

การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ติดบนมือโดยเทคนิค Ion Chromatography*

Determination of Nitrites and Nitrates in Gunshot Residues Deposited on Hands by the Techniques of Ion Chromatography

กุลยา วันจันทร์ (Kullaya Wanchan)**

ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง (Sirirat Choosakoonkriang)***

ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี (Supachai Supalaknari)***

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการประยุกต์เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีในการตรวจวิเคราะห์เขม่าดินปืนเพื่อหาปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) อาวุธปืนที่ใช้คือปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. ยี่ห้อ Glock ที่ใช้กับกระสุน 5 ยี่ห้อ และปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .38 ยี่ห้อ Smith&Wesson ที่ใช้กับกระสุน 6 ยี่ห้อ โดยเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ฝ่ามือ และส่วนหลังของมือทั้งสองมือของผู้ยิงปืน โดยเก็บตัวอย่างภายหลังจากยิงปืนสามครั้งติดต่อกันด้วยกระสุนในชุดเดียวกัน การวิเคราะห์สามารถตรวจพบไนไตรท์และไนเตรทในทุกตัวอย่าง โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.0538 mg/ml และ 1.210 mg/ml ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของทั้งสองไอออนในตัวอย่างที่เก็บจากมือซ้ายมีน้อยกว่าในตัวอย่างที่เก็บจากมือขวาอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษานี้แสดงให้เห็นความสามารถของเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี ในการตรวจหาเขม่าดินปืนที่อยู่บนมือผู้ยิง ซึ่งผลนี้สามารถนำไปใช้ในการสืบสวนคดีอาชญากรรมที่มีการใช้อาวุธปืน

คำสำคัญ : Ion Chromatography (IC) ไนไตรท์ ไนเตรท เขม่าดินปืน

* เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยทางดำนานิติวิทยาศาสตร์

** สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

(Forensic Science Program, Faculty of Science, Silpakorn University Email: kullaya_w@hotmail.com)

*** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

(Department of Chemistry, Faculty of Forensic Science, Silpakorn University Email: sirirat_157@yahoo.com)

Abstract

The aim of this study is to apply the ion chromatography (IC) technique to analyze gunshot residues (GSR) for the amounts of nitrites (NO_2^-) and nitrates (NO_3^-). The firearms used were a semiautomatic 9mm Glock with five different brands of ammunition and a .38 Smith&Wesson revolver with six brands of ammunition. Samples for analyses were collected the palms and the posterior part of the two hands of the shooters. The samples were collected after the pistol was fired three times successively with ammunition of the same lot. The nitrites and nitrates were detected in all samples with the amounts in the range of 0.0538 mg/ml and 1.210 mg/ml respectively. Moreover, the amounts of the two ions in the samples collected from the left hand were significantly lower than in those taken from the right hand of the shooter. This study demonstrated the capability of the IC technique in the detection of GSR deposited on the firing hands that can be used in the investigation of crimes involving firearms.

Keywords: Ion Chromatography (IC), Nitrites (NO_2^-), Nitrates (NO_3^-), Gunshot residues (GSR)

บทนำ

ในสังคมไทยปัจจุบันมีปัญหาอาชญากรรมเกิดขึ้นดังจะเห็นได้จากทางหน้าหนังสือพิมพ์ ทางสื่อวิทยุและโทรทัศน์ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาความขัดแย้งด้านผลประโยชน์ การกระทำต่อชีวิตและทรัพย์สินผู้อื่น เพื่อประสงค์ต่อทรัพย์ การทะเลาะวิวาทยกพวกทำร้ายกันเพื่อประสงค์ต่อชีวิตคู่อริ ปัญหาเรื่องคู่สาว ความรักไม่สมหวัง ปัญหายาเสพติด เป็นต้น ปัญหาต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นบ่อยแทบทุกวัน ซึ่งอาชญากรรมก็ใช้อาวุธที่สามารถพกพาได้ง่าย สะดวกในการนำพาไปได้ทุกที่และสามารถปิดบังซ่อนเร้นจากสายตาผู้คนได้ง่าย นั่นก็คือ อาวุธปืนนั่นเอง ซึ่งอาวุธปืนเป็นสัญลักษณ์ที่สร้างความหวาดกลัวรู้สึกถึงความรุนแรง ความไม่ปลอดภัยในชีวิตให้กับผู้พบเห็นต่อเหยื่อที่คนร้ายต้องการเพราะอาวุธปืนนั้นมีอำนาจทำลายถึงแก่ชีวิต สิ่งนี้จึงเป็นเครื่องมือให้คนร้ายนำมาใช้ในการก่ออาชญากรรมเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่คนร้ายต้องการได้โดยง่ายซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความไม่สบายใจของคนในสังคม ความวิตกกังวลในด้านความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นการจำกุมตัวผู้กระทำความผิดมารับโทษโดยไม่จับกุมผิดตัวจึงมีความสำคัญนำมาซึ่งความเชื่อมั่นของประชาชนในสังคมและเป็นการปราบผู้ก่ออาชญากรรมได้อีกทางหนึ่งด้วย[1]

โดยปกติผู้ที่ยิงปืนนั้นมักจะพบเขม่าดินปืน (Gunshot residue: GSR) ติดอยู่ที่มือ เสื้อผ้าของผู้ยิง ซึ่งเขม่าดินปืนคือ สิ่งที่หลงเหลือจากการยิงปืนซึ่งก็หมายถึง สิ่งใดๆ รูปแบบหรือส่วนประกอบทั้งหมดที่พุ่งกระจายระเหยออกมาจากการยิงของอาวุธปืนซึ่งเมื่อเกิดการยิงปืน GSR จะอยู่ในรูปต่างๆ ดังนี้ อนุภาคของดินปืนที่ถูกเผาไหม้ (Burned Particles) อนุภาคของดินปืนที่ถูกเผาไหม้บางส่วน (Partial or semi-burned Particles) อนุภาคของดินปืนที่ไม่ถูกเผาไหม้ (Unburned Particles) และไอของตะกั่วและโลหะอื่น (Vapor of Lead and other metal) เมื่อแบ่งจากคุณสมบัติทางเคมี มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ 1. ส่วนที่เป็นสารประกอบประเภท อนินทรีย์มาจากการเผาไหม้หรือการระเบิดของ Primer Cap หรือ Priming Mixing เรียกว่า “เขม่าปืน” โดยทำการตรวจหาปริมาณของธาตุแอนติโมนี (Sb) แบเรียม (Ba) และตะกั่ว (Pb) ด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectrometry (AAS) และ/หรือ Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy (ICP-MS) เป็นต้น 2. ส่วนที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ มาจากการเผาไหม้ของดินส่งกระสุนปืน (Gun Powder) เรียกว่า เขม่าดินปืน โดยจะทำการตรวจหาไอออนของไนโตรตและไนเตรท โดยเทคนิค Modified Greiss Test หรือ ด้วยเทคนิค Ion Chromatography (IC) [1]

เบญจ พุฒินิล (2555) ได้ทำการทดลองตรวจพิสูจน์หาทราบเขม่าปืนบน ผ้าที่ใช้เป็นเป้ายิง บน เสื้อผ้า บริเวณหน้าอกของผู้ยิงปืน และประตูลงยนต์ที่ยิงปืนด้วย เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatography ; IC) โดยใช้อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ GLOCK MODEL 26 ขนาด 9 mm LUGER เมื่อทำการทดลองยิงปืนไปบนผ้าที่เป็นเป้ายิง ผลการทดลองพบว่าปริมาณของไนโตรตและไนเตรทจะลดลงตามระยะการยิงที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลของเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าของผู้ยิงจะมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น และสามารถตรวจพบปริมาณไนโตรตและไนเตรทบนพื้นผิวบริเวณประตูลงยนต์ได้ [3]

ปิยะชัย มั่นคง (2555) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณไนโตรตและไนเตรทบนมือของผู้ยิงปืน โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีโดยใช้อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม. กับกระสุนปืนยี่ห้อ Bullet Master 124 gr. และปืนพกมือเลเวอร์ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 speacial กับกระสุนยี่ห้อ Royal Ammunition 158 gr. ในการยิงทดลองผู้ยิงจับอาวุธปืนด้วยมือทั้งสองข้างและตัวอย่างของเขม่าปืนจะสะสมอยู่ที่หลังมือทั้งสองข้างของผู้ยิงทันทีเมื่อทำการยิง จากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรตและ ไนเตรทของตัวอย่างที่สะสมอยู่บนมือของผู้ยิงอาวุธปืนรีวอลเวอร์สูงกว่าอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ นอกจากนั้นจากการยิงทดลองอาวุธปืนรีวอลเวอร์พบว่าปริมาณไอออนทั้งสองพบสะสมอยู่บนมือทั้งสองข้างใกล้เคียงกันขณะที่อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ปริมาณไอออนทั้งสองสูงกว่ามากในตัวอย่างที่สะสมอยู่จากหลังมือขวามากกว่าหลังมือซ้าย ฉะนั้นผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถประยุกต์ใช้ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ในการบ่งชี้การใช้อาวุธปืน [4]

ภิญญดา อันสนั่น (2556) ได้ศึกษาหาปริมาณไนเตรทที่อยู่ภายในลำกล้องปืนด้วยเทคนิคสเปคโตรโฟโตเมตรี ในงานวิจัยผู้วิจัยใช้ปืนพกวีลเวอร์ขนาด .38 SPECIAL ยี่ห้อ Smith&Wesson ด้วยกระสุนปืนแบบหัวตะกั่ว .38 SPECIAL (LRN) ยี่ห้อ ROYAL AMMUNITION โดยใช้ปืนทั้งสิ้น 6 กระบอก ยิงปืนกระบอกที่ 1 จำนวน 1 นัด กระบอกที่ 2 จำนวน 2 นัด กระบอกที่ 3 จำนวน 3 นัด กระบอกที่ 4 จำนวน 4 นัด กระบอกที่ 5 จำนวน 5 นัดและกระบอกที่ 6 จำนวน 6 นัด จากนั้นเก็บเขม่าปืนทันทีแล้วล้างลำกล้องปืนทำการเก็บเขม่าต่อไปจนครบ 24 ชั่วโมง ซึ่งการเก็บเขม่าแต่ละครั้งห่างกัน 1 ชั่วโมง ผลการทดลองผู้วิจัยพบว่าปริมาณไนเตรทมากที่สุดเมื่อทำการยิงที่ 5 นัด และใช้เวลา 22 ชั่วโมง ส่วนปริมาณไนเตรทน้อยที่สุดเมื่อทำการยิงที่ 3 นัด และใช้เวลา 14 ชั่วโมง [5]

ยุทธพงศ์ เศรษฐสมบัติ (2557) ได้ศึกษาหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในเขม่าปืนที่ติดบนผิวรถยนต์ โดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟี ผู้วิจัยใช้อาวุธปืนพกวีลเวอร์ยี่ห้อ Smith&Wesson กับลูกกระสุน .38 special ยี่ห้อ THAIARMS และปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock กับกระสุน 9 mm ยี่ห้อ S&B โดยผู้วิจัยให้ผู้ทำการยิงนั่งอยู่เบาะนั่งด้านหน้าซ้ายทำการยิงต่อเนื่อง 3 นัด โดยให้เว้นระยะห่างระหว่างตัวรถกับปากกระบอกปืน 2 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างเขม่าปืนที่เวลาทันที 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าปืนทั้งสองชนิดให้ปริมาณเขม่าปืนมากที่สุดบริเวณประตูรถยนต์และพบว่าปริมาณเขม่าปืนจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปภายหลังจากการยิงปืน 6 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเทคนิค(IC) สามารถตรวจวัดเขม่าปืนได้ [6]

วรเทพ พรประเสริฐ (2557) ได้ศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนที่ติดบนผ้า โดยเทคนิค Ion chromatography โดยผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างเขม่าปืนบนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืนมาวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรท โดยผ้าที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ ผ้าฝ้าย ผ้ายีนส์ และผ้าใยสังเคราะห์การทดลองผู้วิจัยทำการยิงปืนในห้องปิดด้วยอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. ลูกเอร์ ยี่ห้อ Glock และลูกกระสุนปืนแบบทองแดงหัวตะกั่ว ยี่ห้อ Royal 9 มม. ลูกเอร์ โดยทำการยิงต่อเนื่องกันครั้งละสามนัดแล้วทำการเก็บเขม่าปืนที่เวลาทันที 6, 12 และ 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่า ตรวจพบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทภายหลังจากการยิงทุกช่วงเวลาและพบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บได้บนผ้ายีนส์มากที่สุดเมื่อเทียบกับผ้าชนิดอื่น [7]

Gilchrist E et al. (2012) ได้ศึกษาพัฒนาวิธีวิเคราะห์ GSR โดยใช้ suppressed micro-bore anion exchange chromatography (IC) ในการวิเคราะห์ GSR การใช้Hydroxide gradient ในการเพิ่มประสิทธิภาพการแยกของไอออนลบ 19 ตัวทั้งในสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ผลการวิจัยพบว่าใช้เวลาน้อยกว่า 23 นาที และให้ความไวสูงในการวิเคราะห์สารดังกล่าวอยู่ที่เพียง 0.12-3.52 ng.ของแอนไอออนที่ตรวจพบทั้งหมด[8]

John et al. (2008) ได้ทำการแยก anions อนินทรีย์ จำนวน 18 ตัว ที่พบทั่วไปในวัตถุระเบิด โดยใช้เทคนิค IC ด้วย Hydroxide gradient ซึ่งสามารถตรวจแยกสารระหว่างชนิดวัตถุระเบิดกับชนิดของ primers ที่ทำจากโลหะซัลไฟด์ ไนเตรท thiocyanate และ chlorates ได้ ซึ่งพบว่ามีผลคล้ายคลึงกับส่วนผสมของ energetic material การใช้ใน IEDs แม้ว่าจะเป็นวิธีที่มีความซับซ้อนแต่มีแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้แยกชนิดของวัตถุระเบิดกับชนิดของ primers ได้ [9]

Ozge O. Erol et al.(2017) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณไนเตรทและไนไตรต์ในตัวอย่างเขม่าดินส่งกระสุนปืนโดยเทคนิคอิเล็กโตรโพรเซเดชันโดยใช้บัฟเฟอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด (pH=3) ทำการ electroosmotic flow ผลที่ได้คือ สามารถวิเคราะห์โดยใช้เวลาน้อย พิกัดมีการแยกออกจากกันได้ชัดเจน ในเวลาน้อยกว่า 4 นาที และให้ค่า LOD ของไนเตรทและไนไตรท์เท่ากับ 6.7 และ 4.3 ตามลำดับ[10]

Ruth N. Udey et al.(2011) การแยกความแตกต่างของชนิดกระสุนปืนของการวิเคราะห์หาปริมาณเขม่าดินปืนโดยใช้ ICP-MS ตัวอย่างเนื้อเยื่อของสุกรที่ถูกยิงด้วยกระสุนสองชนิดคือ jacketed และ nonjacketed โดยแยกเนื้อเยื่อที่ยิงแล้วและเนื้อเยื่อที่ยังไม่ได้ผ่านการยิง ความเข้มข้นของ Cu, Sb และ Pb สามารถแยกความแตกต่างของกระสุนสองชนิดในตัวอย่างเนื้อเยื่อสดได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% Cu และ Pb สามารถแยกแยะประเภทของกระสุนตลอดการสลายตัวในระดับปานกลางได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%[11]

Torre et al. (2002) ได้ทำการศึกษาไอออนในผ้าเบรกแหล่งที่มาของอนุภาคที่ไม่ใช่ GSR ที่มีสารตะกั่วแบเรียมและพลวงเป็นองค์ประกอบ ซึ่งอนุภาคที่มีความคล้ายคลึงกับองค์ประกอบของเขม่าปืน ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าผ้าเบรกบางชนิดมีตะกั่ว แบเรียมและพลวงเป็นองค์ประกอบ ซึ่งต้องมีความระมัดระวังในการอธิบายอนุภาคของเขม่าปืนโดยใช้แร่ธาตุทั้งสาม [12]

จากปัญหาข้างต้นงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ในการตรวจพิสูจน์ด้านการตรวจหาเขม่าดินปืนที่มีมือของผู้ต้องสงสัยและปลอกกระสุนปืนหลังจากการยิงเป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการยืนยันตัวผู้กระทำความผิดว่าเขาเป็นคนร้ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินผู้อื่นจริงๆ อย่างไม่ผิดตัว เพื่อนำไปสู่แนวทางในการสืบสวนสอบสวนจับกุมตัวผู้กระทำความผิดมารับโทษถือเป็นการควบคุมป้องกันปัญหาอาชญากรรมได้อีกทางหนึ่ง ผู้วิจัยจึงสนใจการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่มีมือภายหลังการยิงปืน โดยการทดลองจะทำการยิงจากอาวุธปืน 2 ชนิด ได้แก่ อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม.กระสุนปืนยี่ห้อต่างๆ และอาวุธปืนพกวีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อต่างๆ ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างบริเวณ หลังมือขวา ฝ่ามือขวา หลังมือซ้าย ฝ่ามือซ้ายของผู้ยิงปืนและนำตัวอย่างเขม่าปืนที่ตรวจเก็บได้จากผู้ยิงรวมทั้งปลอกกระสุนปืนขนาดต่างๆ มาวิเคราะห์ด้วยด้วยเทคนิค Ion Chromatography

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีในการตรวจวิเคราะห์หาเขม่าดินปืนเพื่อหาปริมาณไนโตรทและไนเตรท
2. เพื่อศึกษาปริมาณไนโตรทและไนเตรทในกระสุนปืนภายหลังการยิงปืน 2 ชนิด ได้แก่ อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith&Wesson ขนาด .38 ที่ติดอยู่บริเวณ ฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้ายด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย



(a)



(b)

ภาพที่ 1 อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม.(a) และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 (b)

กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ขนาด 9 มม. เครื่อง Ion chromatography ยี่ห้อ Dionex ICS-1000 บริษัท Archchemical international จำกัด

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเขม่าดินปืนจากมือผู้ยิง

ยิงด้วยอาวุธปืนและกระสุนปืนขนาดและยี่ห้อต่างๆ ยิงจำนวน 3 นัด ทดลองภายในห้องยิงปืนที่มืดชิดและไม่มีลมพัด แล้วทำการเก็บตัวอย่างด้วยการใช้ก้านสำลิจับด้วย Deionized water เช็ดบริเวณฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้าย จากนั้นเก็บใส่ซองพลาสติกใสแบบมีซิปป

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างก้านสำลีที่เช็ดเข้ามาดินปืนมาตัดก้านออก แล้วแช่น้ำ Deionized water ในขวด vial ปริมาตร 1 mL ปิดฝาขวด แล้วนำขวดตัวอย่างใส่ใน Ultrasonic water bath เพื่อสกัดเข้ามาเป็น เวลา 30 นาที จากนั้นนำตัวอย่างมากรองผ่าน filter membrane ขนาดรูพรุน 0.45 μm . เพื่อเตรียมไป ฉีดในเครื่อง IC ต่อไป

เครื่อง Ion chromatograph ซึ่งมีสภาวะในการทดลอง ดังนี้

Guard column: Dionex Ion pac AG17 Guard column (4x50 mm)

Separator column: Dionex Ion pac AS17-C Analytical column (4x250 mm)

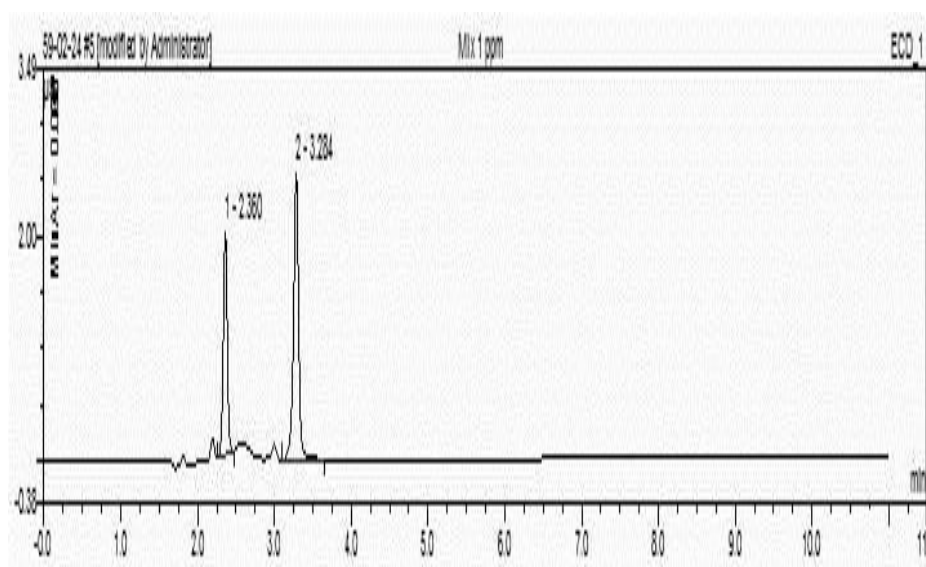
Eluent: Potassium Hydroxide

Detector: Conductivity

Eluting flow rate: 1.0 mL/min.

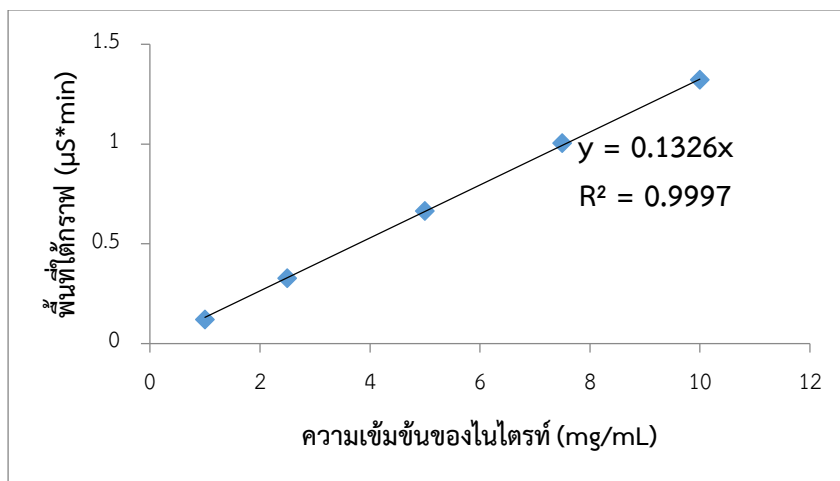
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่มีความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/mL มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Ion chromatography จะได้ผล chromatogram ตัวอย่างของสารละลาย มาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่มีความเข้มข้น 1 mg/mL ดังภาพที่ 2 จากโครมาโตแกรมพบ Retention time ของไนไตรท์และไนเตรทเท่ากับ 2.360 min และ 3.284 min ตามลำดับ เมื่อนำมา วิเคราะห์ค่า Resolution แล้วพบว่ามีค่ามากกว่า 1.5 แสดงว่าพีคของไนไตรท์และไนเตรทสามารถแยก ออกจากกันได้ชัดเจน

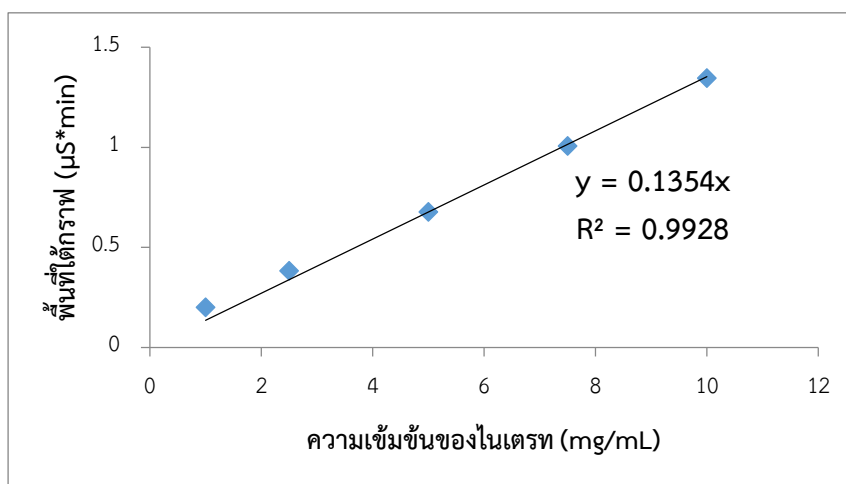


ภาพที่ 2 chromatogram ตัวอย่างของสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่มีความเข้มข้น 1 mg/mL

เมื่อนำข้อมูลค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีคมาพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีค (แกน y) กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL (แกน x) ซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์คือ $y = 0.1326x$ และ $y = 0.1354x$ และค่า Correlation coefficient (R^2) เท่ากับ 0.9997 และ 0.9928 ตามลำดับ ดังภาพที่ 3 และ 4

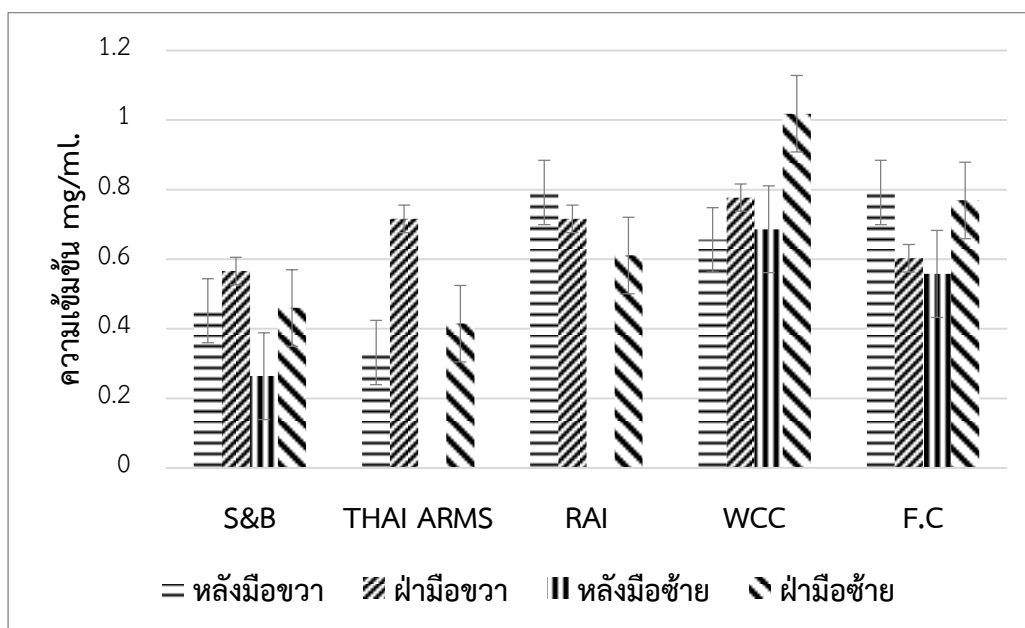


ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL

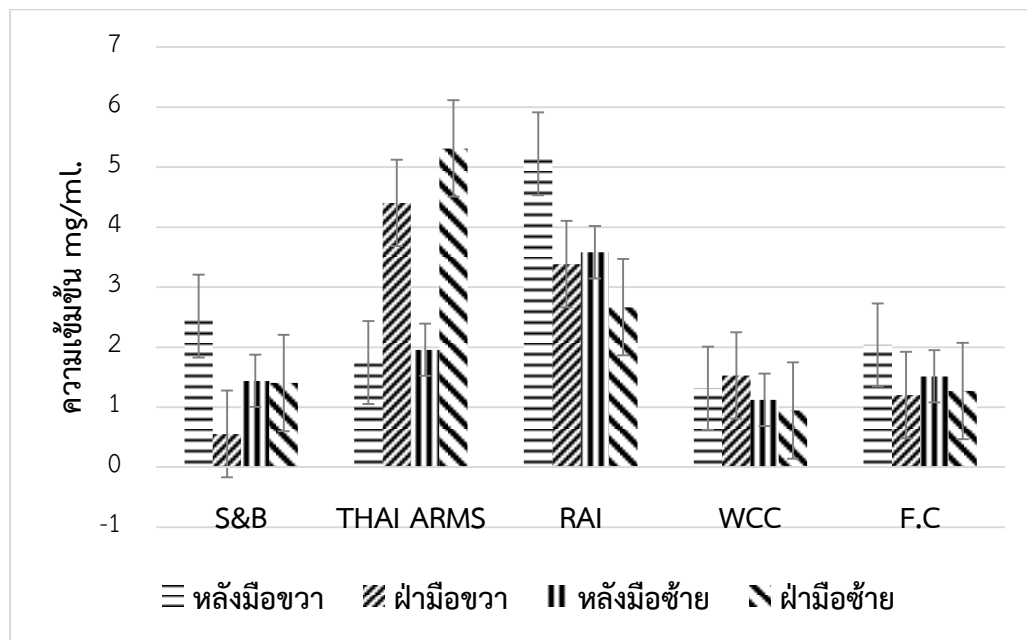


ภาพที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรทตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL

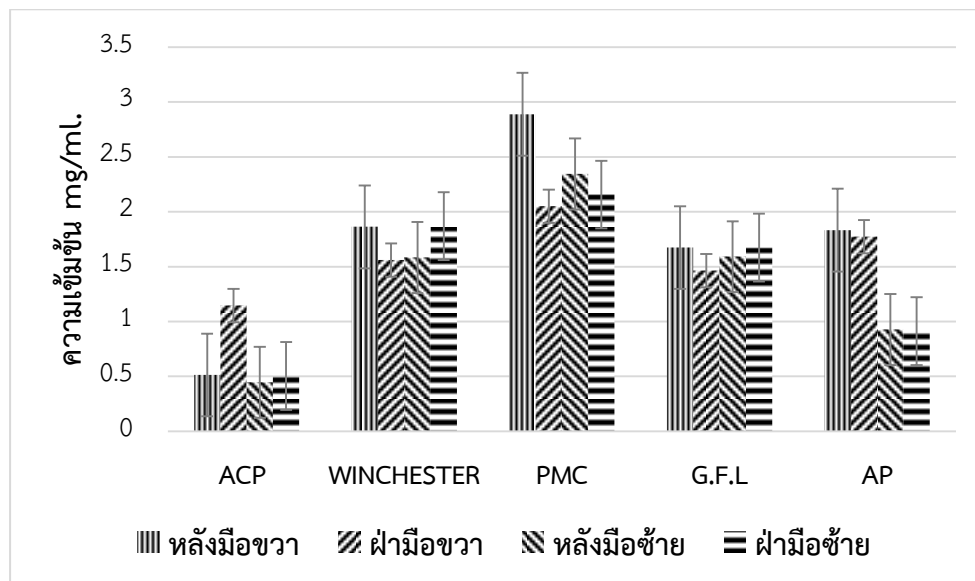
จากการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทของตัวอย่างที่เก็บบริเวณหลังมือขวา ฝ่ามือขวา หลังมือซ้าย ฝ่ามือซ้าย ภายหลังการยิงด้วยอาวุธปืนพกอัตโนมัติ ยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม. กระสุนปืน ยี่ห้อดังนี้ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith&Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือของกระสุนปืนขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืนที่เก็บตัวอย่างบริเวณหลังมือขวา ฝ่ามือขวา หลังมือซ้าย ฝ่ามือซ้าย ของกระสุนปืนแต่ละยี่ห้อ ขนาด 9 มม. ดังภาพที่ 5 และ 6 และขนาด .38 ดังภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



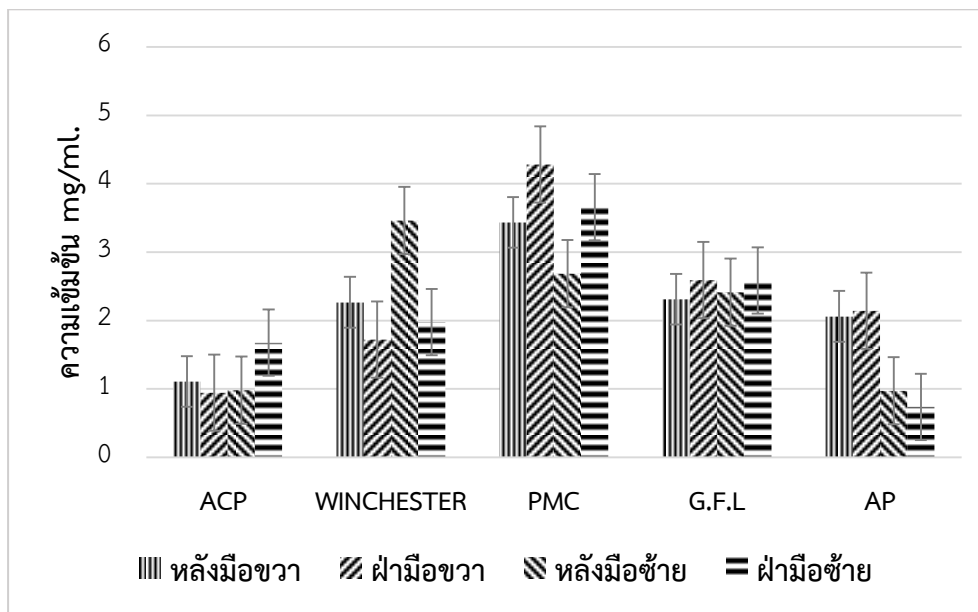
ภาพที่ 5 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ



ภาพที่ 6 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ

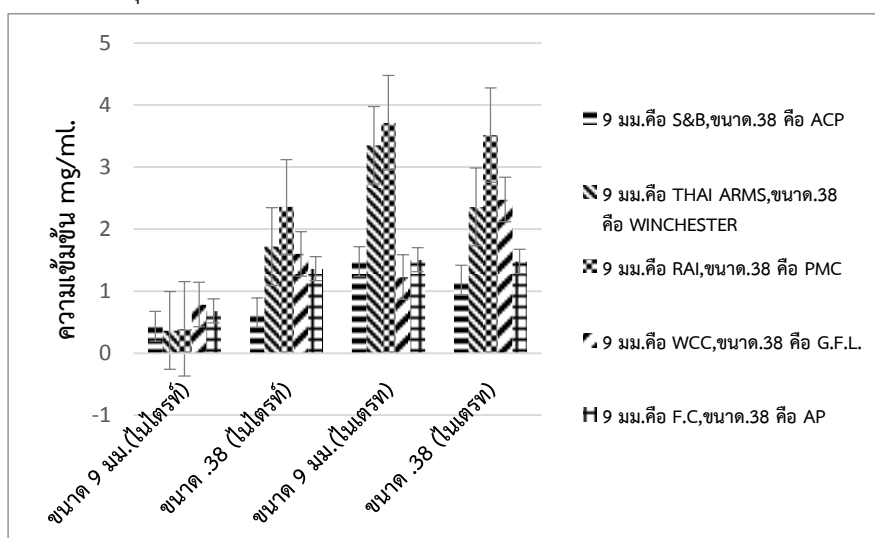


ภาพที่ 7 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ



ภาพที่ 8 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม.และขนาด .38 พบว่าปริมาณไนเตรทในกระสุนปืนทั้งสองขนาด จะมีปริมาณมากกว่าไนไตรท์ รวมถึงปริมาณของไนไตรท์ และไนเตรทของกระสุนปืนทั้งสองขนาดในแต่ละยี่ห้อ จะมีปริมาณที่แตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ และเมื่อพิจารณาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนโดยเฉลี่ยทั้งบริเวณฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้ายของกระสุนปืนยี่ห้อ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP ขนาด .38 และกระสุนปืนยี่ห้อ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ขนาด 9 มม. ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือของกระสุนปืนขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือของกระสุนปืนขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อโดยเฉลี่ยทั้งบริเวณฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้าย พบว่า เขม่าดินปืนที่เก็บจากมือผู้ยิงปืนทั้งขนาด 9 มม. และขนาด .38 จะมีปริมาณไนเตรทมากกว่าไนโตรเจน ซึ่งให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ข้างต้นที่ทำการแยกในแต่ละบริเวณ (ดังภาพที่ 5, 6, 7 และ 8) และปริมาณของไนโตรเจนของเขม่าดินปืนจากกระสุนปืนขนาด .38 พบได้ในปริมาณที่มากกว่ากระสุนปืนขนาด 9 มม. แต่ปริมาณไนเตรท จะพบได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละยี่ห้อ

สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรทและไนโตรเจนเข้มข้น 1.0, 2.5, 5.0, 7.5, และ 10 mg/ml มาสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) พบว่าสารละลายมาตรฐานไนเตรทและไนเตรทได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงซึ่งยืนยันได้ด้วยค่า Correlation coefficient (R^2) เท่ากับ 0.9997 และ 0.9928 ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทของตัวอย่างที่เก็บบริเวณฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้าย รวมถึงการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือของกระสุนปืนขนาด 9 มม. กับขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ พบว่าเขม่าดินปืนที่เก็บจากมือผู้ยิงปืนจะมีปริมาณไนเตรทมากกว่าไนโตรเจน แสดงว่า ส่วนประกอบของดินปืนแตกตัวเป็นไอออนของไนเตรทที่มากกว่าไอออนของไนโตรเจน และเมื่อมีการยิงปืน กรณีที่เป็นปืนพกหรือลเวอ (ขนาด .38) จะมีเขม่าดินปืนออกบริเวณปากลำกล้อง ส่วนท้ายของลำกล้อง และช่องว่างระหว่างผิวหน้าของรังเพลิง ส่วนปืนพกสั้นกึ่งอัตโนมัติ (ขนาด 9 มม.) จะมีเขม่าดินปืนออกบริเวณปากลำกล้อง ส่วนท้ายของลำกล้อง และบริเวณช่องคัตปลอก จากลักษณะทางกายภาพของปืนทั้งสองดังกล่าวทำให้ปริมาณของไนโตรเจนของเขม่าดินปืนจากกระสุนปืนขนาด .38 พบได้ในปริมาณที่มากกว่ากระสุนปืนขนาด 9 มม. แต่ปริมาณของไนเตรทพบได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาการหาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ติดบนมือของงานวิจัยนี้จะสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจ พุฒินิล [3] ปิยะชัย มั่นคง [4] ยุทธพงศ์ เศรษฐ์สมบัติ [6] และ วรเทพ พรประเสริฐ [7] ที่ผลการศึกษาพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทได้โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ศึกษาการคงอยู่ของเขม่าที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากความเป็นจริงแล้วการก่อเหตุเกี่ยวกับอาวุธปืนอาจจะต้องใช้เวลาในการไปถึงที่เกิดเหตุและเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์
2. ควรทำการศึกษาในสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น ในระบบเปิด เนื่องจากความเป็นจริงแล้วการก่อเหตุเกี่ยวกับอาวุธปืนเกิดขึ้นได้ทั้งในระบบเปิดและระบบปิด
3. ศึกษาในกระสุนปืนยี่ห้อเดียวกัน ที่ขนาดแตกต่างกัน เพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณเขม่าดินปืนในแต่ละขนาดที่ชัดเจน
4. ศึกษาปริมาณเขม่ากับจำนวนนัดที่ใช้ยิง เพื่อจะได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเขม่ากับจำนวนนัดที่ยิง
5. ศึกษาขีดจำกัดการวัดได้ของเครื่องมือ (LOD) และขีดจำกัดการตรวจสอบและรายงานผลของเครื่องมือ(LOQ) ของ NO_3^- ที่ความเข้มข้นต่ำลง เพื่อความถูกต้องของเทคนิคที่มากขึ้นศึกษาจากคดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้นจริง

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- ประเทศไทย. (2559). นักวิจัยเผยไทยติดประเทศมีคนตายจากอาวุธปืนสูงสุดในเอเชีย, เข้าถึงเมื่อ 2 กรกฎาคม 2560. เข้าถึงได้จาก <https://prachatai.com/journal/2016/02/64210>)
- อัมพร จารุจินดา. (2542). “การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน.” เอกสารความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืนและกระสุนปืนสำหรับผู้เข้าอบรม กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักงานวิทยาการตำรวจ.
- เบญจ พุฒินิล. (2555). “การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนด้วยไอออนโครมาโทกราฟี.” Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University 5, 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม): 730-741.
- ปิยะชัย มั่นคง. (2555). “การหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนมือของผู้ยิงปืนโดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี.” วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ภิญญา อันสนั่น. (2556). “การหาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมตรี.” วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุทธพงศ์ เศรษฐีสมบัติ. (2557). “การหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในเขม่าปืนที่ติดบนผิวหนัง โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี.” วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรเทพ พรประเสริฐ. (2557). “การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนที่ติดบนผ้า โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี.” วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภาษาต่างประเทศ

- Elizabeth Gilchrist a , Fleur Jongekrijg b , Laura Harvey a , Norman Smith a , and Leon Barron. (2012). “Characterisation of gunshot residue from three ammunition types using suppressed anion exchange chromatography.” Forensic Science International, 221: 50
- Johns C., RA. Shellie, OG. Potter , JW. O'Reilly, JP. Hutchinson, RM. Guijt , MC. Breadmore, EF. Hilder , GW. Dicinoski and PR. Haddad. (2008). “Identification of homemade inorganic explosives by ion chromatographic analysis of post-blast residues.” Journal of Chromatography, 2:205-214

- Ozge O. Erol. (2017). “Nitrate and Nitrite Determination in Gunshot Residue Samples by Capillary Electrophoresis in Acidic Run Buffer.” *Forensic Science*, 62 : 423
- Ruth N. Udey. (2011). “Differentiation of Bullet Type Based on the Analysis of Gunshot Residue Using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry.” *Forensic Science*, 56 : 1268
- Torre C., G. Mattutino, V. Vasino, C. Robino. (2002). “Brake linings: a source of non-GSR particles containing lead, barium, and antimony”. *Journal of Forensic Sciences*, 47:494.