

การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนด้วยไอออนโครมาโทกราฟี*

DETERMINATION OF NITRITE AND NITRATE IN GUNSHOT RESIDUES
BY ION CHROMATOGRAPHY

เบญจ พุฒินิล และศุภชัย ศุภลักษณ์นารี**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ศึกษาหาปริมาณไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) ในเขม่าดินปืน (Gunshot Residues; GSR) บนผ้าที่ใช้เป็นเป้ายิง บนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืน และประตुरถยนต์ที่ยิงปืนผ่าน โดยไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatography; IC) การทดลองใช้ปืนพกอัตโนมัติ ยี่ห้อ GLOCK MODEL 26 ขนาด 9 มม. LUGER โดยทำการทดลองยิงปืนไปบนเป้า 1 นัด ที่ระยะยิงต่างๆ และเก็บเขม่าดินปืนภายหลังกินทันที และ 3, 7, 15, 30 วัน ภายหลังกินยิงปืน พบว่าปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่วัดได้มีมากที่สุดในตัวอย่งที่ได้จากระยะยิง 2 นิ้ว และเก็บตัวอย่างทันที ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระยะยิงและระยะเวลาการเก็บตัวอย่างภายหลังกินยิงปืน นอกจากนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างบนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืนและที่ประตुरถยนต์หลังจากยิงปืน 1, 3 และ 5 นัด โดยเก็บตัวอย่างภายหลังกินทันที และ 3, 7 วัน ภายหลังกินยิงปืน ผลการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทจำนวนมากที่บริเวณเสื้อของผู้ยิงปืน ปริมาณของไอออนทั้งสองในเขม่าดินปืนลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างภายหลังกินยิงปืน และในการยิงปืนผ่านประตुरถยนต์ พบว่าสามารถตรวจพบไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนพื้นผิวของประตुरถยนต์ การศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ในการระบุว่ามีกรยิงปืนได้

Abstract

The aim of this project is to determine the amounts of nitrite (NO_2^-) and nitrate (NO_3^-) ions in gunshot residues (GSR) collected from the cloths using as a target, from the clothes of shooters and from the surface of a car door. The method of determination of GSR was the Ion Chromatography (IC).

The firearm used in this study was a semi-automatic GLOCK model 26, 9 mm LUGER. In the shooting experiment, a bullet was fired from each firing range and the GSR

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทฉบับที่ เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนด้วยไอออนโครมาโทกราฟี โดยมี อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

** ร้อยตำรวจเอกหญิง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
E-mail: bput_26@hotmail.com และ ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

were collected from the target cloth immediately after the shooting and at 3, 7, 15 and 30 days afterwards. It was found that the highest amounts of nitrite and nitrate in GSR were from the samples collected immediately after shooting and from those for the firing distance of 2 inches. The amounts of the two ions in the samples decreased as a function of the firing distances and sample-collection times.

Another experiment was designed for the study of GSR samples deposited on the clothes of the shooters and from the surfaces of the car door at the incident of the arm firing. In this experiment, the gun firings were conducted with 1, 3 and 5 bullets and the samples of GSR were collected immediately after the firing and at 3 and 7 days afterwards. Large amounts of the two ions were found in the samples collected from the clothes of the shooter and as expected the decreases in the nitrite and nitrate contents were found in the samples obtained with the delays of 3 and 7 days. In all samples collected from the surfaces of the car door, the two ions were detected in significant amounts. It is thus demonstrated that the technique used in this study can be applied to forensic cases of firearm usages.

บทนำ

ในปัจจุบันพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นที่ยอมรับในกระบวนการยุติธรรม ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้ว่า บุคคลใดเป็นผู้บริสุทธิ์ บุคคลใดเป็นผู้กระทำความผิด บุคคลใดเป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกระทำความผิด หรือไม่ อย่างไร ตลอดจนรูปแบบในการกระทำความผิดครั้งนั้นเป็นแบบใด พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับนำมาเป็นหลักฐานการพิจารณาคดีในชั้นศาลได้

ปัญหาอาชญากรรมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และโดยส่วนมากมักใช้อาวุธปืนในการก่อเหตุ เมื่อมีการยิงปืนเกิดขึ้น ไอของอนุภาคต่างๆ ที่เกิดขึ้นก็จะปลิวฟุ้งกระจายออกมาบริเวณรอบอาวุธปืน โดยอนุภาคที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า เขม่าที่เกิดจากการยิงปืน (Gunshot Residue; GSR) ซึ่งสามารถเก็บมาเพื่อตรวจพิสูจน์หาระยะยิง และที่สำคัญที่สุดสามารถระบุได้ว่าบุคคลใดเป็นผู้เกี่ยวข้องกับการยิงปืน อนุภาคเขม่าที่เกิดขึ้นนั้น อาจมาจากขนวนท้ายกระสุนปืน ดินปืน โลหะอื่นที่เป็นส่วนประกอบของลูกกระสุนปืน ปลอกกระสุนปืน และลำกล้องปืนเมื่อมีการยิงปืน

กรณีการตรวจเขม่าที่เกิดจากการยิงปืน สามารถตรวจเขม่าปืนที่มีผู้ต้องสงสัยว่ายิงปืน ที่วัตถุอื่นที่ต้องสงสัยว่าจะมีเขม่าดินปืนติดอยู่ เขม่าปืนนั้นเราจะตรวจสอบหาธาตุที่มาจากกระสุนปืน ได้แก่ ธาตุแวนดีเนียม ธาตุแบเรียม และธาตุตะกั่ว ส่วนเขม่าดินปืนนั้นเราจะตรวจสอบหาไอออนของไนโตรเจนและไนเตรท เนื่องจากไอออนทั้งสองตัวนี้เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในดินปืน เราจะสามารถตรวจพบไนโตรเจนได้เมื่อ

มีการเผาไหม้ของดินปืนหรือเมื่อมีการยิงปืนเท่านั้น ในธรรมชาติเราจะพบ ไนโตรทรีไนท์ปริมาณที่น้อยมาก แต่ในเตรทนั้นพบได้มาก เราจึงไม่ใช่ไนเตรทเพียงตัวเดียวในการยืนยันผลว่าวัตถุดังกล่าวมีเขม่าดินปืนติดอยู่ หรือไม่

(Brian J., 1997) การตรวจพิสูจน์หาคราบเขม่าปืน ในระยะเริ่มแรกราวปี ค.ศ.1932 วงการตำรวจสากลทั่วไปได้ทำการตรวจหาคราบเขม่าที่เกิดจากการยิงปืนที่มือ ด้วยวิธีที่เรียกว่า Dermal Nitrate Test หรือ Paraffin Test เป็นการทดสอบทางเคมี โดยดูการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของสารประกอบจำพวกไนเตรทที่มาจากเขม่าดินปืน ซึ่งเขม่าดินปืนนี้เกิดจากการเผาไหม้ ของดินส่งกระสุนปืน (ดินปืน) โดยใช้สารละลาย Diphenylamine จะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งปัจจุบันเลิกใช้ไปแล้ว เพราะผลการตรวจมีความไม่แน่นอน เนื่องจากสารประกอบไนเตรทอาจมาจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่มาจากการยิงปืนได้ เช่น ปุ๋ย เป็นต้น

ต่อมาราวปี ค.ศ.1959 มีการนำวิธี Sodium Rhodizonate Test ซึ่งเป็นวิธีการตรวจหาอนุภาคของตะกั่ว (Pb) เพื่อตรวจดูทางเข้าทางออกกระสุน

ต่อมาในปี ค.ศ.1960 ได้มีการนำเทคนิค Neutron Activation Analysis (NAA) เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณของแบเรียมและแอนติโมนี เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งวิเคราะห์ได้แต่ธาตุแอนติโมนี (Sb) และแบเรียม (Ba) เท่านั้น

ในปี ค.ศ.1970 วิธีการวิเคราะห์ว่าผู้ยิงนั้นเกี่ยวข้องกับการยิงปืนหรือไม่อีกวิธีหนึ่งนั้น คือ Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry (FAAS) เป็นวิธีที่ดีกว่า NAA คือค่าใช้จ่ายถูกกว่าและยังสามารถหาตะกั่ว (Pb) ได้ด้วย

ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจพิสูจน์หา GSR ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนขึ้นเรียกว่า Scanning Electron Microscope/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับว่าทันสมัยและแม่นยำที่สุด เนื่องจากสามารถมองเห็นภาพอนุภาคของคราบเขม่าที่เกิดจากการยิงปืนได้

ในปัจจุบันการตรวจเขม่าปืนที่มือของกองพิสูจน์หลักฐานใช้ในการยืนยันผลนั้น ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) หรือ Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy (ICP-MS) ส่วนการตรวจเขม่าดินปืนที่วัตถุต้องสงสัยนั้น ทำการตรวจยืนยันผลด้วยการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสี (Color Test) เท่านั้น ยังขาดเทคนิคที่จะมาช่วยยืนยันผลให้มีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

จากความสำคัญและปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรทรีไนท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนด้วยไอออนโครมาโทกราฟี” โดยทำการศึกษาด้วยกระสุนปืนอัตโนมัติ ขนาด 9 มิลลิเมตร แบบทองแดงหุ้มตะกั่ว (Full Metal Jacket; FMJ) ยิงจากปืนพกอัตโนมัติ ยี่ห้อ GLOCK ขนาด 9 มม.LUGER ความยาวลำกล้อง 3.25 นิ้ว เพื่อทำการศึกษาหาปริมาณไนโตรทรีไนท์และไนเตรท ด้วยเทคนิคการแยกของสาร (Ion Chromatography) การวิเคราะห์ดังกล่าว

สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นประโยชน์ด้านนิติวิทยาศาสตร์เรื่องการตรวจเขม่าดินปืนที่วัตถุ อีกทั้งเป็นการเพิ่มเทคนิคใหม่ๆ มาใช้ในการตรวจพิสูจน์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณไนโตรทและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนผ้าที่ใช้เป็นเป้ายิง บนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืน และประตูลอยนัตที่ยิงปืนผ่าน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของไนโตรทและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนผ้าที่ใช้เป็นเป้ายิง บนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืน และประตูลอยนัตที่ยิงปืนผ่าน กับจำนวนนัดที่ยิง ระยะยิง และระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง
3. เพื่อนำข้อมูลและผลการทดลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านนิติวิทยาศาสตร์ในเรื่องการตรวจพิสูจน์เขม่าดินปืนที่วัตถุพยานต่างๆ

วิธีการวิจัย

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 1.1 ปืนพกอัตโนมัติ ยี่ห้อ GLOCK MODEL 26 ขนาด 9 mm LUGER
- 1.2 กระสุนปืนอัตโนมัติ ขนาด 9 mm LUGER แบบ FMJ ยี่ห้อ THAI ARMS
- 1.3 เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี ยี่ห้อ SHIMADZU MODEL PIA-1000

2. วิธีทดลอง การเก็บตัวอย่าง และสภาวะที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การทดลองยิงปืนไปบนผ้าที่ใช้เป็นเป้ายิง

ตัดผ้าฝ้ายเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง x ยาว ประมาณ 12 x 12 นิ้ว ยิงปืนไปที่ผ้าที่ระยะ 2, 15, 25 และ 40 นิ้ว โดยวัดจากปากกระบอกปืนไปถึงเป้า ทดลองภายในห้องยิงปืนที่ปิดมิดชิด และไม่มีลมพัดผ่าน แล้วเก็บตัวอย่างผ้าในระยะเวลาต่างๆ คือ เก็บภายหลังยิงปืนทันที 3, 7, 15 และ 30 วัน ภายหลังการยิงปืน โดยตัดผ้าเป็นแผ่นวงกลมที่มีรัศมีขนาดประมาณ 6 cm จากจุดกึ่งกลาง ใส่ในซองพลาสติกใสแบบรูดเปิด-ปิดมีซิปล และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ion chromatography ต่อไป

2.2 การทดลองเก็บตัวอย่างเขม่าปืนจากเสื้อผ้าผู้ยิงปืน

นำผ้าซึ่งตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง x ยาว ประมาณ 12 x 12 นิ้ว ตัดไว้ที่หน้าอก แขนข้างขวา และแขนข้างซ้ายของผู้ยิงปืน ระยะที่ปากกระบอกปืนห่างจากบริเวณที่เก็บเป็น 24, 12 และ 12 นิ้ว ตามลำดับ ยิงจำนวน 1, 3 และ 5 นัด ทดลองภายในห้องยิงปืนที่ปิดมิดชิดและไม่มีลมพัด แล้วเก็บตัวอย่างทันที และ 3, 7 วัน ภายหลังการยิงปืน โดยตัดผ้าเป็นแผ่นวงกลมที่มีรัศมีขนาดประมาณ 6 cm จากจุดกึ่งกลาง ใส่ในซองพลาสติกใสแบบรูดเปิด-ปิดมีซิปล และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ion chromatography ต่อไป

2.3 การทดลองเก็บตัวอย่างเขม่าป็นจากประตูลอยนตที่ียงป็นผ่าน

จำลองรูปแบบท่าทางการยิงออกมาจากกระบอกประตูลอยนต ทดลองภายในห้องยิงปืนที่ปิดมิดชิดและไม่มีลมพัด ยิงจำนวน 1, 3 และ 5 นัด เก็บตัวอย่างทันที และ 3, 7 วัน ภายหลังการยิงปืน การเก็บตัวอย่างโดยใช้สำลีแผ่นชุบ Deionized water ปริมาตร 2 ml เช็ดเก็บทั่วทั้งบานประตูลอยนต ใส่ในซองพลาสติกใสแบบรูดเปิด-ปิดมีซิปล นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ion chromatography ต่อไป

3. การเตรียมตัวอย่าง

3.1 นำตัวอย่างผ้าและสำลีแช่ด้วย Deionize water ปริมาตร 5 ml ปิดปากด้วยพาราฟิล์ม แช่ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง

3.2 นำมากรองผ่าน membrane ขนาดรูพรุน 0.45 μm

3.3 วิเคราะห์โดยใช้เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี ซึ่งมีสภาวะในการทดลอง คือ

Column : Shim-pack IC-A3 (S) (2 mm I.D.x150 mm)

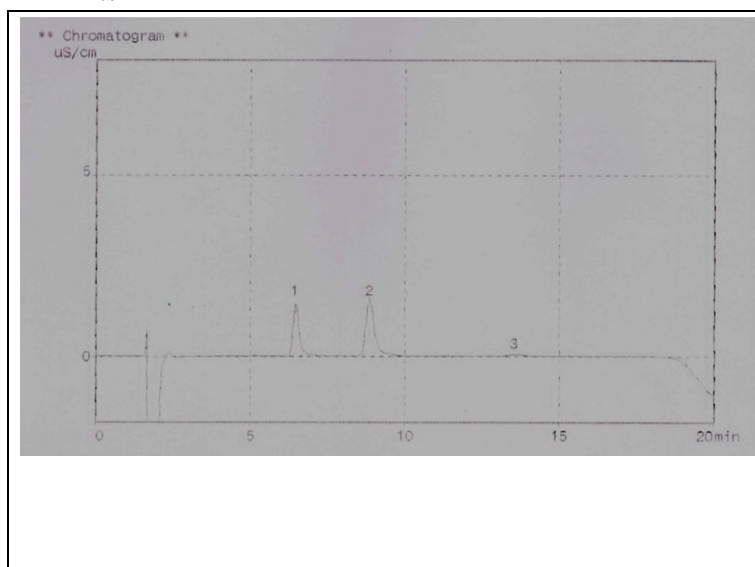
Eluent: 8 mM p-hydroxybenzoic acid/3.2 mM bis(2-hydroxyethyl)

iminotris(hydroxymethyl)methane

Detector: Conductivity

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษากราฟมาตรฐานของไนไตรท์และไนเตรทด้วยเครื่อง Ion Chromatograph (IC) เมื่อนำสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 6 : 12 mg/l พบว่า ได้โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานผสม ดังภาพที่ 1



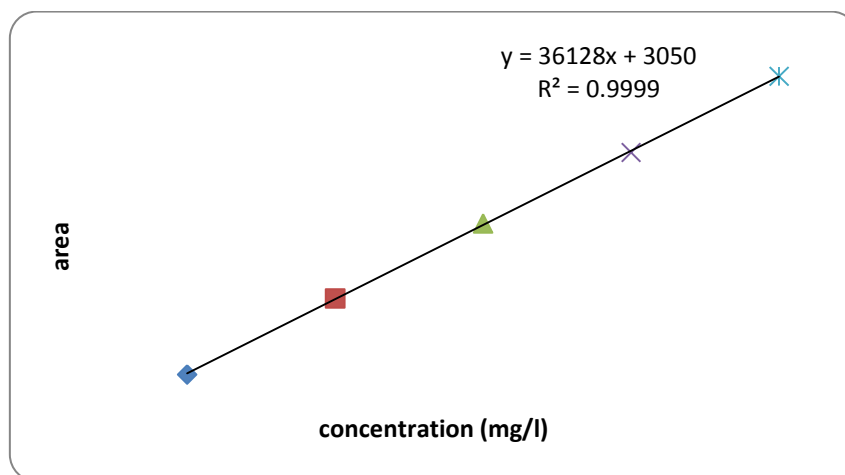
ภาพที่ 1 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรท เข้มข้น 6 : 12 mg/l

Peak no.1 Chromatogram of Nitrite 6 mg/l

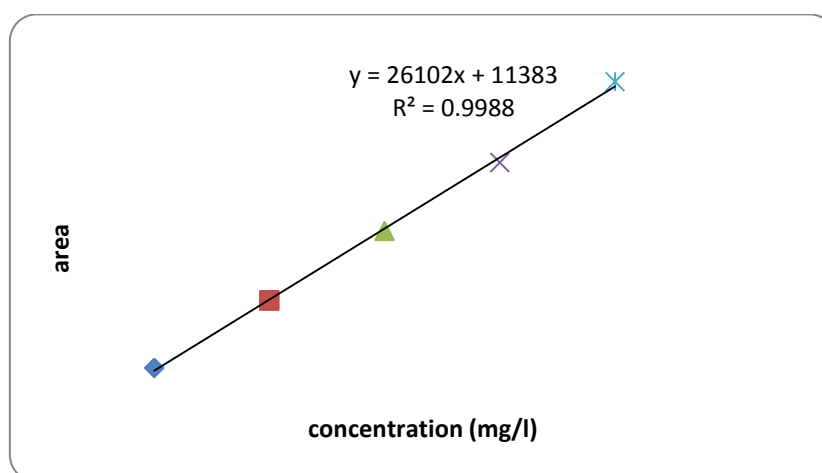
Peak no.2 Chromatogram of Nitrate 12 mg/l

จากโครมาโทแกรมพบว่า พีคของไนไตรท์และไนเตรทอยู่ที่ Retention time ที่ 6.462 นาที และ 8.854 นาที ตามลำดับ พบว่าพีคทั้งสองสามารถแยกกันได้ชัดเจน โดยมีค่า resolution มากกว่า 1.5

เมื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าพื้นที่ใต้พีคเฉลี่ยกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรท (mg/l) มาพลอตกราฟ พบว่าได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง มีสมการแสดงความสัมพันธ์คือ $y = 36128x + 3050$, $y = 26102x + 11383$ และค่า Correlation coefficient (R^2) เท่ากับ 0.999, 0.998 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ ตั้งแต่ 1.5 ถึง 7.5 mg/l



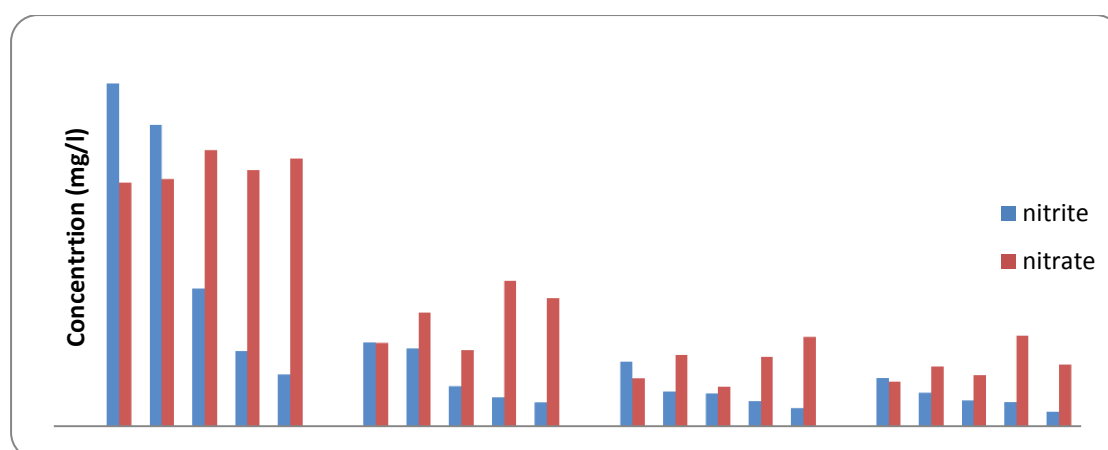
ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท ตั้งแต่ 3 ถึง 15 mg/l

จากการวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนผ้าที่เป็นเป้ายิงพบว่า ปริมาณของไอออนทั้งสอง จะลดลงเมื่อระยะยิงเพิ่มมากขึ้น และจะพบปริมาณมากที่สุดที่ระยะยิง 2 นิ้ว และพบน้อยที่สุดที่ระยะยิง 40 นิ้ว ปริมาณของไอออนจะลดลง เมื่อทำการเก็บตัวอย่างภายหลังยิงปืนนาน 30 วัน แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 4

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนผ้าที่เป็นเป้ายิง

ระยะยิง	เวลาในการเก็บตัวอย่าง	ไนโตรเจน (NO_2^-) (mg/l)	ไนเตรท (NO_3^-) (mg/l)
2 inches	Blank	0	0
	ทันที	6.3774	4.5271
	3 วัน	5.6027	4.5924
	7 วัน	2.5617	5.1292
	15 วัน	1.3994	4.7562
	30 วัน	0.958	4.9697
15 inches	Blank	0	0
	ทันที	1.5546	1.5479
	3 วัน	1.4419	2.1123
	7 วัน	0.7425	1.4172
	15 วัน	0.5399	2.6993
	30 วัน	0.4395	2.3857
25 inches	Blank	0	0
	ทันที	1.1998	0.8868
	3 วัน	0.6445	1.3258
	7 วัน	0.6046	0.7314
	15 วัน	0.4621	1.2918
	30 วัน	0.3319	1.6562
40 inches	Blank	0	0
	ทันที	0.8903	0.8295
	3 วัน	0.618	1.1105
	7 วัน	0.4747	0.946
	15 วัน	0.4475	1.6823
	30 วัน	0.2684	1.1452

เมื่อนำข้อมูลในตารางมาสร้างกราฟเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทบน ผ้าที่เป็นเป้ายิงกับระยะยิงและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 4



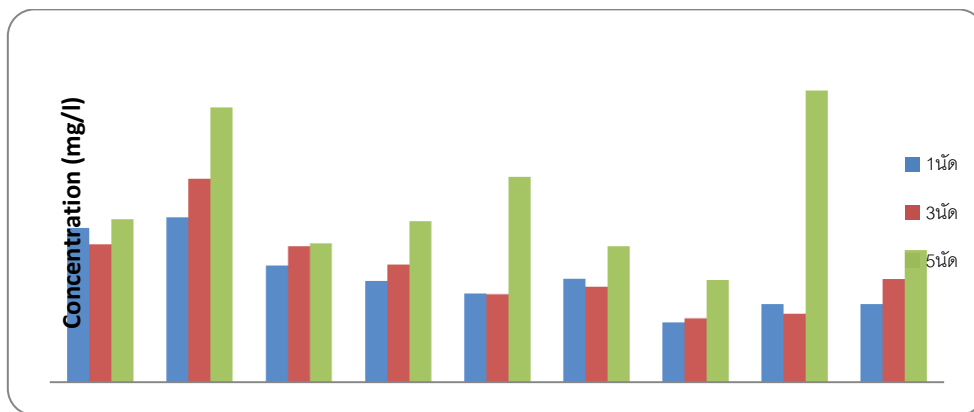
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนผ้าที่เป็นเป้าหมายกับระยะยิงและระยะเวลาต่างๆ ในการเก็บตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเสม้านดินปืนบนเสื้อผ้าผู้ยิงปืน พบว่า ปริมาณไนไตรท์แปรผันตรงกับจำนวนนัดที่ทำการยิง กล่าวคือ เมื่อยิงในจำนวนที่มากขึ้นก็จะพบใน ปริมาณที่มากขึ้นด้วย และปริมาณจะลดลงเมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องที่เวลาต่างๆ โดยจะพบที่ปริมาณมาก ที่สุดเมื่อทำการเก็บตัวอย่างทันทีและมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเก็บตัวอย่าง 7 วัน ภายหลังการยิงปืน แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

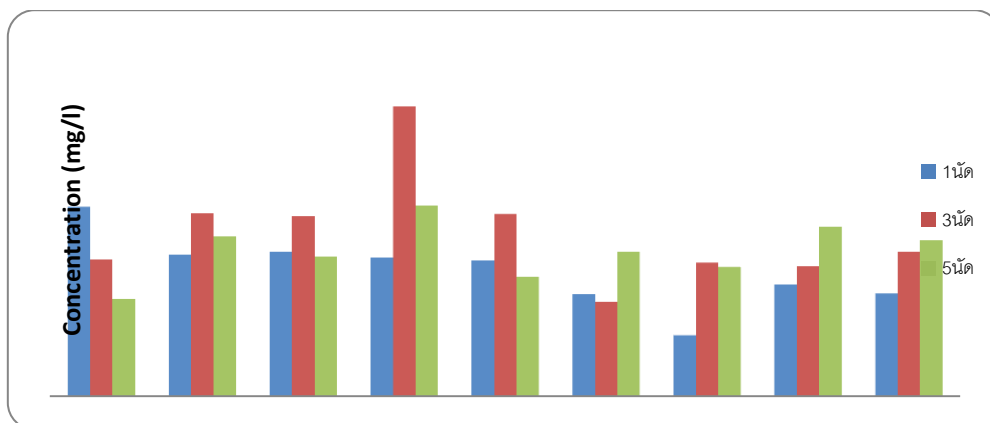
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเสม้านดินปืนบนเสื้อผ้าผู้ยิงปืน

		ไนไตรท์ (NO_2^-) (mg/l)			ไนเตรท (NO_3^-) (mg/l)		
		1 นัด	3 นัด	5 นัด	1 นัด	3 นัด	5 นัด
	Blank	0	0	0	0	0	0
หน้าอก	ทันที	0.634	0.5696	0.6744	1.3458	0.973	0.689
	3 วัน	0.4189	0.4861	0.6655	0.9876	0.632	1.358
	7 วัน	0.2482	0.2649	0.424	0.4338	0.9486	0.9201
แขนขวา	ทันที	0.6829	0.8427	1.1353	1.0067	1.3012	1.1353
	3 วัน	0.3672	0.3645	0.8494	0.9677	1.2968	0.8494
	7 วัน	0.3228	0.282	1.2063	0.7966	0.9237	1.2063
แขนซ้าย	ทันที	0.4824	0.5613	0.5733	1.0275	1.2807	0.9932
	3 วัน	0.4281	0.3936	0.5613	0.7241	0.6702	1.0264
	7 วัน	0.324	0.4267	0.545	0.7298	1.0245	1.1083

เมื่อนำข้อมูลในตารางมาสร้างกราฟเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบน เสื้อผ้าผู้ยิงกับจำนวนนัดที่ยิง ระยะเวลา และบริเวณต่างๆ ในการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนบนเสื้อผ้าผู้ยิงปืนกับจำนวนนัดที่ยิง ระยะเวลาและบริเวณต่างๆ ในการเก็บตัวอย่าง



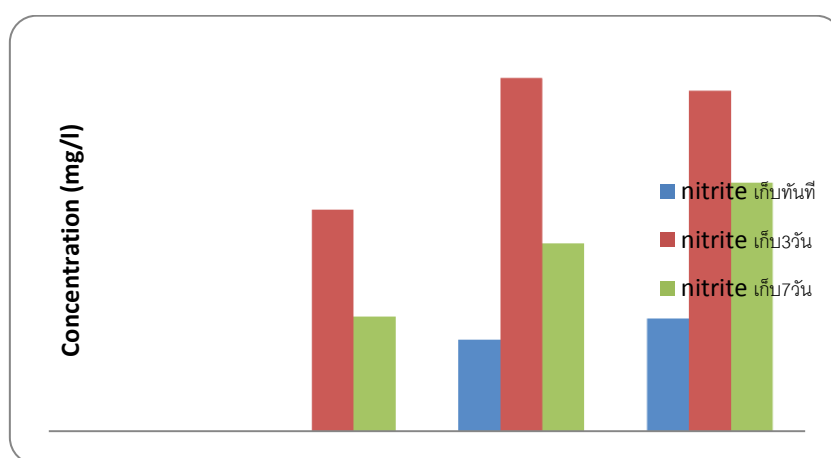
ภาพที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทบนเสื้อผ้าผู้ยิงปืนกับจำนวนนัดที่ยิง ระยะเวลาและบริเวณต่างๆ ในการเก็บตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ประตูลอยนัตที่ยิงปืนผ่านพบว่าปริมาณไนโตรเจนจะแปรผันตรงกับจำนวนนัดที่ทำการยิง กล่าวคือ เมื่อยิงจำนวนนัดที่เพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรเจนก็เพิ่มมากขึ้นด้วย แต่ปริมาณของไนเตรทตรวจพบได้ไม่แน่นอน และจากการศึกษาระยะเวลาการเก็บตัวอย่างภายหลังการยิงปืนพบว่าปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทที่ตรวจพบจะแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวสามารถตรวจพบไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนพื้นผิวของประตูลอยนัตได้ แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3

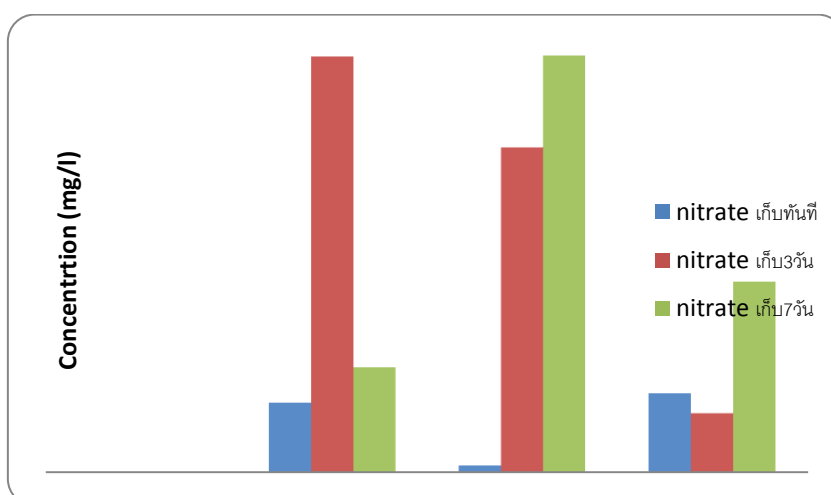
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ประจุรถยนต์ที่ยังป็นผ่าน

	ไนไตรท์ (NO_2^-) (mg/l)			ไนเตรท (NO_3^-) (mg/l)		
	เก็บทันที	เก็บ 3 วัน	เก็บ 7 วัน	เก็บทันที	เก็บ 3 วัน	เก็บ 7 วัน
1 นั้ด	0	0.2322	0.1199	4.935	29.433	7.4443
3 นั้ด	0.0959	0.3701	0.1967	0.4806	23.0079	29.5249
5 นั้ด	0.1179	0.357	0.2609	5.5929	4.1859	13.5039

เมื่อนำข้อมูลในตารางมาสร้างกราฟเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ประจุรถยนต์ที่ยังป็นผ่านกับจำนวนนัดที่ยิง และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 7 และ 8



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ที่ประจุรถยนต์ที่ยังป็นผ่านกับจำนวนนัดที่ยิงและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทที่ประจุรถยนต์ที่ยังป็นผ่านกับจำนวนนัดที่ยิงและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนผ้าที่ใช้เป็นเป้าหมายบนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืน และประตูลอยนัตที่ยิงปืนผ่าน เพื่อหาปริมาณและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของไนโตรเจนและไนเตรทกับจำนวนนัดที่ยิง ระยะทางที่ยิง และระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง โดยใช้อาวุธปืนพกอัตโนมัติ ขนาด 9 มม. LUGER และได้ทำการศึกษาด้วย IC สามารถสรุปผลได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนผ้าที่ใช้เป็นเป้าหมายพบว่าปริมาณของไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระยะยิงและระยะเวลาการเก็บตัวอย่างภายหลังการยิงปืน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืน พบว่าปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทมีความสัมพันธ์กับจำนวนนัดที่ทำการยิงและระยะเวลาภายหลังการยิงปืน ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทลดลงตามการลดลงของจำนวนนัดที่ยิงปริมาณของไอออนทั้งสองในเขม่าดินปืนลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างภายหลังการยิงปืน

จากการศึกษาบนประตูลอยนัตที่ยิงปืนผ่าน โดยทดลองยิงปืนจำนวน 1, 3 และ 5 นัด เช็ดเก็บตัวอย่างทั่วทั้งบานหน้าต่างของประตูลอยนัต เก็บภายหลังยิงปืนทันที และ 3, 7 วัน ภายหลังการยิงปืน พบว่าสามารถตรวจพบไนโตรเจนและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนพื้นผิวของประตูลอยนัต การศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ในการระบุว่ามีผู้ยิงปืนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาในอาวุธปืนชนิด ขนาดต่างๆ เพื่อจะได้ทราบถึงรูปแบบของการคงอยู่และปริมาณของเขม่าดินปืน ในอาวุธปืนแต่ละชนิด ขนาด
2. ควรทำการศึกษาที่ผ้าหรือวัตถุชนิดอื่น เพื่อดูการคงอยู่ของเขม่าดินปืนที่ผ้าหรือวัตถุชนิดนั้น
3. ควรทำการศึกษาที่ระยะเวลาที่ยาวนาน เพื่อดูจนกว่าเขม่าดินปืนจะหมดไป
4. ควรทำการศึกษาที่ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างภายในซองพลาสติกใสแบบรูดเปิด-ปิดมีzipว่ามีผลต่อปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในตัวอย่างหรือไม่ จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาวะดังกล่าวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

จิรวรรณ ธนรัตน์, พ.ต.ท. “คู่มือการตรวจหาดินปืน เขม่าดินปืน ตะกั่ว และทองแดง ของลูกกระสุนปืน.”

เอกสารเผยแพร่กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจ, 2551. (อัคราเสนา)

นพสิทธิ์ อัครนพหงส์, พ.ต.ต. “หลักการตรวจพิสูจน์เขม่าที่เกิดจากการยิงปืน.” เอกสารอัดสำเนา กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจ, 2550.

นิภาพรรณ จันตะมา. “การหาปริมาณ DPA ในดินปืนและเขม่าดินปืนจากกระสุนปืนอัตโนมัติ 4 ขนาด โดยเทคนิค HPLC.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2551. (อัดสำเนา)

สำนักงานวิทยาการตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. มาตรฐานการปฏิบัติงานด้านการตรวจพิสูจน์หลักฐาน พ.ศ. ๒๕๔๘ สำนักงานวิทยาการตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (2548).

ศมนวรรณ หัสมินทร์. “การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนโดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2552. (อัดสำเนา)

อัมพร จารุจินดา, พ.ต.ต. “การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน.” เอกสารความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืนและกระสุนปืนสำหรับผู้เข้าอบรม กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักงานวิทยาการตำรวจ, 2542. (อัดสำเนา)

SHIMADZU (Asia Pacific) Pte Ltd. “Ion Chromatography Principles & Applications” เอกสารบรรยายการใช้งานเครื่อง Ion Chromatography, 2552. (อัดสำเนา)

ภาษาต่างประเทศ

A.J.Schwoeble, David L. Exline. Current methods in forensic gunshot residue analysis. CRC press LLC. (2000).

Bexar county criminal investigation laboratory standard operating procedures-trace evidence section. (May, 31 2007).

Brian J.. Handbook of Firearms and Ballistics. John Wiley & Sons Ltd, (1997): 167-169.

Lucien C Haag. Shooting incident reconstruction. Academic press. (2006) : 45-56.

Morison and Boyd. “Laboratories of Gunshot residue.” 4th edition. (2007).