectrophotometer (AA) และ Scanning Electron Microscope

(SEM) ด้วยวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อการพัฒนาเทคนิคการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยของลูกกระสุนปืน ซึ่งนำเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนเช่นเดียวกันกับเทคนิคอื่น ๆ ตามที่ได้กล่าว



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแสดงผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของธาตุองค์ประกอบหลักที่มาจากการยิงปืน บนเป้ายิงทดสอบในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยลูกกระสุนปืนออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด LRN (Lead Round Nose)

เป้ายิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยลูกกระสุนปืนออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

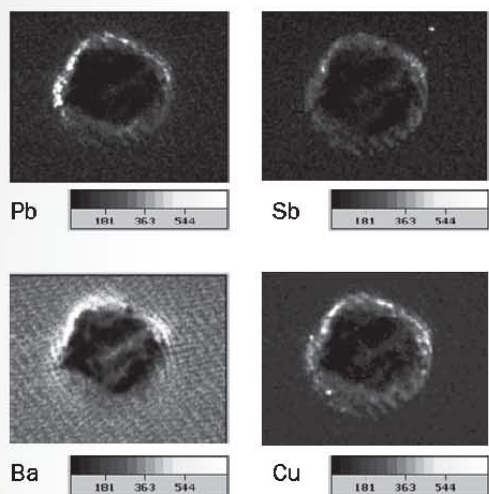


ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแสดงผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของธาตุองค์ประกอบหลักที่มาจากการยิงปืน บนเป้าหมายทดสอบในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยลูกกระสุนปืนอโตะเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

เป้าหมายทดสอบด้วยปืนพกวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยลูกกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด LRN (Lead Round Nose)

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแสดงผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของธาตุองค์ประกอบหลักที่มาจากการยิงปืนบนเป้าหมายทดสอบในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยลูกกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด LRN (Lead Round Nose)

เป้าหมายทดสอบด้วยปืนพกวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแสดงผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของธาตุองค์ประกอบหลักที่มาจากการยิงปืนบนเป้าหมายทดสอบในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยลูกกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

จากการนำเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนบนผ้าที่ได้ทำการยิงทดสอบ พบว่าสามารถที่จะตรวจพบธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และทองแดง (Cu;Copper) ซึ่งเป็นธาตุเป้าหมายหลัก

ที่มีการวิเคราะห์หาในการลงความเห็นถึงความเกี่ยวข้องของร่องรอยจากการยิงปืน ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่น ๆ

5. ผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากกระสุนปืน

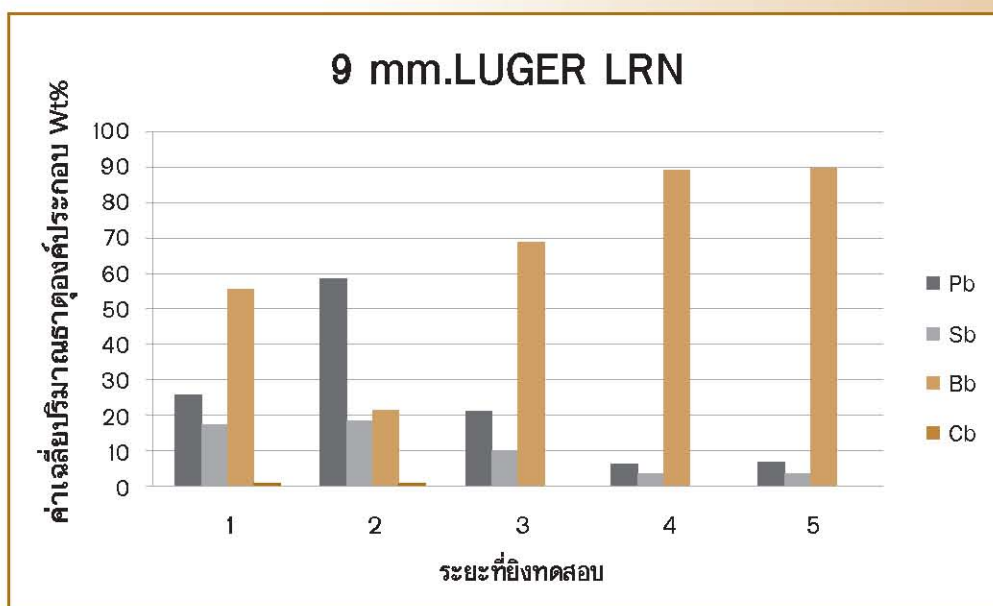
การวิเคราะห์ตัวอย่างผ้าเป้ายิงทดสอบในแต่ละระยะยิง ชนิด ประเภทของอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืนตามที่ได้ทำการทดลอง คณะผู้วิจัยได้รวบรวมผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) โดยได้ทำการรวบรวมผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากกระสุนปืนซึ่งประกอบไปด้วย ธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และ

ทองแดง (Cu;Copper) ตามแนวทางของการตรวจพิสูจน์ด้วยเทคนิคอื่น ๆ ในปัจจุบัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากกระสุนปืน ต่อระยะยิงที่เปลี่ยนไป ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถแสดงได้ดังข้อมูล

5.1 การยิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER

➢ ในกรณียิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืนออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด LRN (Lead Round Nose)

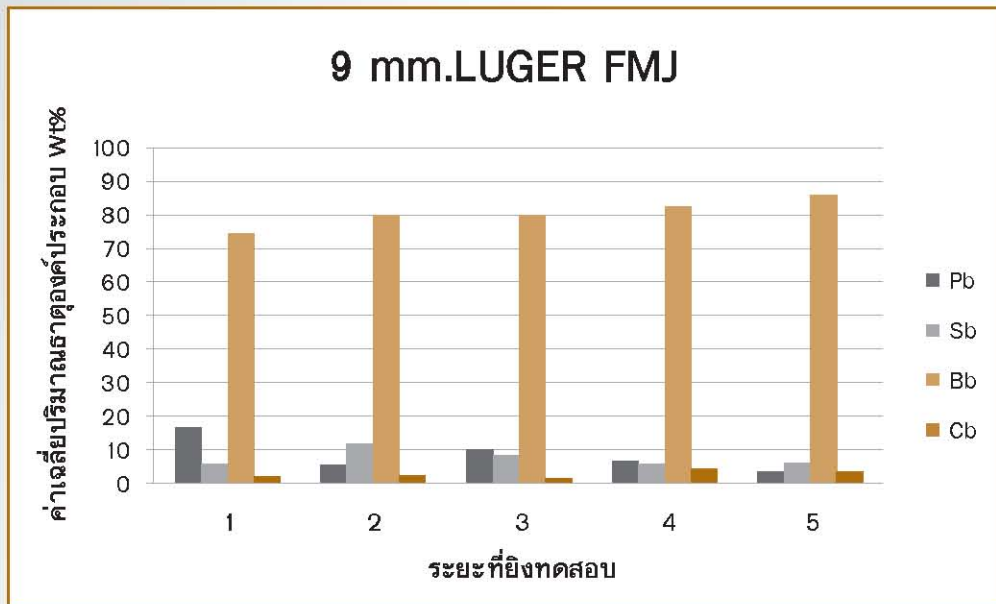
จากการรวบรวมข้อมูลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างในระยะยิงต่าง ๆ ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) สามารถแสดงผลได้ ดังนี้ คือ



กราฟที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากกระสุนปืนต่อระยะในการยิงปืนกรณีปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ด้วยลูกกระสุนปืนออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด LRN (Lead Round Nose)

➤ ในกรณียิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืนอโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

จากการรวบรวมข้อมูลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างในระยะยิงต่างๆ ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) สามารถแสดงผลได้ ดังนี้ คือ

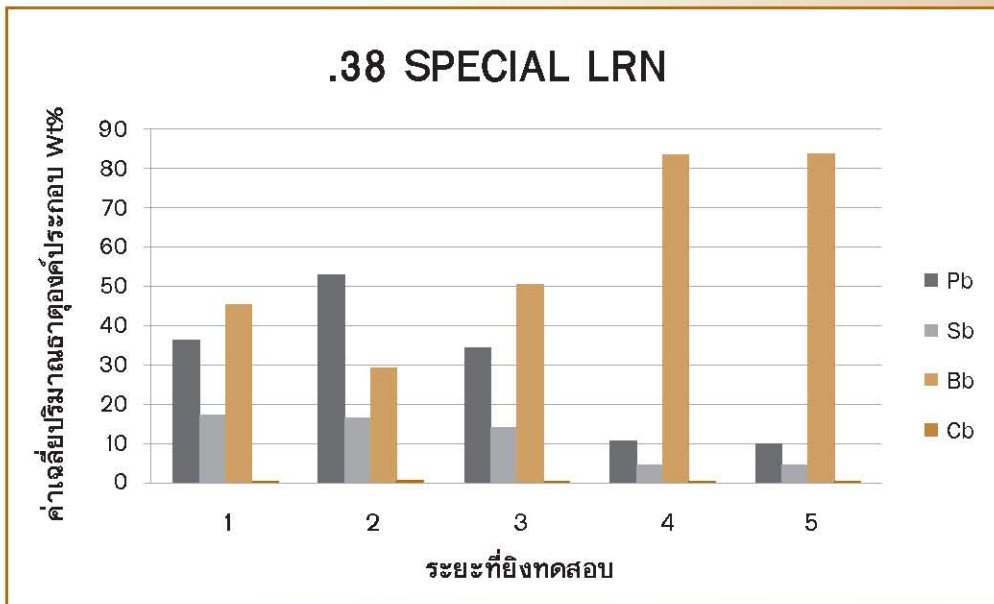


กราฟที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนต่อระยะในการยิงปืนกรณีปืนพกเซมิอโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ด้วยลูกกระสุนปืนอโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

5.2 การยิงทดสอบด้วยปืนพกวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL

➤ ในกรณียิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด LRN (Lead Round Nose)

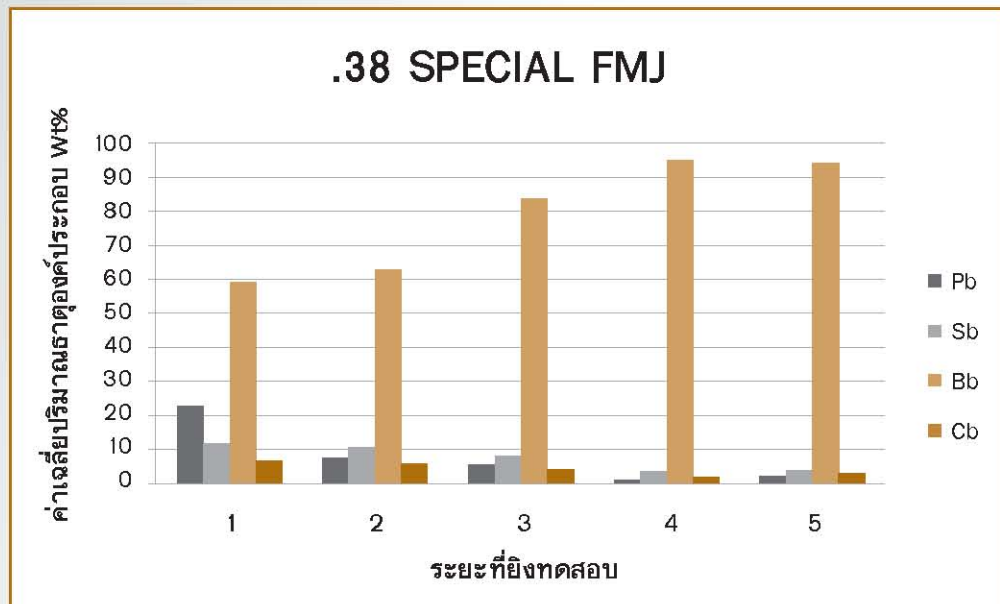
จากการรวบรวมข้อมูลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างในระยะยิงต่าง ๆ ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) สามารถแสดงผลได้ ดังนี้ คือ



กราฟที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนต่อระยะในการยิงปืนกรณีปืนพกวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ด้วยลูกกระสุนปืนวีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด LRN (Lead Round Nose)

➢ ในกรณียิงทดสอบด้วยกระสุนปืนริวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

จากการรวบรวมข้อมูลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างในระยะยิงต่าง ๆ ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) สามารถแสดงผลได้ ดังนี้ คือ



กราฟที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนต่อระยะในการยิงปืน กรณีปืนพกริวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ด้วยลูกกระสุนปืนริวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ชนิด FMJ (Full Metal Jacket)

ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่างทางสเปกโทรสโกปีแบบ X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) สามารถวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนได้ ซึ่งโดยหลักการตรวจพิสูจน์ในปัจจุบันจะประกอบไปด้วย ธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และทองแดง (Cu;Copper) ได้ ทั้งนี้จากการประมวลผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนบนตัวอย่างผ้าเป้ายิงทดสอบแต่ละชุด สามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของธาตุองค์ประกอบต่อระยะยิงที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

➢ ในการยิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกริวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ที่ระยะยิงไกลมากขึ้นจะตรวจพบธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony) และทองแดง (Cu;Copper) ในปริมาณอัตราส่วนที่น้อยลง

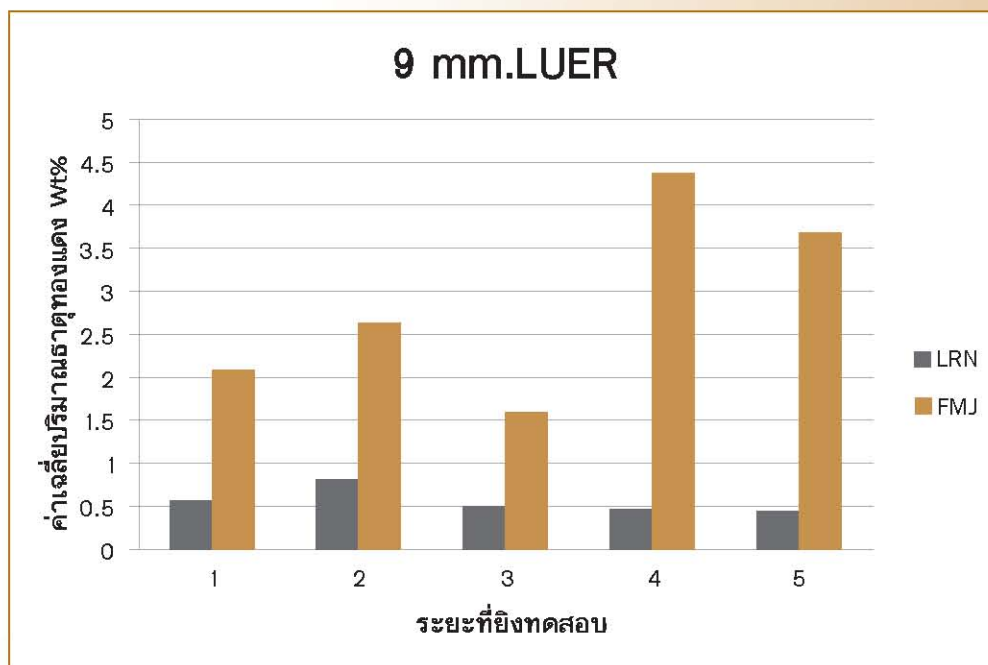
➢ ในการยิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกริวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ที่ระยะยิงไกลมากขึ้นจะตรวจพบแบเรียม (Ba;Barium) ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น

**6. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการยิงทดสอบด้วย
ลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose)
และชนิด FMJ (Full Metal Jacket) ด้วยเทคนิค
X-ray fluorescence Spectroscopy**

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ
ของเป้ายิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก
ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีวอลเวอร์
ขนาด .38 SPECIAL ซึ่งไม่สามารถที่จะบ่งชี้ความ
แตกต่างระหว่างเป้าที่ถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน
ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full
Metal Jacket) ได้ คณะผู้วิจัยจึงได้นำเป้ายิง
ทดสอบตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค
X-ray fluorescence Spectroscopy ซึ่งสามารถ
แสดงผลการวิเคราะห์ ได้ดังนี้

ระยะยิง	ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุทองแดงที่ตรวจพบ	
	LRN	FMJ
1	0.58	2.11
2	0.83	2.65
3	0.53	1.62
4	0.48	4.39
5	0.47	3.71

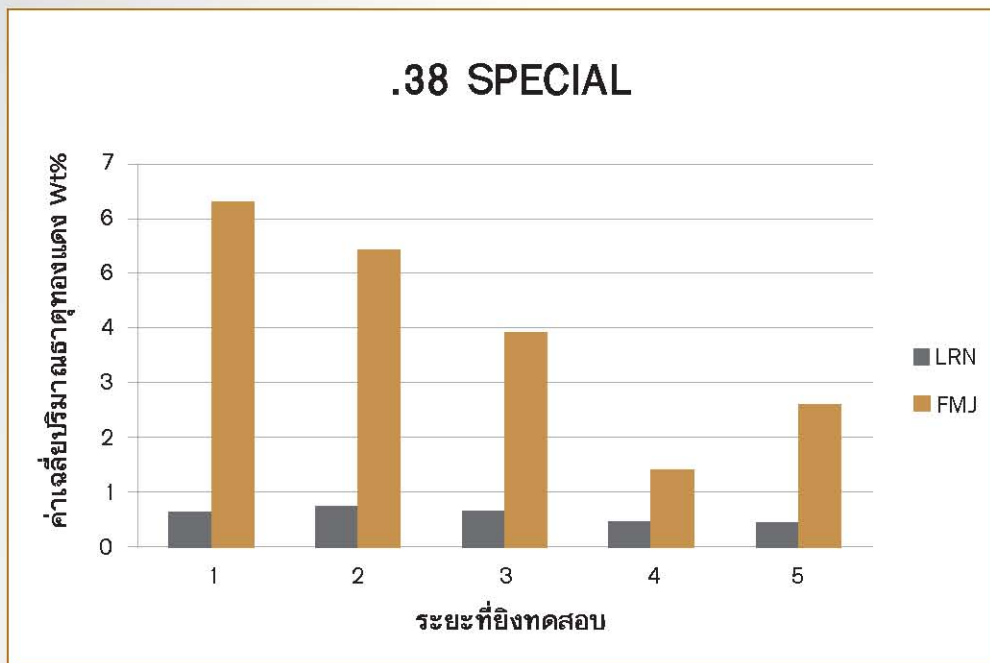
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุทองแดงที่
ตรวจพบในแต่ละระยะยิงทดสอบปืนพกเซมิออโต
เมติก ขนาด 9 มม. LUGER ลูกกระสุนปืน ชนิด
LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal
Jacket)



กราฟที่ 2.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุทองแดงที่ตรวจพบในแต่ละระยะยิงทดสอบ
ปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER ลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ
(Full Metal Jacket)

ระยะยิง	ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุทองแดงที่ตรวจพบ	
	LRN	FMJ
1	0.65	6.3
2	0.76	5.44
3	0.67	3.94
4	0.51	1.45
5	0.47	2.62

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุทองแดงที่ตรวจพบในแต่ละระยะยิงทดสอบปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket)



ภาพที่ 2.6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุทองแดงที่ตรวจพบในแต่ละระยะยิงทดสอบปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket)

ด้วยลักษณะโครงสร้างของลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) จะมีความแตกต่างที่เห็นกันได้ชัดเจน คือ ลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) จะมีลักษณะเป็นลูกตะกั่วปราศจากสิ่งห่อหุ้มเหมือนกับในลูกกระสุนปืนชนิด FMJ (Full Metal Jacket) ซึ่งจะมีชั้นของแผ่นโลหะบางเรียกว่า รองลูกกระสุนปืนหรือเปลือกลูกกระสุน

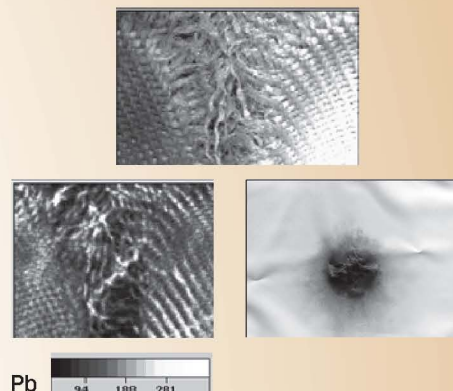
ปืน (Jacket) ซึ่งกระสุนที่ใช้ในการทดลองนี้ชั้นของแผ่นโลหะดังกล่าว จะเป็นโลหะประเภททองแดง

จากการพิจารณาโครงสร้างของลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) ประกอบกับผลการวิเคราะห์เป้ายิงทดสอบในระยะต่างๆ ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy

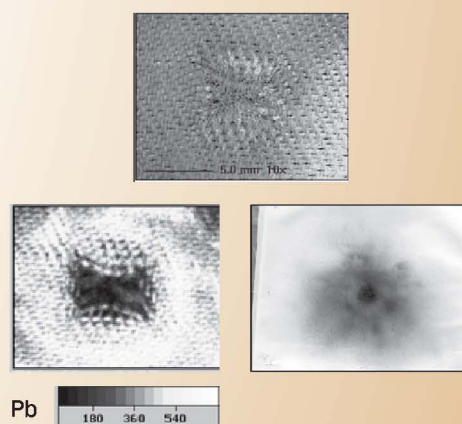
พบว่าผลการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy สามารถแสดงค่าเฉลี่ยของธาตุทองแดงที่ตรวจพบบริเวณร่องลูกกระสุนปืนบนผ้าตัวอย่างได้ ซึ่งจะพบว่าผ้าตัวอย่างที่ถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) จะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

7. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่วด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

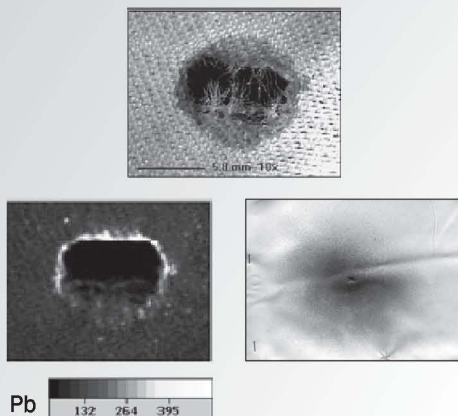
ตามวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อการพัฒนามาตรฐานของการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืนแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ ATR FT-IR Spectroscopy เข้ามาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งผลจากการวิเคราะห์หาตัวอย่างธาตุสำคัญที่มาจากการยิงปืนบนผ้าเป้ทดสอบด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) สามารถแสดงผลในทางคุณภาพลักษณะทางกายภาพของตำแหน่งต่างๆ ที่ตรวจพบธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และทองแดง (Cu;Copper) ได้ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าว เป็นการวิเคราะห์โดยที่ตัวอย่างไม่ได้ถูกทำลาย ทั้งนี้ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว(Pb;Lead) โดยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) กับผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) โดยเทคนิค Sodium rhodizonate test ซึ่งสามารถแสดงผลได้ ดังนี้



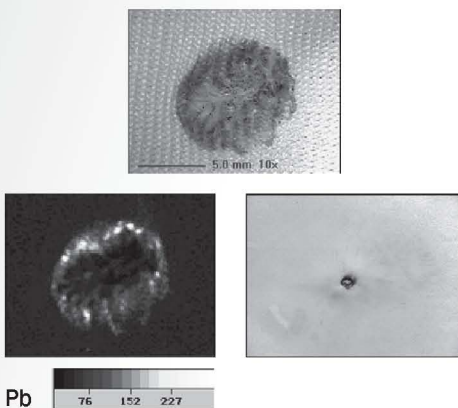
ภาพที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนเป้ยิงทดสอบในระยะยิงกดติดเป้ (Contact) ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และเทคนิค Sodium rhodizonate test



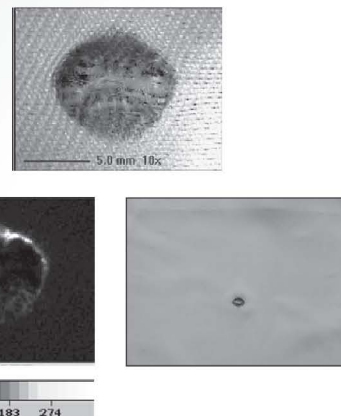
ภาพที่ 2.6 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนเป้ยิงทดสอบในระยะประชิด (Near Contact) 1-4 นิ้วจากปลายลำกล้อง ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และเทคนิค Sodium rhodizonate test



ภาพที่ 2.7 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนเป้ายิงทดสอบ ในระยะ 3-8 นิ้ว จากปลายลำกล้อง ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และเทคนิค Sodium rhodizonate test



ภาพที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนเป้ายิงทดสอบ ในระยะ 6-36 นิ้ว จากปลายลำกล้อง ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และเทคนิค Sodium rhodizonate test



ภาพที่ 2.9 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนเป้ายิงทดสอบ ในระยะ 3.5 ฟุต จากปลายลำกล้อง ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และเทคนิค Sodium rhodizonate test

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) โดยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) กับผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) โดยเทคนิค Sodium rhodizonate test คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สรุปประสิทธิภาพความแตกต่างในแต่ละเทคนิคได้ ดังนี้ คือ

การวิเคราะห์โดยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF)

➢ สามารถวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนผ้ายิงทดสอบได้

➢ ตัวอย่างในการวิเคราะห์จะไม่ถูกทำลาย

➢ สามารถแสดงตำแหน่งของธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) ที่ตรวจพบบนผ้ายิงทดสอบได้ โดยการพิจารณาจากความเข้มของแถบสี

➢ มีข้อจำกัดในการแสดงผลในการกระจายตัวของคราบเขม่าในมุมกว้าง

➢ สามารถแสดงผลได้อย่างชัดเจน ในผลการวิเคราะห์หาคราบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืน ไม่ว่าจะเป็นการยิงทั้งในระยะไกลหรือใกล้

การวิเคราะห์โดยเทคนิค Sodium rhodizonate test

➢ สามารถวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนผ้ายังทดสอบได้

➢ ตัวอย่างในการวิเคราะห์จะถูกทำลาย

➢ สามารถแสดงตำแหน่งของธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) ที่ตรวจพบบนผ้ายังทดสอบได้ โดยการพิจารณาจากความเข้มของแถบสี

➢ สามารถแสดงผลในการกระจายตัวของคราบเขม่าในมุมมองข้างใต้ได้

➢ สามารถแสดงผลได้อย่างชัดเจน ในผลการวิเคราะห์หาคราบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืน ในการยิงในระยะใกล้ แต่ผลการวิเคราะห์จากการยิงในระยะไกลนั้นจะสังเกตเห็นคราบตะกั่วจากร่องรอยของลูกกระสุนปืนได้ยากกว่า

8. การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค ATR FT-IR Spectroscopy

ตามวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อการพัฒนามาตรฐานของการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืนแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ ATR FT-IR Spectroscopy นั้นในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR FT-IR Spectroscopy บนผ้าเป้ายิงทดสอบไม่สามารถวิเคราะห์หา Spectrum ที่เป็นเอกลักษณ์ของโครงสร้างทางเคมีในคราบเขม่าดินปืนได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากความไม่เหมาะสมของเทคนิคที่นำมาใช้หรือลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยจะได้นำปัญหาอุปสรรคดังกล่าวไปทำการศึกษาปรับปรุงในเทคนิคของการ

วิเคราะห์คราบเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืนในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป

■ สรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยของลูกกระสุนปืน โดยการตั้งสมมติฐานในการวิจัยที่จะนำเทคนิคการวิเคราะห์ทางแสง โดย X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ FT-IR spectroscopy เข้ามาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากกระสุนปืนและโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบที่อยู่ภายในคราบเขม่าดินปืนและร่องรอยลูกกระสุนปืนทั้งนี้ มีเป้าหมายเพื่อทดแทนหรือสนับสนุนการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์อยู่ปัจจุบัน ซึ่งในการดำเนินการวิจัยได้มีการศึกษาผลการทดลองในรูปแบบของการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ การลงความเห็น ข้อจำกัดในการลงความเห็นและการนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ทางแสงโดย X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) เข้ามาสนับสนุนในกระบวนการวิเคราะห์และลงความเห็นเกี่ยวกับคราบเขม่าดินปืนและร่องรอยจากลูกกระสุนปืน ซึ่งสามารถสรุปผลในส่วนสำคัญในการดำเนินการได้ ดังนี้ คือ

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเป็นการดำเนินการในเบื้องต้นของกระบวนการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยของลูกกระสุนปืน ซึ่งจากการวิจัยศึกษาลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบที่เกิดจากการทดลองยิงด้วยปืนพกเซมิอโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และปืนพกรีโวลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL โดยใช้

ลูกกระสุนปืนชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) ในระยะยิงที่ 1 ถึง 5 พบว่ามีแนวโน้มในสภาพร่องรอยของความเสียหายและคราบของเขม่าที่ติดอยู่ที่เป้ายิงทดสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และสามารถลงความเห็นในความแตกต่างที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละระยะยิงได้ ดังนี้

1. สภาพความเสียหาย

➤ **การฉีกขาด :** พบว่าการยิงในระยะที่ 1 ระยะกดติดเป้า (Contact) นั้น จะสร้างความเสียหายในลักษณะที่เป็นร่องรอยฉีกขาดที่เป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนแตกต่างจากระยะอื่น ๆ

➤ **รอยลูกกระสุนปืน :** พบว่าการยิงในระยะที่ 1 ระยะกดติดเป้า (Contact) เกิดความเสียหายที่รุนแรงในบริเวณที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านเป้ายิงทดสอบ

: ในระยะยิงที่ 2-5 ในบริเวณที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านเป้ายิงทดสอบมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน

: การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบจากลักษณะของความเสียหายในระยะยิงที่ 1 ถึง 5 ด้วยการสังเกตจากลักษณะทางกายภาพ จะพบว่ามีเพียงระยะยิงที่ 1 เท่านั้น ที่จะพบลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากรอยทะลุของลูกกระสุนปืนในระยะยิงที่ 2 ถึง 5

1. ปริมาณคราบเขม่า

➤ ในระยะที่ 1 จะสังเกตพบคราบเขม่าที่มีความเข้มข้นอย่างมาก ประกอบกับจะสังเกตเห็นร่องรอยของการเผาไหม้ปรากฏอยู่ที่เป้ายิงทดสอบอีกด้วย

➤ ในระยะที่ 1 ถึง 3 สามารถที่จะสังเกตเห็นคราบเขม่าได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณความเข้มข้นลดลงตามลำดับ

➤ ในระยะยิงที่ 4 และ 5 จะไม่สามารถสังเกตเห็นคราบเขม่าในบริเวณโดยรอบรูที่ลูกกระสุนปืนทะลุผ่านได้

➤ การวิเคราะห์เพื่อลงความเห็นความแตกต่างของระยะยิงและร่องรอยของการถูกยิง

ด้วยลูกกระสุนปืนในระยะยิงที่ 4 และ 5 จะทำได้ยากมากด้วยการสังเกตลักษณะทางกายภาพ

แต่ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเป้ายิงทดสอบในแต่ละระยะนั้น ยังไม่สามารถระบุความแตกต่างในเอกลักษณ์ระหว่างผลจากการยิงด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ได้ และไม่สามารถลงความเห็นในความแตกต่างระหว่างผลการยิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) ได้

1.1 การวิเคราะห์เทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF)

จากการนำเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนบนผ้าที่ทำการยิงทดสอบ พบว่าสามารถที่จะตรวจพบธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และ ทองแดง (Cu;Copper) ซึ่งเป็นธาตุเป้าหมายหลักที่มีการวิเคราะห์หาในการลงความเห็นถึงความเกี่ยวข้องของร่องรอยจากการยิงปืนได้ ทั้งนี้จากการประมวลผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนบนตัวอย่างผ้าเป้ายิงทดสอบแต่ละชุด สามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของธาตุองค์ประกอบต่อระยะยิงที่เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งสามารถสรุปแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนี้

➤ ในการยิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพกรีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ที่ระยะยิงไกลมากขึ้นจะตรวจพบธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony) และทองแดง (Cu;Copper) ในปริมาณอัตราส่วนที่น้อยลง

➤ ในการยิงทดสอบด้วยปืนพกเซมิออโตเมติก ขนาด 9 มม. LUGER และ ปืนพก

รีวอลเวอร์ ขนาด .38 SPECIAL ที่ระยะยิงไกลมากขึ้นจะตรวจพบแบเรียม (Ba;Barium) ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น

1.2 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการยิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ ชนิด FMJ (Full Metal Jacket) ด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy

การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy สามารถแสดงค่าเฉลี่ยของธาตุทองแดงที่ตรวจพบบริเวณร่องลูกกระสุนปืนบนผ้าตัวอย่างได้ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ผ้าตัวอย่างที่ได้จากการยิงทดสอบด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งมีความสอดคล้องต่อลักษณะโครงสร้างของลูกกระสุนปืน ทั้งสองชนิด

1.3 สรุปผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่วด้วยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนที่ติดอยู่ภายในคราบเขม่าดินปืนและร่องรอยลูกกระสุนปืน สามารถที่จะแสดงผลในการวิเคราะห์ได้ในทางคุณภาพซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะทางกายภาพของตำแหน่งต่างๆ ที่ตรวจพบธาตุตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และทองแดง (Cu;Copper) ได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) โดยเทคนิค Sodium rhodizonate test โดยมีข้อสรุปที่สำคัญในการสรุปประสิทธิภาพและความแตกต่างในแต่ละเทคนิคได้ ดังนี้ คือ

การวิเคราะห์โดยเทคนิค X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF)

➢ สามารถวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนผ้ายิงทดสอบได้

➢ ตัวอย่างในการวิเคราะห์จะไม่ถูกทำลาย

➢ สามารถแสดงตำแหน่งของธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) ที่ตรวจพบบนผ้ายิงทดสอบได้ โดยการพิจารณาจากความเข้มของแถบสี

➢ มีข้อจำกัดในการแสดงผลในการกระจายตัวของคราบเขม่าในมุมกว้าง

➢ สามารถแสดงผลได้อย่างชัดเจน ในผลการวิเคราะห์หาคราบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืน ไม่ว่าจะเป็นการยิงทั้งในระยะใกล้หรือไกล

➢ การวิเคราะห์โดยเทคนิค Sodium rhodizonate test สามารถวิเคราะห์หาธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) บนผ้ายิงทดสอบได้

➢ ตัวอย่างในการวิเคราะห์จะถูกทำลาย สามารถแสดงตำแหน่งของธาตุตะกั่ว (Pb;Lead) ที่ตรวจพบบนผ้ายิงทดสอบได้ โดยการพิจารณาจากความเข้มของแถบสี

➢ สามารถแสดงผลในการกระจายตัวของคราบเขม่าในมุมกว้างได้ดีกว่า

➢ สามารถแสดงผลได้อย่างชัดเจน ในผลการวิเคราะห์หาคราบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืน ในการยิงในระยะใกล้ แต่ผลการวิเคราะห์จากการยิงในระยะไกลนั้นจะสังเกตเห็นคราบตะกั่วจากร่องรอยของลูกกระสุนปืนได้ยากกว่า

1.4 อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยของลูกกระสุนปืน โดยการนำเทคนิคการวิเคราะห์ทางแสงโดย X-ray fluorescence Spectroscopy (XRF) และ FT-IR spectroscopy เข้ามาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนและ

โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบที่อยู่ภายในคราบเขม่าดินปืนและร่องรอยลูกกระสุนปืน ซึ่งผลจากการทดลองพบว่า

เทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบ X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบสำคัญที่มาจากการยิงปืนได้ครบทั้ง 4 ธาตุ (ตะกั่ว (Pb;Lead), พลวง (Sb;Antimony), แบเรียม (Ba;Barium) และทองแดง (Cu;Copper)) เหมือนกับในเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) ยังมีลักษณะเด่นในผลการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีบางด้านคือ สามารถแสดงข้อมูลเชิงปริมาณของธาตุที่ตรวจพบได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์แนวโน้มความแตกต่างของระยะยิงและชนิดของลูกกระสุนปืนที่ใช้ยิงได้ รวมทั้งการให้ผลการวิเคราะห์ที่ชัดเจนในการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบบริเวณร่องรอยลูกกระสุนปืนซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาการตรวจพิสูจน์ร่องรอยของลูกกระสุนปืน ในกรณีที่เป็นการยิงในระยะไกลได้เนื่องจากการวิเคราะห์ในเทคนิคของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีจะให้ผลที่ไม่ชัดเจน นอกจากนี้การวิเคราะห์ร่องรอยของลูกกระสุนปืนโดยเทคนิค X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) ยังสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันได้ ระหว่างร่องรอยของการถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด LRN (Lead Round Nose) และ FMJ (Full Metal Jacket) ได้ ประกอบกับเป็นการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายตัวอย่างจึงเป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์วัตถุพยาน ซึ่งต้องการความโปร่งใสตรวจสอบได้

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิค ATR FT-IR Spectroscopy บนผ้าเป้ายิงทดสอบไม่สามารถวิเคราะห์หา Spectrum ที่เป็นเอกลักษณ์

ของโครงสร้างทางเคมีในคราบเขม่าดินปืนได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากความไม่เหมาะสมของเทคนิคที่นำมาใช้หรือลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยจะได้นำปัญหาอุปสรรคดังกล่าวไปทำการศึกษาปรับปรุงในเทคนิคของการวิเคราะห์คราบเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืนในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป

ทั้งนี้โดยเป้าหมายของการศึกษาวิจัยเพื่อการพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยของลูกกระสุนปืน เพื่อทดแทนหรือสนับสนุนการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์อยู่ในปัจจุบัน พบว่าการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเทคนิค X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืนบนผ้าที่ถูกยิงได้โดยไม่ทำลายตัวอย่าง

2. ข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่ามีประเด็นกรณีศึกษาอีกหลายด้านที่ควรจะต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป เพื่อการพัฒนามาตรฐานการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและร่องรอยลูกกระสุนปืน หรือเพื่อการพัฒนาในกรณีอื่นๆ ที่จะประโยชน์การพัฒนาศักยภาพและมาตรฐานในการปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อประสิทธิภาพของการปฏิบัติภารกิจหน้าที่สนับสนุนกระบวนการยุติธรรม ที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ทุก ๆ ฝ่ายได้ ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้รวบรวมเป็นข้อเสนอแนะจากการทำการวิจัยในครั้งนี้ ไว้ดังนี้ คือ

2.1 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

➢ การวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาธาตุองค์ประกอบที่มาจากการยิงปืนโดยเทคนิค X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) สามารถให้

ข้อมูลในเชิงปริมาณได้ซึ่งมีแนวโน้มของความสอดคล้อง ต่อระยะยิ่ง ต่อการเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนของธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดได้ ซึ่งควรจะมีการศึกษาต่อถึงความชัดเจนในปริมาณและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งการพัฒนาเพื่อนำไปสู่การจัดทำฐานข้อมูลอัตราส่วนของธาตุองค์ประกอบที่ตรวจพบจากการยิงอาวูบีนด้วยกระสุนปืนแต่ละ ชนิด ประเภท ยี่ห้อได้ในอนาคต

➤ เทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่างโดย X-ray Fluorescence spectroscopy (XRF) ในการตรวจพิสูจน์เพื่อหาระยะยิ่งจะมีข้อจำกัดในทางเทคนิคที่จะนำตัวอย่างเข้าสู่เครื่องวิเคราะห์ และขนาดพื้นที่ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งจึงไม่สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ในภาพกว้างได้ดีเท่าเทคนิคการวิเคราะห์ในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

➤ ภายในคราบเขม่าดินปืนนอกจะประกอบไปด้วยธาตุสำคัญที่มาจากกระสุนปืนตามที่ได้มีการศึกษาวิจัยแล้วนั้น จากการศึกษาค้นคว้าพบว่ายังมีธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ ที่ควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยเฉพาะสารประกอบที่อยู่ภายในคราบเขม่าดินปืนและบริเวณโดยรอบรอยลูกกระสุนปืนซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ ได้พยายามใช้เทคนิคการวิเคราะห์ ATR FT-IR Spectroscopy เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์หา Spectrum ที่เป็นเอกลักษณ์ของโครงสร้างทางเคมีในคราบเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืน แต่ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากความไม่เหมาะสมของเทคนิคที่นำมาใช้หรือลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งควรทำการศึกษาปรับปรุงในเทคนิคของการวิเคราะห์คราบเขม่าดินปืนและร่องรอยของลูกกระสุนปืนในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป

2.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การสร้างองค์ความรู้ด้วยการศึกษาค้นคว้าทดลองหรือด้วยวิธีการอื่นๆภายใต้กระบวนการจัดการในรูปแบบของการวิจัย ถือได้ว่าเป็น

กระบวนการที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ส่งผลให้องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการนั้น เป็นที่ยอมรับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการนำไปประยุกต์ใช้หรือเพื่อแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติภารกิจหน้าที่ในการอำนวยความยุติธรรม ซึ่งเป็นการปฏิบัติภารกิจหน้าที่ที่จะต้องได้รับความเชื่อมั่นจากผู้เกี่ยวข้องเป็นเป้าหมายลำดับต้น ประกอบกับสถานการณ์ในปัจจุบันด้วยสภาพของปัญหาและสังคมที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้จะต้องเร่งดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ องค์ความรู้และฐานข้อมูลเพื่อการอ้างอิง ให้เท่าทันต่อสถานการณ์ สามารถรองรับการปฏิบัติงานเพื่อสนับสนุนการอำนวยความยุติธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นโยบายส่งเสริมสนับสนุนให้มีการดำเนินการด้านการวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการยุติธรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งนี้ เพื่อสนับสนุนนโยบายดังกล่าว จึงขออนุญาตนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ดังนี้

- การฝึกอบรมองค์ความรู้และทักษะด้านการวิจัยให้แก่บุคลากรภายในกระบวนการยุติธรรม
- การสนับสนุนผู้มีผลงานด้านการวิจัยต่อกระบวนการยุติธรรม ได้รับการพัฒนาต่อยอดให้มีทักษะและองค์ความรู้มากยิ่งขึ้น
- การบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานทางวิชาการภายนอก เพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ด้านการวิจัยหรือการดำเนินการร่วมในการวิจัย

■ บรรณานุกรม

^[1]ดร.กิตติพงษ์ กิตยารักษ์, ดร.จุฑารัตน์ เอื้ออำนวย, ระบบความยุติธรรมแห่งอนาคตกับสันติสุขในสังคม และชุมชน, โดย วารสารกระบวนการยุติธรรมเชิงสมานฉันท์ เล่มที่ 2

หน้า 36

^[2]<http://www.wikipedia.org>, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2553

^[3]รายงานการศึกษาของกลุ่มหลักสูตรหลัก กระบวนการยุติธรรม รุ่นที่ 26 เรื่อง : ปัญหาในการนำนิติวิทยาศาสตร์มาใช้ในการกระบวนการยุติธรรม หน้า 16

^[4]กฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม พ.ศ. 2545

^[5]แผนปฏิบัติการ 4 ปี สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2552 - 2555

^[6]ข้อมูลสถิติผลงานกลุ่มตรวจสอบอาวุธปืน และวัตถุพยานทางฟิสิกส์ สำนักนิติวิทยาศาสตร์ บริการ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม

^[7]การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน, พันตำรวจเอก (พิเศษ) ประชุม สถาปิตานนท์, 16 มกราคม 2522, หน้า 158

^[8]World wide web : http://www.firearmsid.com/A_distanceExams.htm, วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2553

^[9]Brian J.Heard "Handbook of Firearms and Ballistic Examining and Interpreting Forensic Evidence" Second Edition, 2008, ISBN 978-470-6946-2, 219-268

^[10]S. Steffen, M. Otto, L. Niewoehner, M. Barth, Z. Brożek-Mucha, J. Biegstraaten and R. Horváth, "Chemometric classification of gunshot residues based on energy dispersive X-ray microanalysis and inductively coupled plasma analysis with mass-spectrometric detection" (2006)

^[11]สุรศักดิ์ วาจาสิทธิ์, อธิระพล อรุณะภักดิ์, ปฏินันท์ สันติเมทนีดล, สถาพร ลิ้มมณี,ไพฑูรย์ นาคจำ, สุริยกานต์ ชัยเนตร, นิมล เรืองดี, "พระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน

พ.ศ. 2490 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2543", 2546

^[12]Handbook of Firearms and Ballistic Examining and Interpreting Forensic Evidence, Second Edition, Brian J. Heard, 2008, ISBN 978-470-69460-2

^[13]สัมพันธ์ วงศ์นาวา, "เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโตรเมตรีแบบกระจายพลังงาน", สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2547

^[14]Distance Determination, Bexar County Criminal Investigation Laboratory Standard Operating Procedures – Trace Evidence Section, Revision 1, Issue date 05, 2007

^[15]Test for Copper with Dithiooxamide (DTO), Bexar County Criminal Investigation Laboratory Standard Operating Procedures – Trace Evidence Section, Revision 1, Issue date 05, 2007

^[16]Test for Nitrites- Modified Griess Method, Bexar County Criminal Investigation Laboratory Standard Operating Procedures – Trace Evidence Section, Revision 1, Issue date 05, 2007

^[17]Sodium Rhodizonate – Bashinsky Transfer Technique, Bexar County Criminal Investigation Laboratory Standard Operating Procedures – Trace Evidence Section, Revision 1, Issue date 05, 2007

^[18]Fourier Transform Infrared Spectrometry and Microscopy, Bexar County Criminal Investigation Laboratory Standard Operating Procedures – Trace Evidence Section, Revision 1, Issue date 05, 2007

^[19]Chemometric classification of gunshot residues based on energy dispersive X-ray microanalysis and inductively coupled plasma analysis with mass-spectrometric

detection, S. Steffen^a, M. Otto^b, L. Niewoehner^a, M. Barth^a, Z. Brożek-Mucha^a, J. Biegstraaten^d and R. Horváth^{ca} Bundeskriminalamt (BKA), Forensic Science Institute KT23, Thaeerstr. 1f, D - 65193 Wiesbaden, Germany

^[20] Identification of gunshot residue: a critical review, Francesco Saverio Romolo^a and Pierre Margot^{b, a} Head, Gunshot Residue Analysis Laboratory, Direzione Centrale Polizia Criminale, Servizio Polizia Scientifica, Viale dell'Aeronautica 7, ^b Director, Institut de Police Scientifique et de Criminologie, University of Lausanne, BCH-UNIL, 1015 Lausanne-Dorigny, Switzerland Received 9 May 2000; revised 7 November 2000; accepted 7 November 2000, Available online 22 May 2001.

<http://www.forensicfact.wordpress.com>, (30 มีนาคม 2553)

<http://www.hunter-ed.com>, (30 มีนาคม 2553)

<http://www.ptli.com/testlopedia/tests/FTIR-E168andE1252-more.asp>

http://www.harricksci.com/accessories/H_variableanglerellectionaccessory.cfm



เว็บไซต์

<http://www.FirearmsID.com>, (17 มิถุนายน 2553)

<http://www.KURZZEIT.com>, (17 มิถุนายน 2553)

<http://www.nighttiger.net/ballistics/identification-of-gsr-particles-organic-components.html>, (20 สิงหาคม 2554)

http://www.firearmsid.com/A_distbullet_holes.htm, (20 สิงหาคม 2554)

<http://www.FirearmsID.com>, (13 มีนาคม 2553)

<http://www.world.guns.ru>, (13 มีนาคม 2553)

<http://www.FirearmsID.com>, (21 มีนาคม 2553)

<http://www.wikipedie.org>, (13 มีนาคม 2553)