

## การตรวจพิสูจน์เขม่าปืนบนเส้นผมโดยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy

### Detection of gunshot residues on head hair by UV-Visible Spectroscopy

นเรศ โกฏทอง<sup>1</sup>, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง<sup>1</sup>, สุภชัย สุภลัทธณ์นารี<sup>1</sup>, จิราวรรณ กำลั้งยิ่ง<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาเคมี สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

#### บทคัดย่อ

เป็นที่ทราบกันดีว่า เมื่อมีการยิงปืนจะเกิดเขม่าปืน (GSR) บนพื้นผิวที่อยู่โดยรอบ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี UV-Visible Spectroscopy ในการหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในตัวอย่างเขม่าปืน อาวุธปืนที่ใช้ในการทดลองคือปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Colt โดยใช้กระสุน Winchester ขนาด 11 mm การทดลองยิงปืนทำในห้องปิด เก็บตัวอย่างจากบนเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) โดยระยะจากปากกระบอกปืนถึงเป้ายิงเท่ากับ 6 นิ้ว ในการเก็บตัวอย่างใช้วิธีเช็ดด้วยสำลีโดยเก็บทันที และเก็บที่เวลา 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการยิงปืน เทคนิคนี้สามารถตรวจพบ GSR ในปริมาณมากทั้งบนผมของผู้ยิงและบนเส้นผมที่ติดติดไว้บนเป้ายิง จากการทดลองยังพบว่าปริมาณของ GSR ในตัวอย่างลดลงเมื่อเวลาที่เก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า วิธี UV-Visible Spectroscopy สามารถใช้ในการตรวจวัด GSR ได้ วิธีนี้ใช้เครื่องมือที่มีราคาต่ำและใช้เวลาน้อยในการตรวจวัดเมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ GSR ด้วยวิธีอื่น

**คำสำคัญ :** เขม่าปืน, UV-Visible Spectroscopy, ไนเตรท, ไนไตรท์

#### Abstract

It is well know that gunshot residue (GSR) discharged from a firearm may be deposited on surfaces nearby. In this study, the method of UV-Visible Spectroscopy was employed to measure amounts of GSR from the contents of nitrates and nitrites in the sample. The firearm used was a Colt semiautomatic with Winchester 11 mm ammunition and the firing was carried out in a closed ballistic laboratory. Samples were collected from the head hair of the firer and from the hair attached to the target (set as victim's hair) which was placed at a distance of 6 inches from the gun muzzle. The sampling method of swabbing was used to collect the sample and the sampling times were taken as immediately and at 6 and 24 hours after firing. The method can detect the GSR with a substantial amount in the samples from the firer's hair and from the hair on the target. It was also found that the amounts of the GSR in both hair samples decreased as the sampling time increased. The results has demonstrated the potential of the

UV-Visible spectroscopic method in the detection of GSR. The method requires a low - cost equipment and is less time consuming as compared to other methods of GSR analysis.

**Keyword: Gunshot, UV-Visible Spectroscopy, Nitrates, Nitrites**

## บทนำ

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย เข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อพิสูจน์ตรวจหาบุคคลผู้กระทำความผิดมาลงโทษตามกฎหมายโดยใช้หลักทางนิติวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในการตรวจพิสูจน์หาผู้กระทำความผิดในการก่ออาชญากรรมและใช้ในกระบวนการยุติธรรมมากขึ้น การที่พยานหลักฐานในทางนิติวิทยาศาสตร์จะรับฟังเป็นพยานในกระบวนการยุติธรรมได้นั้นจะต้องเป็นพยานหลักฐานที่ตรวจพิสูจน์ได้ว่าเกิดขึ้นจริงในสถานที่เกิดเหตุที่พนักงานเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานได้เก็บรวบรวมพยานหลักฐานนั้นได้มาโดยชอบด้วยกฎหมายจึงจะรับฟังเป็นพยานในกระบวนการยุติธรรมได้ แต่ถ้าได้พยานหลักฐานนั้นมาโดยมิชอบด้วยกฎหมายก็ไม่สามารถรับฟังเป็นพยานในกระบวนการยุติธรรมได้

เมื่อการก่ออาชญากรรมเกิดขึ้นในคดีที่มีอาวุธปืนเข้ามาเกี่ยวข้องในสถานที่เกิดเหตุบริเวณรอบๆ จะมีคราบเขม่าปืนปลิวฟุ้งกระจายอยู่บริเวณรอบๆ ในสถานที่เกิดเหตุแล้วแต่บริเวณจุดไหนจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบริเวณที่อาชญากรรมนั้นเกิดขึ้นว่าเป็นบริเวณกว้างๆ หรือห้องปิดแล้วแต่กรณีสำหรับการเก็บวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในดินส่งกระสุนปืนที่เกิดขึ้นจากการยิงปืน และเมื่อนำสารทั้งสองมาวิเคราะห์ควบคู่กันเพื่อประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์จะสามารถบ่งชี้ได้ว่าการยิงปืนเกิดขึ้นหรือไม่ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจเขม่าปืนจึงมีความสำคัญมากสามารถนำมาใช้ตรวจในการระบุตัวบุคคลได้

ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษา การเก็บคราบเขม่าปืนบริเวณห้องปิดจากเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป่ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) โดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy โดยวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคนิค UV-Visible Spectroscopy ในการตรวจหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ได้โดยใช้ตัวอย่างจากเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป่ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) เพื่อเป็นพยานหลักฐานที่รับฟังเป็นพยานในกระบวนการยุติธรรมได้

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาหาระยะเวลาการคงอยู่ของอนุภาคเขม่าปืนที่สะสมติดอยู่บริเวณเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป่ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ภายในห้องปิดของการกระทำความผิดหลังจากการยิงด้วยอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Colt โดยใช้กระสุน Winchester ขนาด 11 mm โดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy โดยวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ภายหลังจากการยิงปืนทันที ภายหลังจากการยิงปืน 6 ชั่วโมง และภายหลังจากการยิงปืน 24 ชั่วโมง แล้วเก็บตัวอย่างวิเคราะห์เพื่อเป็นพยานหลักฐานในทางนิติวิทยาศาสตร์

### ขอบเขตของงานวิจัย

1. การหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy โดยเก็บตัวอย่างจากเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ภายในห้องปิด
2. ยิงปืนโดยใช้อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Colt โดยใช้กระสุน Winchester ขนาด 11 mm กระทำการยิงในลักษณะทำขึ้นยิงปืนโดยอาวุธปืนขนาด 450 โดยเล็งไปที่บริเวณเป้าและอาวุธปืนพกสั้น 11 mm ระยะห่างจากเป้า 6 นิ้ว โดยยิงครั้งละ 3 นัด
3. ทำการเก็บตัวอย่างจากเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ในระยะเวลาหลังจากการยิงปืนทันที ภายหลังจากการยิงปืน 6 ชั่วโมง และภายหลังจากการยิงปืน 24 ชั่วโมง

### การทบทวนวรรณกรรม

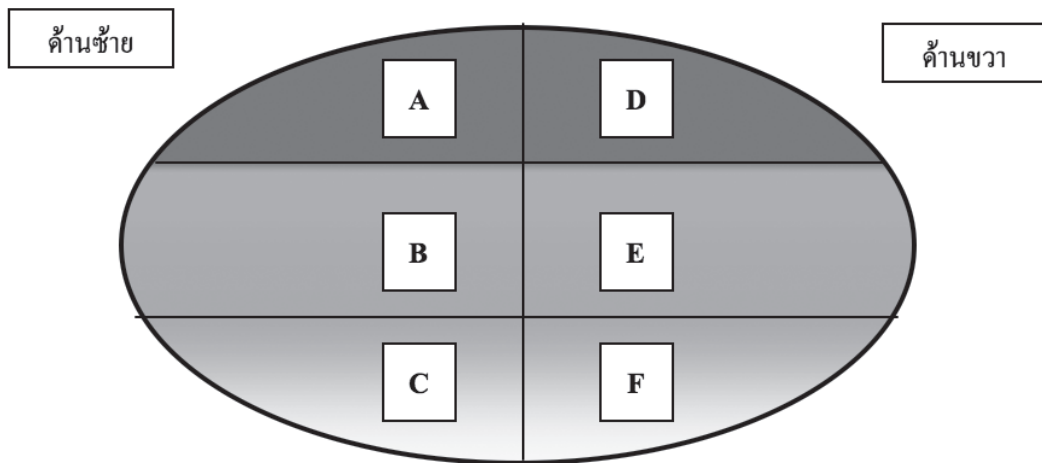
ในปี ค.ศ. 1981 N Petraco และคณะ (Method for the Quantitative Determination of Nitrites in Gunshot Residue Cases) ได้ศึกษาการหาปริมาณไนไตรท์จากอนุภาคเขม่าปืนโดยใช้เทคนิค Ultraviolet-visible spectrophotometer โดยใช้อาวุธปืน .38 ทำการยิงปืนในลักษณะทำมุม 90° กับเป้าหมายที่มีชิ้นส่วนผ้าฝ้ายสีขาวติดอยู่และทำการยิงปืนตามระยะทางที่แตกต่างกัน โดยจะวัดระยะจากปากกระบอกปืนไปยังเป้าหมายที่มีชิ้นส่วนผ้าฝ้ายสีขาวติดอยู่เพื่อคว่ำระยะทางนั้นมีผลต่อปริมาณของไนไตรท์หรือไม่ผลการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณไนไตรท์ได้จากค่า Calibration curve จึงแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการใช้วิธีนี้ตรวจหาปริมาณไนไตรท์ในอนุภาคเขม่าปืนจากชิ้นส่วนของผ้าฝ้ายที่นำมาทำการทดลองยิงปืนได้

ในปี พ.ศ. 2552 สมนวรรณ หัสมินทร์ได้ศึกษาการหาปริมาณการคงอยู่ของไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังจากการยิง โดยศึกษาจากปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Compac ขนาด 9 mm และใช้ลูกกระสุนปืนยี่ห้อ Luger ทำการยิง 2 นัด และวิเคราะห์ โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีและสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ผลการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทได้จนถึง 48 ชั่วโมง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการตรวจวิเคราะห์การคงอยู่ของเขม่าดินปืนได้

ในปี พ.ศ. 2552 ภัฏญดา อันสนั่น ได้ศึกษาหาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังการยิงด้วยเทคนิคสเปคโตรโฟโตเมตรี โดยศึกษาจากปืนพกหรือลเวอ์ขนาด .38 SPECIAL ยี่ห้อ Smith&Wesson และใช้กระสุนปืนแบบหัวตะกั่ว .38 SPECIAL (LRN) ยี่ห้อ ROYAL AMMUNITION ผลการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทภายหลังจากการยิงปืนได้มากที่สุดในการยิงปืนจำนวน 5 นัด และ พบปริมาณไนเตรทที่มีปริมาณมากที่สุดในระยะเวลา 22 ชั่วโมง ภายหลังจากการยิงปืน

### วิธีดำเนินงานวิจัย

ยิงปืนโดยใช้อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Colt โดยใช้กระสุน Winchester ขนาด 11 mm กระทำ การยิงปืนในลักษณะทำยืนยิง โดยอาวุธปืนขนานกับพื้นทำมุม 450 กับเป้ายิงโดยเล็งไปที่บริเวณเส้นผมที่ติด อยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) มีระยะห่างจากเป้ายิง 6 นิ้ว โดยยิงครั้งละ 3 นัด ทำการเก็บ ตัวอย่างจากเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ในระยะเวลา ภายหลังจากการยิงปืนทันที ภายหลังจากการยิงปืน 6 ชั่วโมง และภายหลังจากการยิงปืน 24 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างบนเส้นผมของผู้ยิงจะแบ่งการเก็บเขม่าปืนบนศีรษะของผู้ยิงจากเส้นผมโดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านซ้ายและด้านขวาโดยแต่ละด้านมี 3 บริเวณได้แก่ด้านหน้าของศีรษะ ตรงกลางกระหม่อมของ ศีรษะ และด้านหลังของศีรษะ โดยมองจากด้านบนของศีรษะ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บริเวณพื้นที่การเก็บเขม่าปืนบนเส้นผมหงด้านซ้าย และด้านขวา ดังนี้  
ตำแหน่งที่ A บริเวณด้านหน้าซ้ายของศีรษะ  
ตำแหน่งที่ B บริเวณตรงกลางกระหม่อมด้านซ้ายของศีรษะ  
ตำแหน่งที่ C บริเวณด้านหลังด้านซ้ายของศีรษะ  
ตำแหน่งที่ D บริเวณด้านหน้าขวาของศีรษะ  
ตำแหน่งที่ E บริเวณตรงกลางกระหม่อมด้านขวาของศีรษะ  
ตำแหน่งที่ F บริเวณด้านหลังด้านขวาของศีรษะ

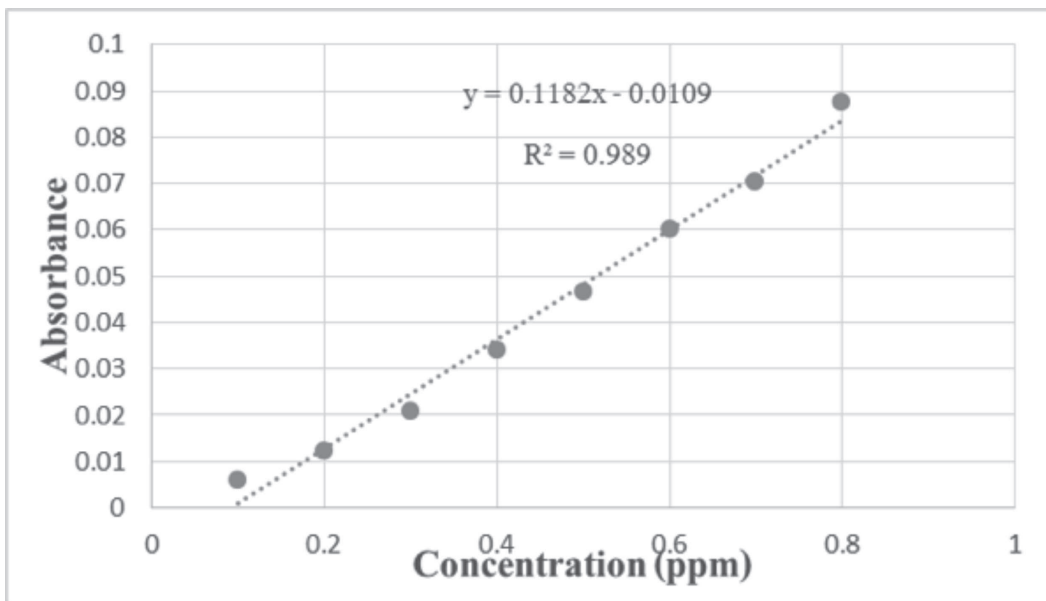
หลังจากนั้นนำก้านสำลีชุบ Deionize water เช็ดบริเวณเส้นผมผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) แล้วนำก้านสำลีที่เช็ดเขม่าปืนนำตัวอย่างมาสกัดด้วยการเติมน้ำ Deionize ลงไปโดย Sonicated นาน 30 นาที แล้วนำมากรองผ่าน Nylon membrane filter ขนาดรูพรุน 0.45  $\mu\text{m}$  และ นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy ต่อไป

### การวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

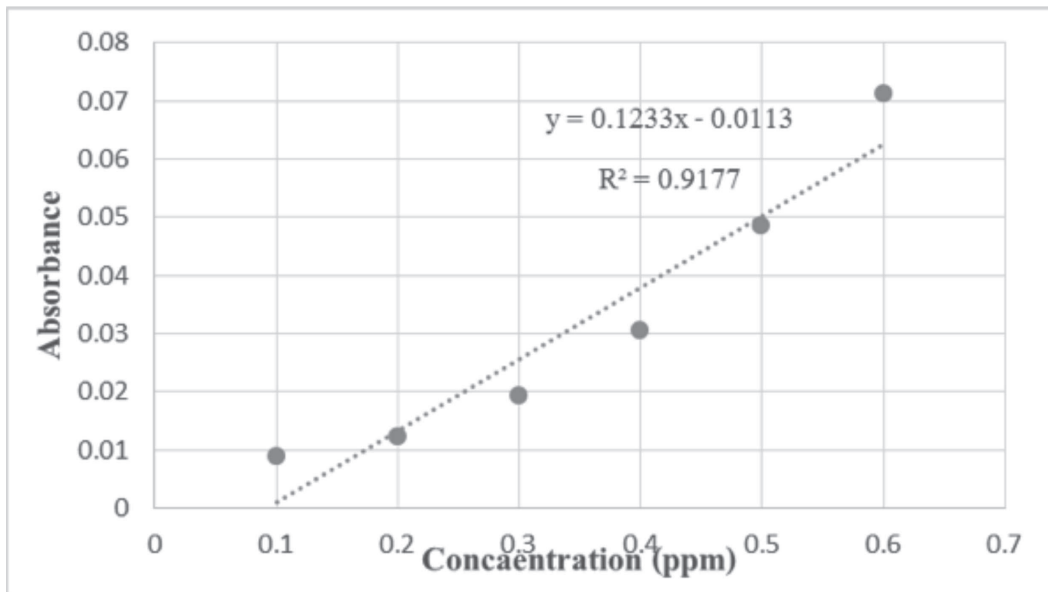
การหาปริมาณไนเตรทโดยใช้คอลัมน์รีดักชัน นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ผ่านคอลัมน์รีดักชันซึ่งไนเตรทจะถูกรีดิวซ์เป็นไนไตรท์แล้วนำไนไตรท์ที่ได้มาเติมสารละลายแอมโมเนียมบัพเฟอร์ปริมาตร 3.5 ml แล้วเติมสารละลายซัลฟานิลามายด์และสารละลาย N - (1-naphthyl) - ethylenediamine (NED) ปริมาตร 1 ml ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm และการหาปริมาณไนไตรท์โดยนำตัวอย่างมาเติมสารละลายซัลฟานิลามายด์ปริมาตร 2 ml จากนั้นเติมสารละลาย NED นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm หลังจากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณโดยเปรียบเทียบจากกราฟสารละลายมาตรฐานของไนเตรทและไนไตรท์

### ผลการวิจัย

การศึกษาหากราฟมาตรฐานของไนเตรทและไนไตรท์โดยเทคนิค Spectrophotometry จากการนำสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.1 ถึง 0.8 mg/L และไนไตรท์ ที่ความเข้มข้น 0.1 ถึง 0.6 mg/L มาวิเคราะห์โดยเทคนิค Spectrophotometry ที่ความยาวคลื่น 540 nm พบว่า ไนเตรทมีกราฟความสัมพันธ์เส้นตรง คือ  $y = 0.1182x - 0.0109$  และค่า Correlation coefficient ( $r^2$ ) เท่ากับ 0.989 ส่วนไนไตรท์มีกราฟความสัมพันธ์เส้นตรงคือ  $y = 0.1233x - 0.0113$  และค่า Correlation coefficient ( $r^2$ ) เท่ากับ 0.9177 ดังภาพที่ 2



a)

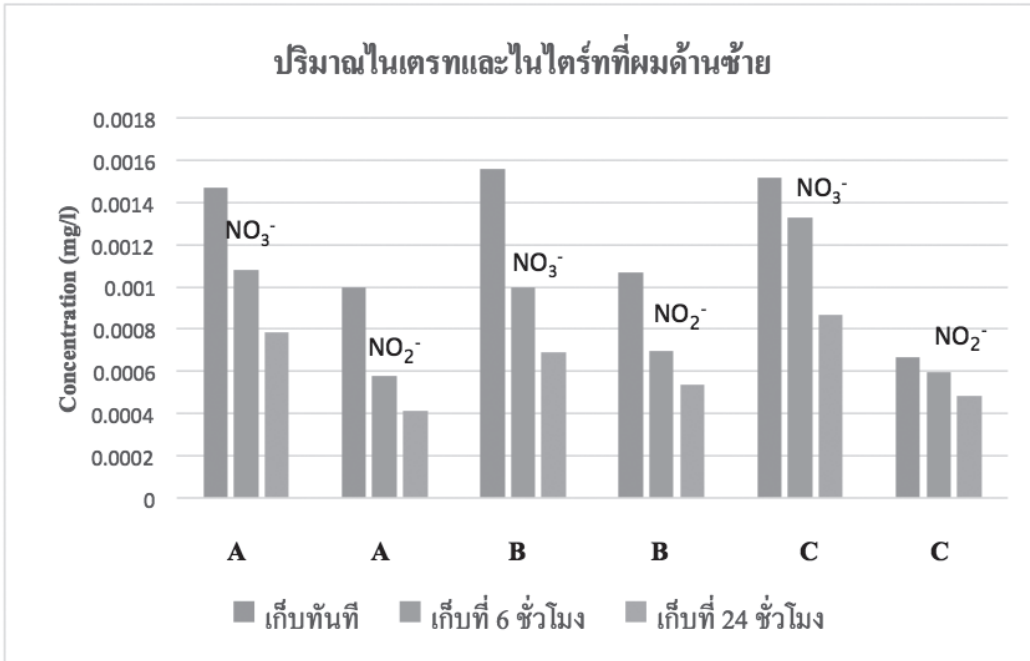


b)

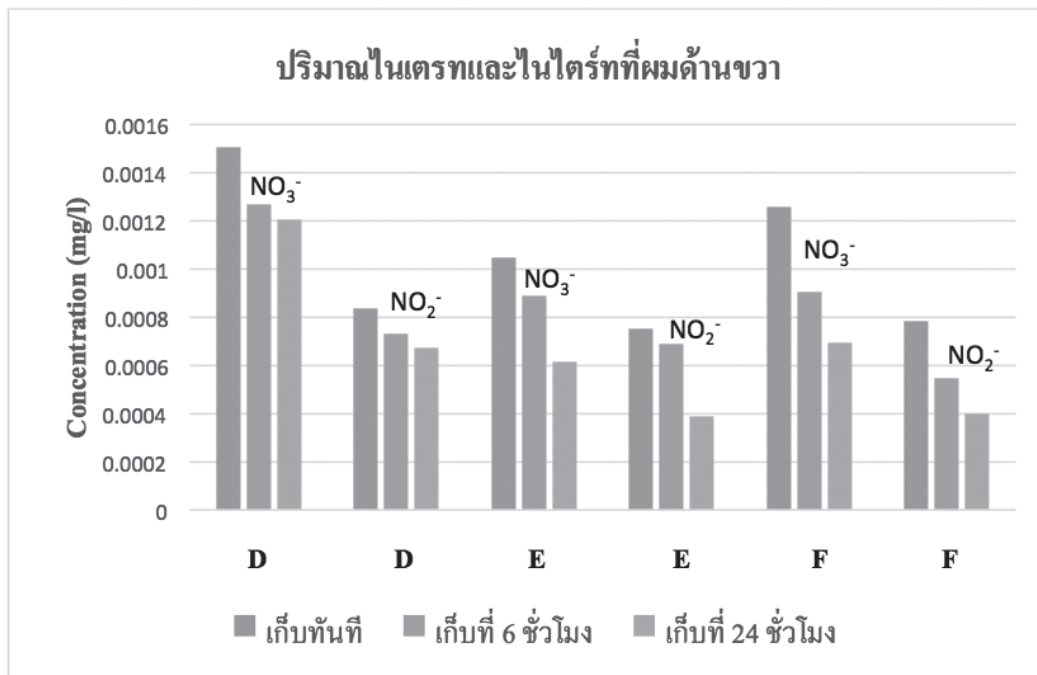
ภาพที่ 2 a) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่รีดิซ์เป็นไนไตรท์กับความเข้มข้นของไนเตรท 0.1 ถึง 0.8 (mg/L) b) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์กับความเข้มข้นของไนไตรท์ 0.1 ถึง 0.6 (mg/l)

การศึกษาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์บริเวณเส้นผมของผู้ยิงและเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ภายหลังจากการยิงปืนที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy

การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์โดยทำการเก็บตัวอย่างจากเส้นผมของผู้ยิงโดยทำการเก็บตัวอย่างแบ่งเป็นเขม่าปืนที่ติดอยู่ บริเวณด้านซ้ายและด้านขวาของศีรษะโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 บริเวณ ได้แก่ ด้านหน้าของศีรษะ ตรงกลางกระหม่อมของศีรษะ และด้านหลังของศีรษะ และบริเวณเส้นผมที่ติดอยู่บนเป้ายิง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ในการเก็บตัวอย่างคือเก็บตัวอย่างทันทีภายหลังจากการยิงปืน เก็บตัวอย่างภายหลังจากยิงปืนแล้ว 6 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างภายหลังจากยิงปืนแล้ว 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectroscopy ดังภาพที่ 3



a)



b)

ภาพที่ 3 : a) ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างบริเวณสีระด้านซ้ายตำแหน่ง A ตำแหน่ง B และ ตำแหน่ง C b) ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างบริเวณสีระด้านขวาตำแหน่ง D ตำแหน่ง E และ ตำแหน่ง F

จากภาพที่ 3 แสดงปริมาณ ไนเตรทและไนไตรท์ในเขม่าปืนจากสี่ระยะด้านซ้ายและด้านขวาดังรูป a) และ b) จากกราฟพบว่าปริมาณของไนเตรทและไนไตรท์ลดลงเมื่อเก็บตัวอย่างภายหลังจากการยิงปืน เป็นระยะเวลานานขึ้น โดยลดลงทั้งปริมาณ ไนเตรทและไนไตรท์ที่บริเวณสี่ระยะด้านซ้ายและด้านขวาของผู้ยิง เทคนิคนี้ยังสามารถตรวจพบปริมาณ ไนเตรทและไนไตรท์จากการเก็บตัวอย่างภายหลังจากการยิงปืน ได้ถึง 24 ชั่วโมง และผลการทดลองการเก็บตัวอย่างเขม่าปืนบนเส้นผมที่ติดไว้ที่เป่ายังพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ปริมาณ ไนเตรทและไนไตรท์ลดลงเพียงเล็กน้อย และยังคงพบปริมาณ ไนเตรทและไนไตรท์ ภายหลังจากระยะเวลาผ่านไปจนถึง 24 ชั่วโมง

### อภิปรายผลงานวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์พิสูจน์เขม่าปืนบนเส้นผมโดยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy พบว่า ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่อยู่ในเขม่าปืนบนเส้นผมของผู้ยิงสามารถตรวจพบได้ ทั้งด้านซ้าย และ ด้านขวาของศีรษะ ภายหลังจากการยิงปืน เมื่อระยะเวลาผ่านไปได้นานถึง 24 ชั่วโมง และเส้นผมที่ติดอยู่บน เป่ายัง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) สามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่อยู่ในเขม่าปืนได้ใน ระยะเวลาผ่านไปได้ถึง 24 ชั่วโมง ผลการทดลองนี้ได้สอดคล้องกับการทดลองของ วิจิตรา คุณมา และคณะ (2556) ในการตรวจเขม่าดินปืนบนเส้นผมของผู้ยิงโดยใช้เทคนิค ไอออนโครมาโทกราฟี โดยใช้อาวุธปืน 2 ชนิด คือ ขนาด .38 และ ขนาด 9 mm พบว่าสามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทและไนไตรท์บนเส้นผมของผู้ยิง และปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ลดลง เมื่อเก็บตัวอย่างผ่านไป 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการยิงปืนเช่นกัน เทคนิคนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการตรวจหาเขม่าปืนบนเส้นผมของผู้ยิง และ เส้นผมที่ติดอยู่บน เป่ายัง (เสมือนเป็นเส้นผมของผู้ถูกยิง) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีเครื่องมืออยู่ในทุกห้องปฏิบัติการ เป็นเครื่องมือที่มีราคาต่ำและการวิเคราะห์ทำได้รวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ GSR ด้วยวิธีอื่น จึงทำให้สามารถ นำมาประยุกต์ใช้เป็นพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่รับฟังเป็นพยานในกระบวนการยุติธรรมได้

### เอกสารอ้างอิง

N Petraco, M Yander, J Sardone. (1981). **Method for the Quantitative Determination of Nitrites in Gunshot Residue Cases.** (Vol.18, pp.85-92). Switzerland.

สมนวรรณ หัสสินทร์. (2553). การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืน

โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี. Veridian E – Journal. 3(1), 276-284. Silpakorn University.

กัญญาดา อันสนั่น. (2556). การหาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังการยิงด้วย

เทคนิคสเปกโตรโฟโตเมตรี. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิจิตรา คุณมา. (2556). การหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนเส้นผมของผู้ยิง

โดยใช้เทคนิค ไอออนโครมาโทกราฟี. Veridian E – Journal. 6(2), 937-952. Silpakorn University.