การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ติดบนมือและปลอกกระสุนปืนโดยเทคนิค ไอออนโครมาโทกราฟี

โดย

นางสาวกุลยา วันจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ติดบนมือและปลอกกระสุนปืนโดยเทคนิค ไอออนโครมาโทกราฟี

โดย
นางสาวกุลยา วันจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DETERMINATION OF NITRITES AND NITRATES IN GUNSHOT RESIDUES DEPOSITED ON HAND AND CARTRIDGE CASE BY THE TECHNIQUES OF ION CHROMATOGRAPHY

By

MISS Kullaya WANCHAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2017

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ติดบนมือและปลอกกระสุนปืนโดยเทคนิค ไอออนโครมาโทกราฟี
โดย	กุลยา วันจันทร์
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย)

58312302 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : Ion Chromatography (IC) ไนไตรท์ ไนเตรท เขม่าดินปืน

นางสาว กุลยา วันจันทร์: การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่ติดบนมือและปลอกกระสุนปืนโดยเทคนิค ไอออนโครมาโทกราฟี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

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

มหาวิทยาลัยศิลปากร

58312302 : Major (FORENSIC SCIENCE)

Keyword : Ion Chromatography (IC) Nitrites (NO2-) Nitrates (NO3-) Gunshot residues (GSR)

MISS KULLAYA WANCHAN : DETERMINATION OF NITRITES AND NITRATES IN GUNSHOT RESIDUES DEPOSITED ON HAND AND CARTRIDGE CASE BY THE TECHNIQUES OF ION CHROMATOGRAPHY THESIS ADVISOR : SIRIRAT CHOOSAKOONKRIANG, Ph.D.

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 form the fired cartridge cases and from 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.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง ซึ่งเป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้ง ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณเจ้าของหนังสือ วารสาร เอกสาร และวิทยานิพนธ์ทุกเล่ม ที่ช่วย ให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ คำแนะนำและกำลังใจตลอดมา ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ กลุ่มงานตรวจอาวุธปืนและเครื่องกระสุน กองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลการวิจัย ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัย จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

กุลยา วันจันทร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง 1

สารบัญรูปภาพ 2

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4

1.3. สมมติฐานงานวิจัย 5

1.4. ตัวแปรที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย 5

1.5. ขอบเขตของงานวิจัย 5

1.6 ข้อจำกัดของงานวิจัย 5

1.7 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย 6

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

1.9. กรอบแนวคิด 7

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ความรู้เกี่ยวกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน 8

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืน 9

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระสุนปืน (cartridge) 12

2.4 ความรู้เกี่ยวกับเขม่าดินปืน (Gunshot residue; GSR) 16

2.5 ความรู้เกี่ยวกับไนเตรทและไนไตรท์ 17
2.6 เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี Ion Chromatography 18
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 25
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....25
3.2 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรท 26
3.3 การหาค่า LOD และ LOQ 28
3.4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเขม่าปืนจากมือผู้ยิง 28
3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Ion chromatograph 29
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....31
4.1 ผลการศึกษาสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรท เพื่อใช้เป็นกราฟมาตรฐาน 31
4.2 ผลการศึกษาหาค่า Limit of Detection (LOD) และ Limit of Quantitation (LOQ).....34
4.3 ผลการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนบนมือผู้ยิงปืนและปลอกกระสุนปืน 36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 51
รายการอ้างอิง 53
ประวัติผู้เขียน 57

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เครื่องกระสุนปืนที่ใช้ในงานวิจัย 25

ตารางที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....25

ตารางที่ 3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....26

ตารางที่ 4 ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
มาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 1.0, 2.5, 5.0,7.5 และ 10.0 mg/ml. 27

ตารางที่ 5 สภาวะเครื่อง Ion chromatograph ในการทดลอง.....30

ตารางที่ 6 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ที่ความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/mL
จากการทำ 2 ซ้ำ.....32

ตารางที่ 7 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/mL
จากการทำ 2 ซ้ำ.....32

ตารางที่ 8 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.05 mg/mL .34

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น
0.05 mg/mL 35

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนบนมือและปลอกกระสุนปืน.....39

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือและปลอกกระสุนปืน
(ขนาด .38).....41

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ปืนลูกโม่และแบบยิงทีละนัด 9

ภาพที่ 2 กระสุนปืนประเภท Pinfire Cartridge 12

ภาพที่ 3 กระสุนปืนประเภท Rimfire Cartridge.....13

ภาพที่ 4กระสุนปืนประเภท Centerfire Cartridge.....13

ภาพที่ 5 ส่วนประกอบสำคัญของกระสุนปืน.....14

ภาพที่ 6 ตัวอย่างรูปแบบของลูกกระสุนปืน.....14

ภาพที่ 7 รูปแบบของปลอกกระสุนปืน.....15

ภาพที่ 8 รูปแบบของแก๊ปปืนแบบต่างๆ.....16

ภาพที่ 9 เขม่าดินปืน (Gunshot residue; GSR).....16

ภาพที่ 10 โครงสร้างเคมีของไนไตรท์.....17

ภาพที่ 11โครงสร้างเคมีของไนเตรท.....18

ภาพที่ 12 แสดงลักษณะของคอลัมน์ IC.....19

ภาพที่ 13 แสดงรูปแบบของเม็ดเรซิ่น (A) เม็ดเรซิ่นสำหรับใช้แยกไอออนลบ (B) เม็ดเรซิ่นสำหรับใช้แยกไอออนบวก.....19

ภาพที่ 14 เครื่อง Ion Chromatography (IC) 20

ภาพที่ 15 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง Ion Chromatography 21

ภาพที่ 16 อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 ม.ม.(a) และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 (b).....25

ภาพที่ 17 ห้องทดสอบขีปนวิธี 28

ภาพที่ 18 รูปแบบและท่าทางของผู้ยิงปืน 29

ภาพที่ 19 Chromatogram ตัวอย่างของสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 1 mg/mL ซึ่งมี ...Retention time ของไนไตรท์และไนเตรทเท่ากับ 2.360 min และ 3.284 min ตามลำดับ.....31

ภาพที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ ตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL 33

ภาพที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรทตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL.....33

ภาพที่ 22 chromatogram ตัวอย่างของสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.05 mg/mL.....34

ภาพที่ 23 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณฝ่ามือขวา.....36

ภาพที่ 24 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณฝ่ามือซ้าย.....36

ภาพที่ 25 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณหลังมือขวา.....37

ภาพที่ 26 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณหลังมือซ้าย.....37

ภาพที่ 27 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุน 38

ภาพที่ 28 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.....43

ภาพที่ 29 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด 9 มม.....43

ภาพที่ 30 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.....44

ภาพที่ 31 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด 9 มม.....44

ภาพที่ 32 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด .38 45

ภาพที่ 33 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด .38 45

ภาพที่ 34 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืน ขนาด .38 46

ภาพที่ 35 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด .38 46

ภาพที่ 36 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ.....47

ภาพที่ 37 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ.....47

ภาพที่ 38 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ48

ภาพที่ 39 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ48

ภาพที่ 40 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือของกระสุนปืน ขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ 49

ภาพที่ 41 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนจากปลอกกระสุนของกระสุนปืน ขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ.....49

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ **1**

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในสังคมไทยปัจจุบันมีปัญหาอาชญากรรมเกิดขึ้นทุกวันดังจะเห็นได้จากทางหน้าหนังสือพิมพ์ ทางสื่อวิทยุและโทรทัศน์ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาความขัดแย้งด้านผลประโยชน์ การกระทำต่อชีวิตและทรัพย์สินผู้อื่นเพื่อประสงค์ต่อทรัพย์ การทะเลาะวิวาทยกพวกรุมทำร้ายกันเพื่อประสงค์ต่อชีวิตคู่อริ ปัญหาเรื่องชู้สาวความรักไม่สมหวัง ปัญหายาเสพติด เป็นต้น ปัญหาต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นบ่อยแทบทุกวัน ซึ่งอาชญากรมักใช้อาวุธที่สามารถพกพาได้ง่าย สะดวกในการนำพาไปได้ทุกที่และสามารถปิดบังซ่อนเร้นจากสายตาผู้คนได้ง่าย นั่นก็คือ อาวุธปืนนั่นเอง ซึ่งอาวุธปืนเป็นสัญลักษณ์ที่สร้างความหวาดกลัวรู้สึกถึงความรุนแรง ความไม่ปลอดภัยในชีวิตให้กับผู้พบเห็นต่อเหยื่อที่คนร้ายต้องการเพราะอาวุธปืนนั้นมีอานุภาพทำลายถึงแก่ชีวิต สิ่งนี้จึงเป็นเครื่องมือให้คนร้ายนำมาใช้ในการก่ออาชญากรรมเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่คนร้ายต้องการได้โดยง่าย ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความไม่สบายใจของคนในสังคม ความวิตกกังวลในด้านความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นการจำกุมตัวผู้กระทำความผิดมารับโทษโดยที่ไม่จับกุมผิดตัวจึงมีความสำคัญนำมาซึ่งความเชื่อมั่นของประชาชนในสังคมและเป็นการปรามผู้ก่ออาชญากรรมได้อีกทางหนึ่งด้วย

มีรายงานจากเว็บไซต์นิตยสาร Elite+ ระบุว่านักวิจัยจากสถาบันเพื่อสุขภาวะและมาตรชี้วัดมหาวิทยาลัยวอชิงตัน พบว่าในปี 2556 ในประเทศไทยมีอัตราคนเสียชีวิต ด้วยปืน 7.48 คน ต่อประชากร 100,000 คน ประเทศในเอเชียที่มีระดับสถิติผู้เสียชีวิตด้วยอาวุธปืนรองลงมาคือประเทศฟิลิปปินส์ซึ่งมีอัตราคนที่เสียชีวิตด้วยปืน 4.64 คน ต่อประชากร 100,000 คน เทียบกับประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วมีอัตราคนเสียชีวิตด้วยปืน 3.55 คน ต่อประชากร 100,000 คน ทั้งนี้ในสถิติงานวิจัยดังกล่าวยังเผยให้เห็นว่าอัตราผู้เสียชีวิตจากอาวุธปืนในญี่ปุ่นและสิงคโปร์น้อยมากแทบจะเป็นศูนย์ โดย Elite+ ให้เหตุผลว่าประเทศไทยมีกฎหมายอนุญาตให้ครอบครองปืนได้ ถ้าหากมีไว้ใช้ป้องกันตัวและป้องกันการบุกรุกทรัพย์สิน แต่การได้ใบอนุญาตครอบครองอาวุธปืนในไทยค่อนข้างง่ายถึงแม้ว่าจะมีการตรวจสอบประวัติและต้องมีอายุถึงเกณฑ์ (นักวิจัยเผยไทยติดประเทศมีคนตายจากอาวุธปืนสูงสุดในเอเชีย, 2559)

ตัวอย่างคดีอาชญากรรมที่เกิดจากการกระทำความผิดด้วยอาวุธปืน

ตัวอย่างคดีที่ 1 สะเทือนใจโพสต์สุดท้าย "อบต.สาว" เพิ่งทำบุญก่อนถูกยิงตาย

เมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2560 น.ส.วีรญาภา หัวหน้าฝ่ายนโยบายและแผน นักบริหาร อบต.บึงชำอ้อ จ.ปทุมธานี โดนคนร้ายเป็นชายจ่อยิงขณะขับรถเก๋งฮอนด้า แอคคอร์ด โดยเบื้องต้นพบว่ามือปืนนั่งมาด้วยกันกับผู้ตายแล้วเกิดปากเสียงกัน สุดท้ายชักปืนยิงแล้วเปิดประตูรถหลบหนีไป เหตุเกิดเมื่อช่วงเย็นวันที่ริมถนนสายตัดใหม่วังน้อย-ลำลูกกา ตำบลคลองเจ็ด อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ก่อนหน้านี้ น.ส.วีรญาภา เพิ่งโพสต์ในเฟซบุ๊กว่า “อยากไปทำบุญ อยากไปพักผ่อนไกลๆ ที่ไหนสักแห่ง อยากไปที่เงียบๆ ธรรมชาติ อากาศดีๆอยากไป “แล้วโพสต์คลิปไปไหว้พระและให้อาหารปลา ซึ่งตำรวจกำลังเร่งสอบสวนว่าเกี่ยวข้องกับการสังหารโหดครั้งนี้หรือไม่ รวมทั้งประเด็นที่สนิทสนมกับกำนันดังคนหนึ่งในพื้นที่ด้วย(สนุก, 2560d)

ตัวอย่างคดีที่ 2 ปมแย่งที่ดิน น้องภรรยาชักปืนรัวยิง 6 นัด สั่งสอนพี่เขย

วันที่ 16 มิถุนายน 2560 ร.ต.อ.ประเทือง แสงอร่าม รองสารวัตรสอบสวน สภ.ชะอำ จ.เพชรบุรี รับแจ้งมีคนถูกยิงเสียชีวิตหน้าบ้านหลังหนึ่ง ที่หมู่ 2 ต.หนองศาลา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ที่เกิดเหตุพบศพผู้เสียชีวิตเป็นชาย 1 ราย ทราบชื่อต่อมาคือ นายทอม อายุ 50 ปี เป็นเจ้าของบ้านนอนคว่ำหน้าจมกองเลือดอยู่บริเวณสนามหญ้าหน้าโรงจอดรถบ้านหลังดังกล่าว ส่วนผู้ก่อเหตุทราบต่อมาคือ นายสมยศ อายุ 45 ปี มีศักดิ์เป็นน้องของภรรยาที่พักอาศัยอยู่บ้านใกล้เคียงได้มอบตัวต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจ จากการสอบสวน นายสมยศ สารภาพว่า ก่อนหน้านี้ตนและผู้ตายเคยมีเรื่องทะเลาะวิวาทกรณีแย่งที่ดินทำกินกันมาก่อน ที่ผ่านมาผู้ตายพูดจาข่มเหงมาตลอด ขณะเกิดเหตุผู้ตายนำวัวมาผูกและตัดหญ้าอยู่บริเวณที่ว่างข้างบ้าน และเกิดมีปากเสียงทะเลาะวิวาทกับตนอย่างรุนแรง ผู้ตายพูดจาข่มขู่ตนว่า "เดี๋ยวจะใช้ปืนยิงหัวให้ตาย" ตนจึงเกิดบันดาลโทสะเดินเข้าบ้าน ไปหยิบปืนลูกซองยาวออกมายิงผู้ตาย รัวทันที 4 นัด จากนั้นได้นำปืนลูกซองไปเก็บในบ้านแล้วเดินทางหลบไปอยู่ที่บ้านญาติและติดต่อขอมอบตัวต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจ สภ.ชะอำ ดังกล่าว(สนุก, 2560c)

ตัวอย่างคดีที่ 3 แก๊งวัยรุ่นปืนโหดยิงถล่มสนั่นซอยประชาอุทิศ 90 ตาย 2 เจ็บ 3

เมื่อวันที่ 5 เมษายน 2560 ร.ต.อ.สมศักดิ์ พักตร์ดวงจันทร์ รอง สว. (สอบสวน) สน.ทุ่งครุ รับแจ้งเหตุคนใช้อาวุธปืนยิงกันมีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตบริเวณภายในซอยประชาอุทิศ 90 แขวงและเขตทุ่งครุ พบร่างผู้บาดเจ็บสวมเสื้อยืดสีเขียว กางเกงยีนส์ นอนหายใจรวยริน เจ้าหน้าที่พยายามช่วยชีวิตแต่ไม่เป็นผล เสียชีวิตในที่เกิดเหตุ และพบว่ามีผู้บาดแผลถูกยิงด้วยอาวุธปืนเข้าที่บริเวณชายโครงซ้าย 1 นัด กระสุนตัดขั้วหัวใจ ทราบชื่อต่อมาคือ นายชัยวุฒิ หรือบี นิสัยสุข อายุ 31 ปี เบื้องต้นจากการสอบสวนทราบว่า ภายหลังจากที่นายชัยวุฒิ หรือบี ขี่จักรยานยนต์ออกมาจากบ้านพัก ได้แวะรับนายบาส ยังไม่ทราบชื่อ-นามสกุล (อยู่ระหว่างติดตามตัว) ที่โต๊ะสนุกเกอร์ใกล้บ้านพัก ก่อนจะขี่จักรยานยนต์ออกมาจนกระทั่งมาเจอกับกลุ่มของนายบริรักษ์ หรือบอส ที่ขับขี่กันมา 2 คัน 4 คน ก่อนจะใช้อาวุธปืนยิงเข้าใส่กัน ส่งผลให้นายชัยวุฒิ หรือบี เสียชีวิตในที่เกิดเหตุ ส่วนกลุ่มของนายบริรักษ์ หรือบอส บาดเจ็บทุกคนและเสียชีวิตที่โรงพยาบาล 1 คน สำหรับสาเหตุนั้นอยู่ระหว่างการสืบสวนของเจ้าหน้าที่ส่วนประเด็นการก่อเหตุจะมาจากเรื่องอะไรนั้นยังไม่แน่ชัด เจ้าหน้าที่ยังสันนิษฐานไว้หลายประเด็น ทั้งเรื่องยาเสพติด และเรื่องทะเลาะวิวาทระหว่างแก๊ง ยังไม่ตัดประเด็นใดทิ้ง (สนุก, 2560b)

ตัวอย่างคดีที่ 4 สืบจากลายนิ้วมือแฝง รวบโจรตระเวนชิงทรัพย์ร้านมินิมาร์ท

เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2560 พ.ต.ท.ณัฐวัฒน์ พลเยี่ยม สารวัตร (สอบสวน) สภ.บางตาเถร จ.สุพรรณบุรี ได้รับแจ้งเหตุมีคนร้ายบุกเดี่ยวใช้ปืนกระหน่ำยิง 2 สามี-ภรรยาได้รับบาดเจ็บ ที่ร้านขายของชำเลขที่ 488 หมู่ 11 ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี จึงนำกำลังไปตรวจสอบ ที่เกิดเหตุเป็นร้านขายของชำ พบผู้บาดเจ็บ 2 ราย คือนายจำรัส เมฆหมอก อายุ 51 ปี ถูกยิงเข้าที่บริเวณท้ายทอยด้านซ้าย 1 นัด ได้รับบาดเจ็บสาหัส และนางสมพิศ เมฆหมอก อายุ 48 ปี ซึ่งเป็นภรรยา ถูกยิงที่บริเวณหัวไหล่ขวาได้รับบาดเจ็บ และถูกนำตัวส่งโรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชองค์ที่ 17 จากการสืบสวนทราบว่า ก่อนเกิดเหตุมีคนร้ายเป็นชาย 1 คน อายุประมาณ 30-40 ปี สวมเสื้อเชิ้ตลายสก๊อตแขนสั้น กางเกงสามส่วนลายพรางสีเขียว ขี่รถจยย.ยามาฮ่าฟีโน่ สีแดง-ขาว ไม่ติดแผ่นป้ายทะเบียน มาจอดที่หน้าร้าน จากนั้นทำทีมาสั่งน้ำอัดลม 1 ขวด ระหว่างนั้นคนร้ายอาศัยจังหวะแผล ชักอาวุธปืนออกมายิงใส่นายจำรัส 1 นัด หลังจากนั้นหันปืนไปกระหน่ำยิงนางสมพิศอีก 3 นัด กระสุนถูกเข้าที่บริเวณหัวไหล่ได้รับบาดเจ็บ ก่อนที่คนร้ายจะกระชากสร้อยคอทองคำหนัก 1 บาท พร้อมพระเลี่ยมทองจากคอของนางสมพิศ แล้วรีบขี่รถจยย.หลบหนีไปทันที ล่าสุด พล.ต.ต.สุคุณ

พรหมายน ผบก.ภ.จว.สุพรรณบุรี ได้สั่งการให้เจ้าหน้าที่ชุดสืบสวน ภ.จว.สุพรรณบุรี เร่งติดตามตัวคนร้ายแล้ว(สนุก, 2560b)

จากปัญหาข้างต้นงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ในการตรวจพิสูจน์ด้านการตรวจหาเขม่าดินปืนที่มือของผู้ต้องสงสัยและปลอกกระสุนปืนภายหลังจากการยิงเป็นตัวช่วยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการยืนยันตัวผู้กระทำความผิดว่าเขาคือคนร้ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินผู้อื่นจริงๆ อย่างไม่ผิดตัว เพื่อนำไปสู่แนวทางในการสืบสวนสอบสวนจับกุมตัวผู้กระทำความผิดมารับโทษถือเป็นการควบคุมป้องกันปัญหาอาชญากรรมได้อีกทางหนึ่ง

โดยปกติผู้ที่ยิงปืนนั้นมักจะพบเขม่าดินปืน (Gunshot residue: GSR) ติดอยู่ที่มือ เสื้อผ้าของผู้ยิงซึ่งเขม่าดินปืนจะประกอบด้วยไอออนของธาตุไนไตรท์และไนเตรทซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญอยู่ในดินปืนซึ่งเราจะสามารถพบได้เมื่อมีการยิงปืนเท่านั้น แต่เนื่องจากธาตุไนเตรทปกติแล้วสามารถพบได้ในปุ๋ย ดังนั้นบุคคลที่ประกอบอาชีพทำไร่ ทำนา ทำสวนที่ต้องใช้ปุ๋ยทำเกษตรกรรมอาจมีปริมาณของไนเตรทอยู่ด้วย เราจึงไม่ใช้ปริมาณไนเตรทเพื่อยืนยันผลเพียงอย่างเดียวแต่จะใช้ปริมาณไนไตรท์ที่พบได้น้อยมากในธรรมชาติมาช่วยในการยืนยันผลอีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้สนใจการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่มือและปลอกกระสุนปืนภายหลังการยิงปืน โดยการทดลองจะทำการยิงจากอาวุธปืน 2 ชนิด ได้แก่ อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 ม.ม.กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP ขนาด .38 ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างบริเวณ หลังมือขวา ฝ่ามือขวา หลังมือซ้าย ฝ่ามือซ้าย ด้วยเทคนิค Ion chromatography

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟีในการตรวจวิเคราะห์หาเขม่าดินปืนเพื่อหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรท

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณไนไตรท์ ไนเตรทและปลอกกระสุนปืนภายหลังการยิงปืน 2 ชนิด ได้แก่ อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 ม.ม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith&Wesson ขนาด .38 ที่ติดอยู่บริเวณ ฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้ายด้วยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี

1.3. สมมติฐานงานวิจัย

1.3.1 หากมีการยิงปืนจะพบเขม่าดินปืนติดอยู่ที่มือทั้งสองข้างแต่อาจมีปริมาณแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดของปืนต่างกัน

1.3.2 ปลอกกระสุนปืนภายหลังการยิงปืน 2 ชนิด จะยังพบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทอยู่

1.4. ตัวแปรที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย

1.4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีที่ใช้ในการตรวจปริมาณไนไตรท์และไนเตรท จำนวนนัดที่ยิง ชนิดของอาวุธปืนและชนิดของกระสุนปืน

1.4.2 ตัวแปรตาม คือ ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ติดอยู่บริเวณต่างๆ ของมือและในปลอกกระสุนปืนชนิดต่างๆ

1.5. ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 เพื่อศึกษาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ติดอยู่บริเวณต่างๆ ของมือและในปลอกกระสุนปืนชนิดต่างๆ ด้วยเทคนิค Ion chromatography

1.5.2 เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ตรวจพบที่มือของผู้ยิงและในปลอกกระสุนปืนชนิดต่างๆกับชนิดของอาวุธปืนที่ใช้ยิง จำนวนนัดที่ยิงและชนิดของกระสุนปืนที่ใช้ในการยิง

1.5.3 อาวุธปืนที่ใช้ในการทดลองมี 2 ชนิด ได้แก่ อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 ม.ม.กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP ขนาด .38

1.5.4 ทำการทดลองในห้องปิด ที่กลุ่มงานตรวจอาวุธปืนและเครื่องกระสุน กองพิสูจน์หลักฐานกลาง

1.5.5 เขม่าดินปืนที่มือทำการตรวจเก็บทันทีหลังจากทำการยิง

1.6 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1.6.1 ในการยิงปืนแต่ละครั้งไม่สามารถควบคุมปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ปล่อยออกมาได้เนื่องจากชนิดของอาวุธปืนที่มีความแตกต่างกัน

1.6.2 ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ตรวจพบที่มือของผู้ยิงอาจแตกต่างกันไป เนื่องจากความถนัดของมือที่ใช้ยิงมีผลต่อการจับอาวุธปืนขณะยิง

1.7 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

- เขม่าดินปืน (Gunshot Residue) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังการยิงปืน ซึ่งเป็นผลมาจากส่วนที่เหลือตกค้างหลังการเผาไหม้ของชนวนท้ายกระสุนปืนและดินส่งกระสุนปืน ที่ประกอบไปด้วยอนุภาคจากส่วนประกอบของดินส่งกระสุนปืนส่วนที่ไม่ถูกเผาไหม้ เครื่องกระสุนปืน และเศษโลหะที่ได้จากพื้นผิวภายในลำกล้องปืน โดยสิ่งที่สามารถใช้ตรวจยืนยันเพื่อระบุว่าบุคคลนั้นได้ยิงปืนมาก่อนหรือไม่ สามารถทำได้โดยการตรวจหาธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเขม่าดินปืน คือ ไอออนไนไตรท์และไนเตรท

- ไนเตรท (Nitrate) พบได้ทั่วไปในธรรมชาติเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนใน ปุ๋ย ไนเตรตจะต้องถูกใช้อย่างรวดเร็วโดยพืชเพราะมันจะสูญเสียง่ายจากการซึมชะละลาย (leaching) หรือ กระบวนการเปลี่ยนไนเตรตเป็นไนโตรเจน (denitrification) และเป็นไอออนที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในดินปืนจึงสามารถตรวจพบได้เมื่อมีการยิงปืน

- ไนไตรท์ (Nitrite) เป็นไอออนที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในดินปืน สามารถพบได้เมื่อมีการยิงปืนและพบได้น้อยในธรรมชาติ

- Ion chromatography เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ไอออนประจุลบ (Anion) เช่น F^-, Cl^-, Br^-, NO_3^{2-} และไอออนประจุบวก (Cation) เช่น Ca^{2+} Mg^{2+}, Na^+ เป็นต้น การทำงานของเครื่องจะใช้การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion exchange) โดยสมบัติของสารที่ไม่เคลื่อนที่อยู่ภายในคอลัมน์ (Stationary phase) สามารถจับกับไอออนของสารที่มีประจุตรงกันข้าม โดยอาศัยการทำปฏิกิริยายึดเหนี่ยวระหว่างประจุที่แตกต่างกัน (Ionic interaction) สารที่ไม่มีประจุหรือมีประจุเหมือนกับสารที่เป็นตัวแลกเปลี่ยนประจุที่อยู่ภายในคอลัมน์ (Ion-exchanger) จะเคลื่อนที่ออกมาก่อน ส่วนสารที่ถูกยึดเหนี่ยวอยู่ภายในคอลัมน์ จะถูกชะออกมาเมื่อมีการเปลี่ยนสภาวะของค่า pH หรือ ถูกแทนที่ด้วยไอออนที่มีความแรงมากกว่า (Ionic strength) การวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนทั้งประจุบวก หรือ ประจุลบ โดยใช้เครื่อง IC นั้น ต้องพิจารณาถึงการเลือกสารที่ชะละลาย (Eluent) ประเภทของคอลัมน์ (Column) อุปกรณ์สำหรับแยกชนิดประจุ (Suppressor) และอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ (Detector) ให้เหมาะสม

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1. เพื่อทราบถึงความแตกต่างปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ตรวจพบได้ที่มือของผู้ยิงและปลอกกระสุนปืนชนิดต่างๆ ที่พบจากการยิงด้วยอาวุธปืนต่างชนิดกัน

1.8.2 นำผลการทดลองที่ได้ไปเป็นแนวทางในการพิจารณาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทจากมือผู้ต้องหาและผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องได้

1.8.3 ผลการทดลองที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

1.9. กรอบแนวคิด

วิธีที่ใช้ในการตรวจปริมาณไนไตรท์และไนเตรท จำนวนนัดที่ยิง ชนิดของอาวุธปืนและชนิดของกระสุนปืนล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณไนไตรท์และไนเตรทที่ติดอยู่บริเวณต่างๆ ของมือและในปลอกกระสุนปืนชนิดต่างๆ

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่มือและปลอกกระสุนปืนภายหลังการยิงปืนด้วยเทคนิค Ion chromatography ซึ่งผู้วิจัยได้มีการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระสุนปืน (cartridge)
3. ความรู้เกี่ยวกับเขม่าดินปืน (Gunshot residue; GSR)
4. ความรู้เกี่ยวกับไนเตรทและไนไตรท์
5. เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี Ion Chromatography

2.1 ความรู้เกี่ยวกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน

2.1.1 นิยามศัพท์เกี่ยวกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน (อัมพร จารุจินดา, 2542)

อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน ตามพระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งที่เทียมอาวุธปืน **พ.ศ. 2490** ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติอาวุธปืนฯ **(ฉบับที่3) พ.ศ. 2501** ได้บัญญัติความหมายของอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืนไว้ในมาตรา **4 (1), (2)** ไว้ดังนี้

“อาวุธปืน” หมายความรวมตลอดถึงอาวุธทุกชนิดซึ่งใช้เครื่องส่งกระสุนโดยวิธีระเบิดหรือกำลังแรงดันของแก๊สหรืออัดลม หรือเครื่องกลไกอย่างใดซึ่งต้องอาศัยอำนาจของพลังงานโดยส่วนใดส่วนหนึ่งของอาวุธนั้นๆ ซึ่ง รัฐมนตรีเห็นว่าสำคัญและได้ระบุไว้ในกฎกระทรวง

“เครื่องกระสุนปืน” หมายความรวมตลอดถึงกระสุนโดด กระสุนปลาย กระสุนแตก ลูกระเบิด ตอร์ปิโด ทุ่น ระเบิด และจรวจ ทั้งชนิดที่มีและไม่มีกรดแก๊ส เชื้อเพลิง เชื้อโรค ไอพิษ หมอกหรือควัน หรือกระสุน ลูกระเบิด ตอร์ปิโด ทุ่นระเบิด และจรวด ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน หรือเครื่อง หรือสิ่งสำหรับอัดหรือทำ หรือใช้ประกอบเครื่องกระสุนปืน

นอกจากนั้นยังได้ออกกฎกระทรวงมารองรับสำหรับส่วนสำคัญของอาวุธปืนต่างๆว่าเป็นอาวุธปืน ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2491) ออกตามความในพระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน พ.ศ. 2490 ซึ่งมีใจความสำคัญดังนี้

“ข้อ 1 ส่วนของอาวุธปืนซึ่งจะกล่าวต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็น “อาวุธปืน” ตามความใน มาตรา 4(1) คือ

1. ลำกล้อง

2. เครื่องลูกเลื่อน หรือส่วนประกอบสำคัญของเครื่องลูกเลื่อน

3. เครื่องลั่นไก หรือส่วนประกอบสำคัญของเครื่องลั่นไก

4. เครื่องส่งกระสุน ซองกระสุน หรือส่วนประกอบสำคัญของสิ่งเหล่านี้”

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืน

2.2.1 ประเภทของอาวุธปืน

2.2.1.1 แบ่งประเภทตามความยาวลำกล้องปืน ได้ดังนี้

1) ปืนสั้นหรือปืนพก

อาวุธปืนขนาดเล็ก พกพาได้สะดวก ซ่อนเร้นได้มิดชิด ปืนสั้นนั้นมีด้วยกันสามชนิด คือ แบบยิงทีละนัด ปืนลูกโม่ และปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ปืนลูกโม่จะมีจำนวนการยิงตามช่องใส่กระสุนทรงกระบอก ในแต่ละช่องของทรงกระบอกจะบรรจุกระสุนเอาไว้หนึ่งนัด ปืนพกกึ่งอัตโนมัติจะมีช่องปืนเพียงช่องเดียวที่ด้านท้ายของลำกล้องและมีซองกระสุนปืนที่สามารถเปลี่ยนได้จึงทำให้สามารถยิงได้มากกว่าหนึ่งนัด

ปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ปืนลูกโม่ ปืนแบบยิงทีละนัด

ภาพที่ 1 ลักษณะปืนพกกึ่งอัตโนมัติ ปืนลูกโม่และแบบยิงทีละนัด

ที่มา: อาวุธปืน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2561. เข้าถึงได้จาก https://th.wikipedia.org/wiki/อาวุธปืน

2) ปืนยาว

ปืนยาวในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นปืนเล็กยาวหรือปืนลูกซอง ในทางประวัติศาสตร์ปืนยาวนั้นคือปืนคาบศิลา ปืนเล็กยาวมีลำกล้องที่ด้านในทำเป็นร่องเกลียวและยิงกระสุนทีละนัด ในขณะที่ปืนลูกซองจะยิงออกมาเป็นลูกปราย หรือนัดเดียว หรือกระสุนพิเศษสำหรับยิงแก๊สน้ำตา หรือกระสุนยางปราบจลาจล

2.2.1.2 แบ่งประเภทตามกลไกการทำงานของปืน ได้ดังนี้

1) ปืนสั้น สามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ คือ

-Single shot pistol

-Revolver

-Semi-automatic pistol

-Miscellaneous handgun

2) ปืน Rifle และ Carbine สามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

- Single shot

- Repeating

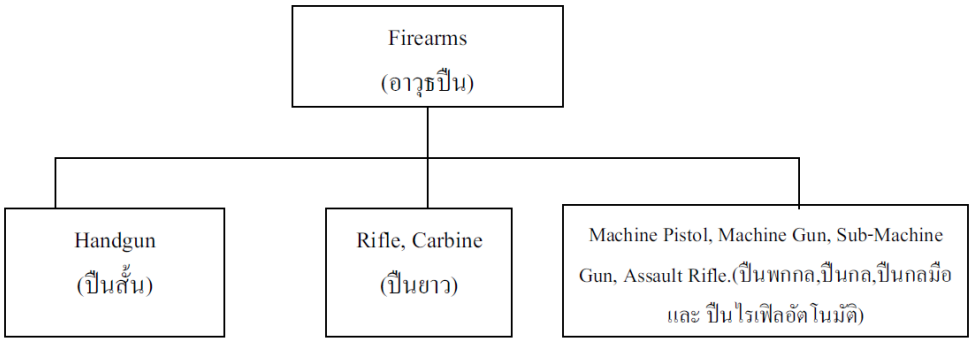
- Semi-automatic

3) ปืนพกกล, ปืนกล, ปืนกลมือ และปืนไรเฟิลอัตโนมัติ สามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

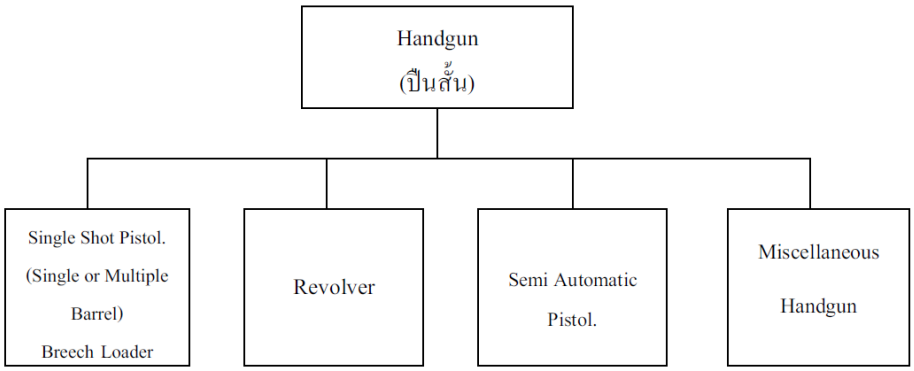
- Blowback operation

- Recoil operation

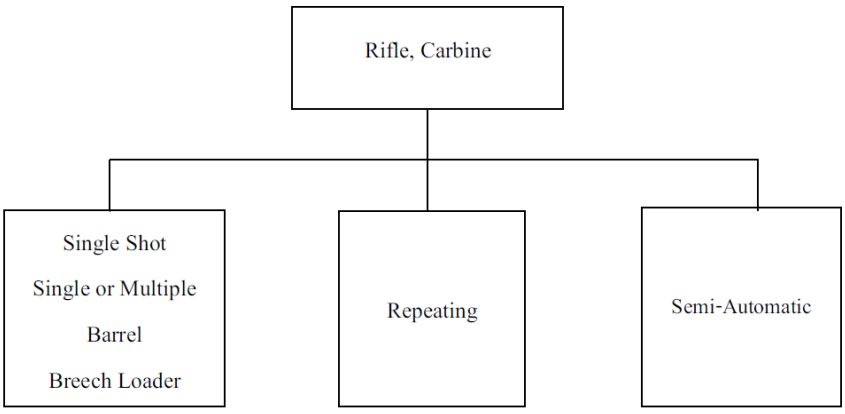
- Gas operation



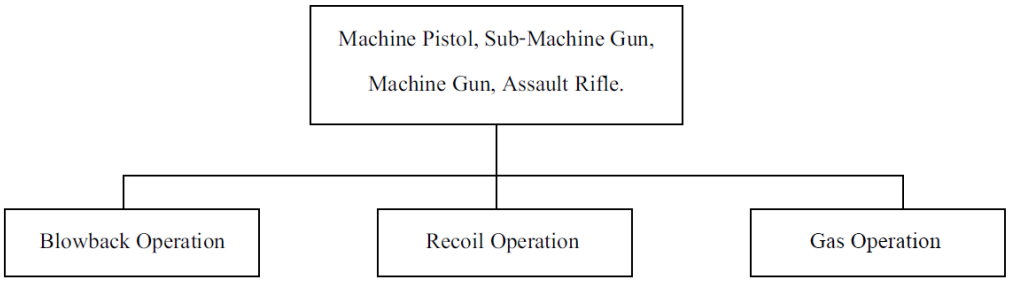
แผนผังการแบ่งกลุ่มของอาวุธปืน



แผนผังรูปแบบของปืนสั้น



แผนผังรูปแบบของปืนไรเฟิลและคาร์ไบน์



แผนผังรูปแบบของปืนพกกล, ปืนกล, ปืนกลมือ และปืนไรเฟิลอัตโนมัติ(อัมพร จารุจินดา, 2542)

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระสุนปืน (cartridge)

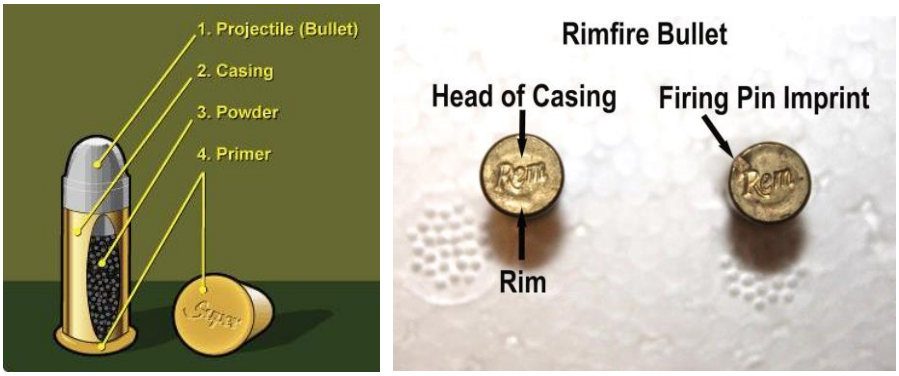
2.3.1 ประเภทของกระสุนปืน (cartridge)

แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

2.3.1.1 Pinfire Cartridge มีปลอกกระสุนปืนทำด้วยกระดาษ และท้ายเป็นทองเหลือง มีเข็มโลหะโผล่ออกมาที่ด้านข้างปลอกกระสุนปืน โดยมีปลายอีกข้างหนึ่งจ่ออยู่กับ Caps ที่บรรจุอยู่ในถ้วยโลหะภายในตัวกระสุนปืน เวลาบรรจุกระสุนปืน ต้องหันด้านที่มีเข็มเข้ามารับกับ นกปืน เมื่อเหนี่ยวไกปืน นกปืนจะตีลงที่เข็มโลหะนี้และจะไปกระแทกกับ Caps เกิดประกายไป จุดระเบิดดินปืน

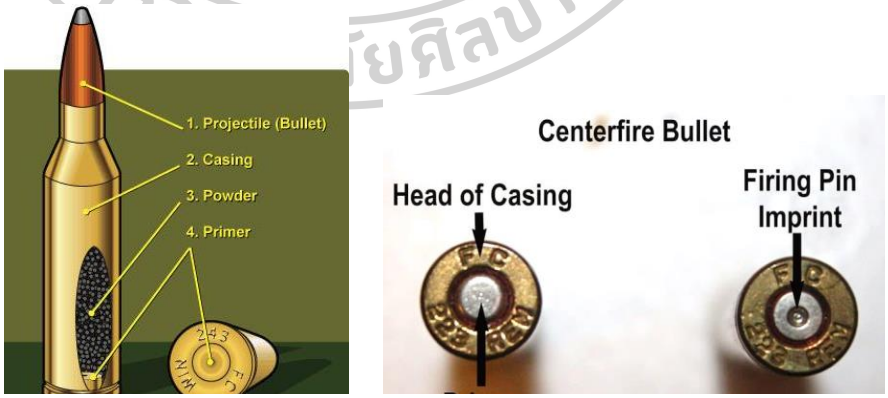
ภาพที่ 2 กระสุนปืนประเภท Pinfire Cartridge(อัมพร จารุจินดา, 2542)

2.3.1.2 Rimfire Cartridge พัฒนาขึ้นโดยใช้ Fluminate of Mercury แบบผงใส่ไว้ ที่ขอบของจานท้ายกระสุนปืนโดยรอบ เมื่อทำการยิงต้องใช้นกปืนตีลงที่บริเวณขอบของจานท้ายกระสุนปืนเป็นแบบเดียวกับกระสุนปืนลูกกรดในปัจจุบัน



ภาพที่ 3 กระสุนปืนประเภท Rimfire Cartridge(สนุก, 2560a)

2.3.1.3 Centerfire Cartridge เป็นกระสุนปืนแบบที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ลูกกระสุนปืน ปลอกกระสุนปืน ดินปืน (ดินส่งกระสุนปืน) และแก๊ป (ชนวนท้ายกระสุนปืน) อยู่ที่กึ่งกลางจานท้ายปลอกกระสุนปืนโดยแก๊ปจะมีลักษณะเป็นถ้วยโลหะอ่อน ขนาดเล็กบรรจุส่วนผสมที่ไวต่อแรงกระแทกแบบเดียวกับ Fluminate of Mercury มี Anvil รับแรง กระแทกและรูเล็กๆ เพื่อให้ประกายไฟแลบออกไปจุดดินส่งกระสุนปืนได้ เมื่อนกปืนสับลงที่แก๊ปนี้จะ ทำให้เปลือกที่เป็นโลหะอ่อน (ทองแดงหรือทองเหลือง) ยุบลงไปกระแทกกับสารที่บรรจุอยู่ภายใน โดยมี Anvil เป็นตัวรองรับ ทำให้เกิดการระเบิดให้เปลวไฟออกไปจุดดินส่งกระสุนปืน



ภาพที่ 4กระสุนปืนประเภท Centerfire Cartridge(สนุก, 2560a)

2.3.2 ส่วนประกอบของกระสุนปืน

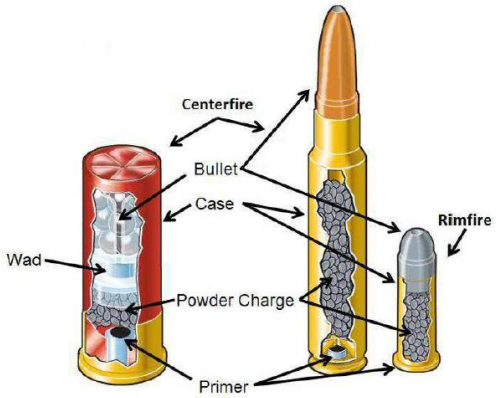
โดยทั่วไปมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

2.3.2.1 ลูกกระสุนปืน (Bullet)

2.3.2.2 ปลอกกระสุนปืน (Cartridge Case)

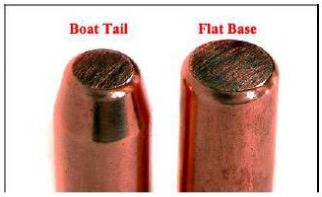
2.3.2.3 ดินส่งกระสุนปืน (Gun Power)

2.3.2.4 แก๊ป (Primer Cap)



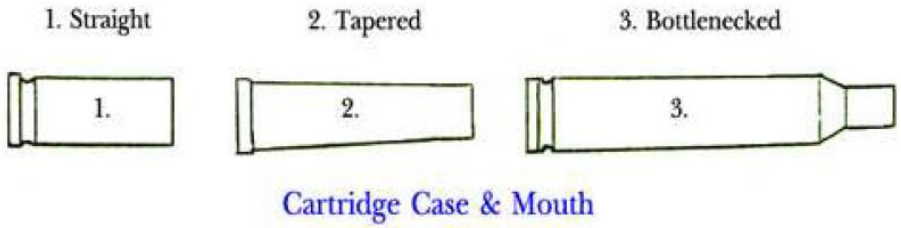
ภาพที่ 5 ส่วนประกอบสำคัญของกระสุนปืน(อัมพร จารุจินดา, 2542)

2.3.3 ลูกกระสุนปืน (Bullet) คือ ส่วนโลหะรูปทรงกระบอกที่อยู่ปลายสุดของกระสุนปืน ซึ่งเมื่อเวลายิงแล้วเป็นส่วนที่วิ่งไปปะทะกับเป้าหมาย ลูกกระสุนมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้



ภาพที่ 6 ตัวอย่างรูปแบบของลูกกระสุนปืน(อัมพร จารุจินดา, 2542)

2.3.4 ปลอกกระสุนปืน (Cartridge Case) เป็นส่วนที่รวมเอาลูกกระสุนปืน ดินปืน และแก๊ปปืนไว้รวมกันเป็นกระสุน 1 นัด นิยมใช้ทองเหลืองทำปลอกกระสุนปืน เพราะราคาถูก สามารถนำกลับไปอัดกระสุนปืนยิงใหม่ได้อีกประมาณ 3-4 ครั้ง



ภาพที่ 7 รูปแบบของปลอกกระสุนปืน(อัมพร จารุจินดา, 2542)

2.3.5 ดินส่งกระสุนปืน (Gun Power) เป็นผงสีดำ ซึ่งเมื่อเกิดการลุกไหม้จะให้แก๊สออกมาปริมาณมากในช่วงเวลาอันสั้น ดินปืนปัจจุบันมี 3 แบบ คือ

2.3.5.1 ดินดำ (Black Powder) เป็นดินปืนชนิดแรกที่นำมาใช้ ประกอบด้วยดินประสิว 75% ถ่านไม้ 15% กำมะถัน 10% ปัจจุบันนิยมใช้พวกปืนประจุปาก มีแรงระเบิดต่ำแต่สามารถติดไฟได้เร็ว

2.3.5.2 ดินดำแบบใหม่ (Pyrodex) มีส่วนผสมอื่นเพิ่มเข้ามาคือ Potassium Perchlorate, Sodium Benzoate, Dicyandiamide (1-Cyanoguandine) และยังมี Dextrine, Wax และ Graphine จำนวนเล็กน้อยอีกด้วย

2.3.5.3 ดินควันน้อย (Smokeless Powder) เป็นดินปืนชนิดที่มีคุณภาพสูง มี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ทำจากสารประกอบ Nitrocellulose เพียงอย่างเดียว เรียกว่า แบบ Single Base และ Double Base คือมีการนำเอา Nitroglycerine ผสมเข้ากับ Nitrocellulose ในอัตราส่วนต่างๆกันตามความต้องการความเร็วในการเผาไหม้มากน้อยเพียงใด ปัจจุบันกระสุนปืนทั่วไปจะใช้ดินปืนประเภทนี้

2.3.6 แก๊ปปืน (Primer Cap) ทำหน้าที่เป็นตัวจุดระเบิดให้เกิดประกายไฟไปติดกับดินปืนเพื่อผลักดันลูกกระสุนปืนให้พ้นลำกล้อง อยู่ตรงจานท้ายของปลอกกระสุน เมื่อเวลายิงปืนเข็มแทงชนวนจะกระแทกตรงจานท้ายของปลอกกระสุน ทำให้แก๊ปเกิดการระเบิด และจุดระเบิดให้เปลวไฟลุกไปยังดินปืนที่อยู่ภายใต้ปลอกกระสุน เมื่อดินปืนเกิดการลุกไหม้ก็จะขับดันหัวกระสุนให้วิ่งออกจากลำกล้อง

ภาพที่ 8 รูปแบบของแก๊ปปืนแบบต่างๆ(อัมพร จารุจินดา, 2542)

2.4 ความรู้เกี่ยวกับเขม่าดินปืน (Gunshot residue; GSR)

2.4.1 ความหมายของเขม่าดินปืน (Gunshot residue; GSR)

Gunshot Residue (GSR) คือ เขม่าดินปืน หรือ สิ่งที่หลงเหลือจากการยิงปืน ซึ่งก็หมายถึงสิ่งใดๆ รูปแบบหรือส่วนประกอบทั้งหมด ที่ฟุ้ง กระจาย ระเหยออกมาจากการยิงของอาวุธปืนซึ่งเมื่อเกิดการยิงปืน GSR จะอยู่ในรูปต่างๆ ดังนี้

- อนุภาคของดินปืนที่ถูกเผาไหม้ (Burned Particles)
- อนุภาคของดินปืนที่ถูกเผาไหม้บางส่วน (Partial or semi-burned Particles)
- อนุภาคของดินปืนที่ไม่ถูกเผาไหม้ (Unburned Particles)
- ไอของตะกั่วและโลหะอื่น (Vapor of Lead and other metal)

ภาพที่ 9 เขม่าดินปืน (Gunshot residue; GSR)(forensicmag, 2560)

2.4.2 ประเภทของเขม่า (นพสิทธิ์ อัครนพหงส์, 2550)

เมื่อแบ่งจากคุณสมบัติทางเคมี มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ

2.4.2.1 ส่วนที่เป็นสารประกอบประเภทอนินทรีย์ มาจากการเผาไหม้หรือการระเบิดของ 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) หรือ Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX)

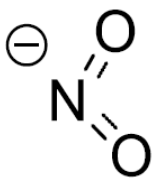
2.4.2.2 ส่วนที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ มาจากการเผาไหม้ของดินส่งกระสุนปืน (Gun Powder) เรียกว่า เขม่าดินปืน โดยจะทำการตรวจหาไอออนของไนไตรท์และไนเตรท โดยเทคนิค Modified Greiss Test หรือ ด้วยเทคนิค Ion Chromatography (IC)

2.4.3 การเกิดเขม่า

หลักการ ดินส่งกระสุนปืนเมื่อถูกเผาไหม้ในพื้นที่จำกัด จะทำให้เกิดแรงดันและความร้อนมหาศาล โดยเมื่อเกิดการยิงปืน เข็มแทงชนวนจะตีไปยังชนวนท้ายกระสุนปืน(Primer cap) ทำให้ชนวนท้ายกระสุนปืนเกิดการระเบิด เป็นผลให้อุณหภูมิจากสิ่งแวดล้อมกลายเป็น 1,500 – 2,000 ^{0}C และความดันจะเปลี่ยนจาก 14 psi เป็น 1,400 psi จากนั้นเกิดประกายไฟผ่านช่อง Flash-hole ไปจุดติดกับดินส่งกระสุนปืนทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วภายในปลอกกระสุนปืน ทาให้เกิดแรงดันมหาศาล ผลักส่งให้ลูกกระสุนปืนหลุดออกไปจากปลอกกระสุนปืน โดยในการระเบิดของแก๊ปปืนนี้จะทำให้อุณหภูมิจากสิ่งแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นเป็น 3,600 ^{0}C และความดันสูงถึง 40,000 psi จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินี้เองเป็นผลให้โลหะที่เป็นสารประกอบของแก๊ปปืนหลอมละลายกลายเป็นไอ และเมื่ออุณหภูมิลดลง ไอของแต่ละธาตุจะแข็งตัวเป็นอนุภาคอีกครั้ง(dosem24hr, 2560)

2.5 ความรู้เกี่ยวกับไนเตรทและไนไตรท์

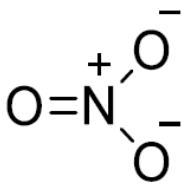
2.5.1 ไนไตรท์ (NO_2^-)



ภาพที่ 10 โครงสร้างเคมีของไนไตรท์(wikipedia, 2560)

ไนไตรท์ (NO_2^-) เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) นิยมใช้ในรูปของเกลือโซเดียมไนไตรท์ (sodium nitrite) และโพแทสเซียมไนไตรท์ ไนไตรท์จะถูกรีดิวส์มาจาก เกลือไนเตรท (nitrate, NO_3) เช่น เกลือโซเดียมไนเตรทและโพแทสเซียมไนเตรท (ดินประสิว)

2.5.2 ไนเตรท (NO_3^-)



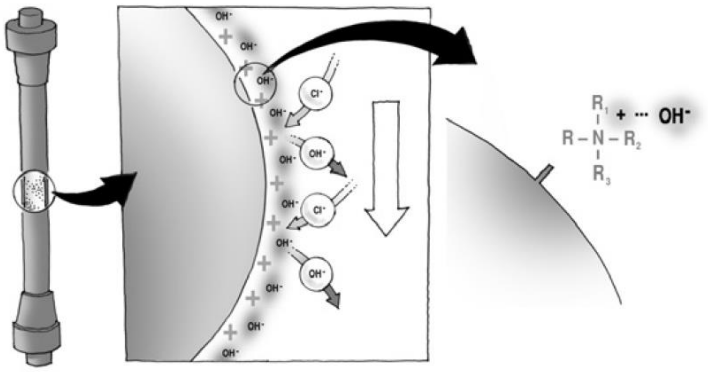
ภาพที่ 11โครงสร้างเคมีของไนเตรท(wikipedia, 2560)

ไนเตรทไอออน เป็น พอลิอะตอมิกไอออน (polyatomic ion) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 62.01 daltons ไนเตรทไอออนมีโครงสร้างเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ (trigonal planar โดยแต่ละออร์บิทัลทำมุมกัน120 องศา) ไนเตรทเป็นสารที่สามารถพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติในปุ๋ยหรือฝุ่นละอองในอากาศ นอกจากนั้นยังเป็นออกซิไดซิ่งเอเจนต์ (oxidizing agent) ที่ดี เมื่อผสมกับไฮโดรคาร์บอนหรือคาร์โบไฮเดรต ไนเตรทสามารถทำให้ส่วนผสมเกิดเปลวไฟหรือระเบิดได้ ตัวอย่างเช่นโพแทสเซียมไนเตรทเป็นออกซิไดซิ่งในดินปืน

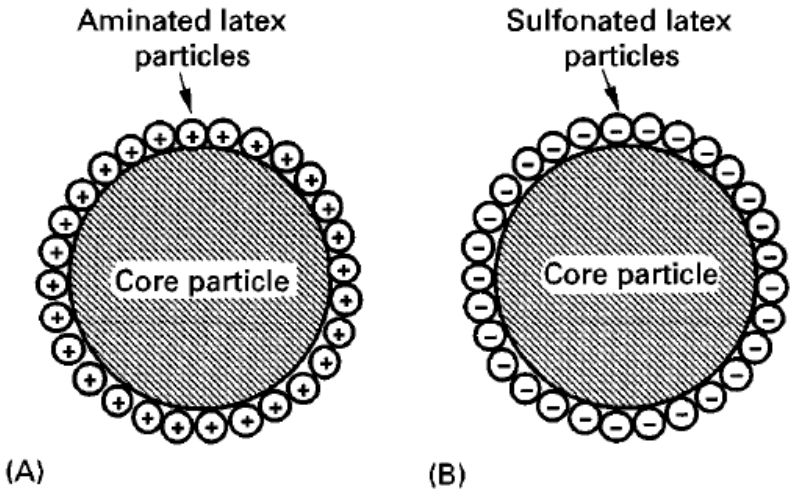
2.6 เทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี Ion Chromatography

2.6.1 หลักการ Ion Chromatography (IC)

Ion Chromatography (IC) เป็นเทคนิคการแยกที่มีลักษณะคล้ายกันหรือมีวิวัฒนาการมาจาก High Performance Liquid Chromatography (HPLC) แต่ในบางส่วนอาจแตกต่างกัน อาทิ หลักการในการแยก การตรวจวัด เป็นต้น สำหรับ IC นั้นเป็นเทคนิคการแยกของสารผสมที่เป็นไอออนหรือสารประกอบที่มีขั้ว ส่วนเฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phases) เป็นสารประกอบที่สารละลายในน้ำ (Aqueous Solution) และสมบัติของสารที่บรรจุอยู่ภายในคอลัมน์หรือเฟสคงที่ (Stationary phases) เป็นสารที่มีส่วนปลายมีขั้วหรือมีประจุ (Ionic site) โดยมากเป็น Ionic-exchanger resin ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10



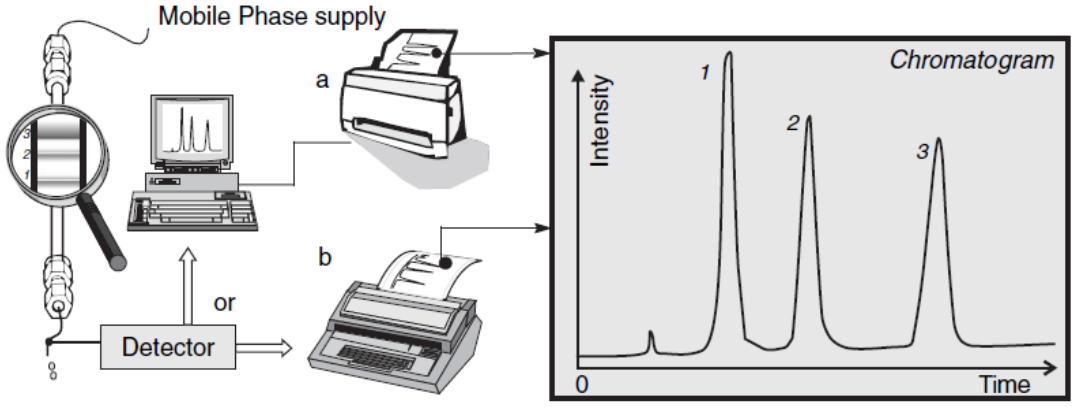
ภาพที่ 12 แสดงลักษณะของคอลัมน์ IC(Umea)



ภาพที่ 13 แสดงรูปแบบของเม็ดเรซิ่น (A) เม็ดเรซิ่นสำหรับใช้แยกไอออนลบ (B) เม็ดเรซิ่นสำหรับใช้แยกไอออนบวก(Umea)

Ionic-exchanger resin ซึ่งสามารถจับกับไอออนของสารที่มีประจุตรงกันข้ามโดยอาศัยการเกิดอันตรกิริยาที่ทำให้เกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุที่แตกต่างกัน (Ionic interaction) สารที่ไม่มีประจุหรือมีประจุเหมือนกับสารที่เป็นตัวแลกเปลี่ยนประจุที่อยู่ภายในคอลัมน์ (Ion-exchanger) จะเคลื่อนที่ออกมาก่อน ส่วนสารที่ถูกยึดเหนี่ยวอยู่ภายในคอลัมน์ จะถูกชะออกมาเมื่อมีการเปลี่ยนสภาวะของค่า pH หรือ ถูกแทนที่ด้วยไอออนที่มีความแรงมากกว่า (Ionic strength) หลักการตรวจวัดนอกจากจะเลือกเทคนิคตรวจวัดโดยทั่วไป เช่น absorbance fluorescence เป็นต้น ยังสามารถนำวิธีทางเคมีไฟฟ้าเข้ามาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัด (electrochemical methods) เนื่องจากสารที่ทำการแยกออกมานั้นมักเป็นไอออนที่นำไฟฟ้าได้ และข้อดีของ IC ที่ยังไม่มีเทคนิคการ

วิเคราะห์ใดจะสามารถวิเคราะห์ไอออนลบได้รวดเร็วเท่าการวิเคราะห์ด้วย IC การประยุกต์ใช้เทคนิค IC สามารถใช้การวิเคราะห์หาปริมาณของไอออนทั้งประจุบวกและประจุลบ แต่ ต้องพิจารณาถึงการเลือกสารที่ชะละลาย (Eluent) ประเภทของคอลัมน์ (Column) อุปกรณ์สำหรับแยกชนิดประจุ (Suppressor) และอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ (Detector) ให้เหมาะสม ส่วนประกอบของเครื่อง Ion Chromatography จะมีส่วนประกอบต่างๆ คล้ายกับเครื่อง HPLC



ภาพที่ 14 เครื่อง Ion Chromatography (IC)(John Wiley & Sons)

2.6.2 ส่วนประกอบของเครื่อง Ion Chromatography

2.6.2.1 Pump เป็นส่วนประกอบสำคัญซึ่งทำหน้าที่ดูดเอา eluent เข้าสู่ระบบซึ่งเริ่มตั้งแต่พาสารตัวอย่างจาก injection port ไปยังส่วนของการแยกและนำเข้าสู่ระบบของการตรวจวัด ซึ่งระบบจะมีการไหลของเฟสเคลื่อนที่ตลอดเวลา

2.6.2.2 Injector เป็นส่วนสำหรับฉีดหรือนำสารตัวอย่างเข้าไปเก็บไว้ใน loop เมื่อเครื่องทำการวิเคราะห์ จะเกิดการ switch loop จาก load position ไปที่ inject position เพื่อใช้สารตัวอย่างเข้าสู่คอลัมน์

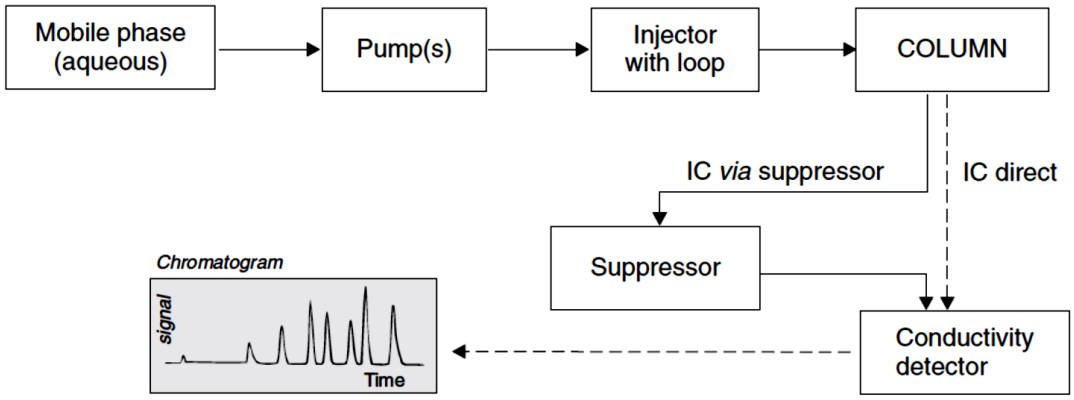
2.6.2.3 Guard column ทำหน้าที่ช่วยกรองสิ่งสกปรกหรืออนุภาคที่มีขนาดใหญ่ในสารละลายก่อนเข้าสู่คอลัมน์ จึงช่วยยืดอายุการใช้งานคอลัมน์ได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ Dionex Ionpac AG17-C ขนาด 50 mm x 4 mm

2.6.2.4 Separator column เป็นคอลัมน์ที่สารตัวอย่างจะถูกแยกออก โดยการแยกจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางที่อยู่กับที่ ภายในคอลัมน์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ Dionex Ionpac AS17-C ขนาด 250 mm X 4 mm

2.6.2.5 Suppressor เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มสัญญาณให้กับไอออนที่ถูกแยก แล้วจึงเข้าสู่ detector ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ Dionex AERS 500 ขนาด 4 mm

2.6.2.6 Conductivity cell เป็น detector ที่วัดสัญญาณสารด้วยคุณสมบัติการนำไฟฟ้าทำให้ทราบว่าสารที่ได้ควรเป็นสารชนิดใด ยิ่งสารมีประจุมาก การนาไฟฟ้ายิ่งดี

2.6.2.7 Data Analysis เมื่อเครื่องทำการวิเคราะห์และตรวจวัดการนาไฟฟ้าของสารแล้วจะส่งข้อมูลมาทำการประมวลที่ส่วนนี้ และแสดงผลออกมาในรูปของ Chromatogram ที่มีความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า (μS) กับเวลา (min)



ภาพที่ 15แสดงส่วนประกอบของเครื่อง Ion Chromatography(John Wiley & Sons)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เชิดพงศ์ ชูกลิ่น (2554) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเขม่าปืนบนมือของผู้ยิงปืนและ ระยะเวลาภายหลังการยิงปืนที่วิเคราะห์โดยเทคนิค Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICPMS) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเขม่าดินปืนบนมือของผู้ยิงปืน อาวุธปืนใช้ได้แก่ ปืนพกกึ่งออโตเมติก ขนาด 9 ม.ม. ยิงครั้งละ 3 นัด และ 9 นัดโดยวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ Sb, Ba และPb ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญใน เขม่าปืนและใช้ปริมาณของธาตุทั้งสามธาตุเป็นการวัดปริมาณเขม่าดินปืน ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 0-8 ชั่งโมง ภายหลังจากการยิง จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ปืนพกกึ่งออโตเมติก ปริมาณธาตุทั้งสามธาตุที่วัดได้จะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากยิงผ่านไป 1 ชั่วโมง จากนั้นจะลดลงตามระยะเวลา โดยหลังจาก 5-8 ชั่วโมง พบว่าการลดลงคงที่ และ การยิงปืนครั้งละ 9 นัด ปริมาณของธาตุทั้งสามมีปริมาณมากกว่าการยิงปืนครั้งละ 3 นัด(เชิดพงศ์ ชูกลิ่น, 2554)

เบญจ์ พุฒินิล (2555) ได้ทำการทดลองตรวจพิสูจน์หาคราบเขม่าปืนบน ผ้าที่ใช้เป็นเป้ายิงบนเสื้อผ้า บริเวณหน้าอกของผู้ยิงปืน และประตูรถยนต์ที่ยิงปืนด้วย เทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี (Ion Chromatography ; IC) โดยใช้อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ GLOCK MODEL 26 ขนาด 9 mm LUGER เมื่อทำการทดลองยิงปืนไปบนผ้าที่ เป็นเป้ายิง ผลการทดลองพบว่าปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทจะลดลงตามระยะการยิงที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลของเขม่าดินปืนบนเสื้อผ้าของผู้ยิงจะมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น และสามารถตรวจพบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนพื้นผิวบริเวณประตูรถยนต์ได้(เบญจ์ พุฒินิล, 2555)

ปิยะชัย มั่นคง (2555) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนมือของผู้ยิงปืนโดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟีโดยใช้อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม. กับกระสุนปืนยี่ห้อ Bullet Master 124 gr. และปืนพกรีวอลเวอร์ยี่ห้อง Smith & Wesson ขนาด .38 speacial กับกระสุนยี่ห้อ Royal Ammunition 158 gr. ในการยิงทดลองผู้ยิงจับอาวุธปืนด้วยมือทั้งสองข้างและตัวอย่างของเขม่าปืนจะสะสมอยู่ที่หลังมือทั้งสองข้างของผู้ยิงทันทีเมื่อทำการยิง จากการทดลองพบว่าปริมาณไนไตรท์และ ไนเตรทของตัวอย่างที่สะสมอยู่บนมือของผู้ยิงอาวุธปืนรีวอลเวอร์สูงกว่าอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ นอกจากนั้นจากการยิงทดลองอาวุธปืนรีวอลเวอร์พบว่าปริมาณไอออนทั้งสองพบสะสมอยู่บนมือทั้งสองข้างใกล้เคียงกันขณะที่อาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติปริมาณไอออนทั้งสองสูงกว่ามากในตัวอย่างที่สะสมอยู่จากหลังมือขวามากกว่าหลังมือซ้าย ฉะนั้นผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถประยุกต์ใช้ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ในการบ่งชี้การใช้อาวุธปืน(ปิยะชัย มั่นคง, 2555)

ภิญญดา อันสนั่น (2556) ได้ศึกษาหาปริมาณไนเตรทที่อยู่ภายในลำกล้องปืนด้วยเทคนิคสเปคโตรโฟโตรเมตรี ในงานวิจัยผู้วิจัยใช้ปืนพกรีวอลเวอร์ขนาด .38 SPECIAL ยี่ห้อ Smith&Wesson ด้วยกระสุนปืนแบบหัวตะกั่ว .38 SPECIAL (LRN) ยี่ห้อ ROYAL AMMUNITION โดยใช้ปืนทั้งสิ้น 6 กระบอกยิงปืนกระบอกที่ 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 และที่เวลา 22 ชั่วโมง ส่วนปริมาณไนเตรทน้อยที่สุดเมื่อทำการยิงที่ 3 นัด และที่เวลา 14 ชั่วโมง (ภิญญดา อันสนั่น, 2556)

ยุทธพงศ์ เศรษฐีสมบัติ (2557)ได้ศึกษาหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในเขม่าปืนที่ติดบนผิวรถยนต์ โดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟี ผู้วิจัยใช้อาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ยี่ห้อ Smith&Wesson

กับลูกกระสุน .38 special ยี่ห้อ THAIARMS และปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock กับกระสุน 9 mm ยี่ห้อ S&B โดยผู้วิจัยให้ผู้ที่ทำการยิงนั่งอยู่เบาะนั่งด้านหน้าซ้ายทำการยิงต่อเนื่อง 3 นัด โดยให้เว้นระยะห่างระหว่างตัวรถกับปากกระบอกปืน 2 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างเขม่าปืนที่เวลาทันที 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าปืนทั้งสองชนิดให้ปริมาณเขม่าปืนมากที่สุดบริเวณประตูรถยนต์และพบว่าปริมาณเขม่าปืนจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปภายหลังจากการยิงปืน 6 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเทคนิค(IC) สามารถตรวจวัดเขม่าปืนได้ (เศรษฐีสมบัติ, 2555)

วรเทพ พรประเสริฐ (2557) ได้ศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนที่ติดบนผ้า โดยเทคนิค Ion chromatography โดยผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างเขม่าปืนบนเสื้อผ้าของผู้ยิงปืนมาวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรท โดยผ้าที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ ผ้าฝ้าย ผ้ายีนส์ และผ้าใยสังเคราะห์ การทดลองผู้วิจัยทำการยิงปืนในห้องปิดด้วยอาวุธปืนกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 9 ม.ม. ลูเกอร์ ยี่ห้อ Glock และลูกกระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่ว ยี่ห้อ Royal 9 ม.ม. ลูเกอร์ โดยทำการยิงต่อเนื่องกันครั้งละสามนัดแล้วทำการเก็บเขม่าปืนที่เวลาทันที 6, 12 และ24 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่า ตรวจพบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทภายหลังจากการยิงทุกช่วงเวลาและพบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บได้บนผ้ายีนส์มากที่สุดเมื่อเทียบกับผ้าชนิดอื่น(พรประเสริฐ, 2557)

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(Elizabeth Gilchrist a Fleur Jongekrijg b Laura Harvey a Norman Smith a and Leon Barron, 2012)

John et al. (2008) ได้ทำการแยก anions อนินทรีย์ จำนวน 18 ตัว ที่พบทั่วไปในวัตถุระเบิดโดยใช้เทคนิค IC ด้วย Hydroxide gradient ซึ่งสามารถตรวจแยกสารระหว่างชนิดวัตถุระเบิดกับชนิดของ primers ที่ทำจากโลหะซัลไฟด์ ไนเตรท thiocyanate และ chlorates ได้ ซึ่งพบว่ามีความคล้ายคลึงกับส่วนผสมของ energetic material การใช้ใน IEDs แม้ว่าจะเป็นวิธีที่มีความซับซ้อนแต่มีแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้แยกชนิดของวัตถุระเบิดกับชนิดของ primers ได้(Johns C. RA. Shellie OG. Potter JW. O'Reilly JP. Hutchinson RM. Guijt MC. Breadmore EF. Hilder GW. Dicinoski and PR. Haddad, 2008)

Ozge O. Erol et al.(2017)ได้ทำการศึกษาหาปริมาณไนเตรทและไนไตรต์ในตัวอย่างเขม่าดินส่งกระสุนปืนโดยเทคนิคอิเลคโตรโฟเรซิเดชั่นโดยใช้บัฟเฟอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด (pH=3) ทำการ electroosmotic flow ผลที่ได้คือ สามารถวิเคราะห์โดยใช้เวลาน้อย พีคมีการแยกออกจากกันได้ชัดเจนในเวลาน้อยกว่า 4 นาที และให้ค่า LOD ของไนเตรทและไนไตรท์เท่ากับ 6.7 และ 4.3 ตามลำดับ(Ozge O. Erol, 2017)

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%(Ruth N. Udey, 2011)

Torre et al. (2002) ได้ทำการศึกษาไอออนในผ้าเบรกแหล่งที่มาของอนุภาคที่ไม่ใช่ GSR ที่มีสารตะกั่วแบเรียมและพลวงเป็นองค์ประกอบ ซึ่งอนุภาคที่มีความคล้ายคลึงกับองค์ประกอบของเขม่าปืน ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าผ้าเบรกบางชนิดมีตะกั่ว แบเรียมและพลวงเป็นองค์ประกอบ ซึ่งต้องมีความระมัดระวังในการอธิบายอนุภาคของเขม่าปืนโดยใช้แร่ธาตุทั้งสาม (Torre C. G. Mattutino V. Vasino C. Robino, 2002)

Zuzanna B.M et al.(2011) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาเขม่าดินปืนที่มือและเสื้อผ้าของผู้ยิงปืนในระยะ 0-100 เซนติเมตร ด้วยเทคนิค scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDX) ผลการวิจัยผู้วิจัยพบว่าเทคนิค SEM/EDX สามารถวิเคราะห์ปริมาณของ GSR ได้มากที่สุดที่ระยะยิงในช่วง 10-30 เซนติเมตร(Zuzanna Broz ek-Mucha, 2011)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

(a) (b)

ภาพที่ 16 อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 ม.ม.(a) และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 (b)

ตารางที่ 1 เครื่องกระสุนปืนที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องกระสุนปืนที่ใช้	แหล่งที่มา
1. กระสุนปืน ขนาด 9 มม. 2. กระสุนปืนขนาด .38	ยี่ห้อ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ยี่ห้อ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP

ตารางที่ 2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

สารเคมี	แหล่งที่มา
1. Sodium Nitrite ; AR Grade 2. Sodium Nitrate ; AR Grade 3. Deionized water ; DI water	UNIVAR UNIVAR เครื่อง MILLIPORE F1JA80312

ตารางที่ 3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	แหล่งที่มา
1. เครื่อง Ion Chromatograph ; IC	รุ่น DIONEX MODEL ICS-100
2. Filter membrane ขนาดรูพรุน 0.45 µm.	ยี่ห้อ Agela Technologies
3. Syringe ขนาด 3 ml.	ยี่ห้อ NIPRO
4. เครื่อง Ultrasonic water bath	ยี่ห้อ CREST UITRASONICS
5. Volumetric pipette ขนาด 1 ,5 ,10 ml.	Pyrodex
6. Measuring pipette ขนาด 2 ml.	Pyrodex
7. Beaker ขนาด 50 ,100 ml.	Pyrodex
8. Volumetric flask 100 ml.	Pyrodex
9. ขวดเก็บตัวอย่าง (Vial)	-
10. ถุงมือยาง	ยี่ห้อ Semper Guard
11. ซองพลาสติกใสแบบรูดเปิด – ปิด มีซิบ ขนาด 9 x 12 ซม.	Aro
12. ก้านสำลี	ยี่ห้อ รถพยาบาล

3.2 วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรท

3.2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

3.2.1.1 สารละลายมาตรฐานไนไตรท์เข้มข้น 1000 mg/ml.

ชั่ง Sodium nitrite 0.1002 g. ละลายด้วย Deionized water ปรับปริมาตรเป็น 100 ml. ในขวดปริมาตร จะได้สารละลาย Sodium nitrite เข้มข้น 1000 mg/ml.

3.2.1.2 สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น 1000 mg/ml.

ชั่ง Sodium nitrate 0.1006 g. ละลายด้วย Deionized water ปรับปริมาตรเป็น 100 ml. ในขวดปริมาตร จะได้สารละลาย Sodium nitrate เข้มข้น 1000 mg/ml.

3.2.1.3 สารละลายมาตรฐานไนไตรท์เข้มข้น 100 mg/ml.

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Sodium nitrite เข้มข้น 1000 mg/ml. มา 10 ml. ปรับปริมาตรเป็น 100 ml. ด้วย Deionized water ในขวดปริมาตร จะได้สารละลาย Sodium nitrite เข้มข้น 100 mg/ml.

3.2.1.4 สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้น 100 mg/ml.

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Sodium nitrate เข้มข้น 1000 mg/ml. มา 10 ml. ปรับปริมาตรเป็น 100 ml. ด้วย Deionized water ในขวดปริมาตร จะได้สารละลาย Sodium nitrate เข้มข้น 100 mg/ml.

3.2.1.5 สารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 1.0, 2.5, 5.0, 7.5, และ 10.0 mg/ml.

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Sodium nitrite และ Sodium nitrate เข้มข้น 100 mg/ml. มา 1, 2.5, 7.5, และ 10 ml. ปรับปริมาตรเป็น 100 ml. ด้วย Deionized water ในขวดปริมาตร จะได้สารละลายผสมไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 1.0,2.5, 5.0, 7.5, และ 10 mg/ml. ตามลำดับ ก่อนนำสารละลายมาตรฐานเข้าเครื่อง Ion chromatograph ต้องทำการกรองผ่าน filter membrane ขนาดรูพรุน 0.45 μm. ทุกครั้งเสมอ

ตารางที่ 4 ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทที่ใช้ในการเตรียมสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 1.0, 2.5, 5.0,7.5 และ 10.0 mg/ml.

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานผสมของไนไตรท์และไนเตรท (mg/ml.)	ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานไนไตรท เข้มข้น 100 mg/ml. (ml.)	ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานไนเตรท เข้มข้น 100 mg/ml. (ml.)
1.0	1	1
2.5	2.5	2.5
5.0	5	5
7.5	7.5	7.5
10.0	10	10

3.3 การหาค่า LOD และ LOQ

ใช้สารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 0.05 mg/ml. โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Ion chromatograph ทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง จากการทดลองหาค่าขีดจำกัดการวัดได้ของเครื่องมือ (LOD) และ ขีดจำกัดการตรวจสอบและรายงานผลได้ของเครื่องมือสามารถตรวจสอบ (LOQ) โดย LOD = $\overline{x}$ + 3 S.D และ LOQ = $\overline{x}$ + 10 S.D

3.4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเขม่าปืนจากมือผู้ยิง

ยิงด้วยอาวุธปืนและกระสุนปืนขนาดและยี่ห้อต่างๆยิงจำนวน 1 นัด และ 3 นัด ทดลองภายในห้องยิง ปืนที่มิดชิดและไม่มีลมพัด แล้วทำการเก็บตัวอย่างโดยการใช้ก้านสำลี(cotton bud) ตัดปลาย 1 ด้านชุปด้วย Deionized water เช็ดบริเวณดังนี้ หลังมือขวา, ฝ่ามือขวา, หลังมือซ้าย, ฝ่ามือซ้าย และ Blank อีก 1 ก้าน เก็บใส่ซองพลาสติกใสแบบมีซิป

3.5 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างปลอกกระสุนปืน

ยิงด้วยอาวุธและกระสุนปืนขนาดและยี่ห้อต่างๆยิงจำนวน 1 นัดและ 3 นัด ทดลองภายในห้องยิงปืนที่มิดชิดและไม่มีลมพัด แล้วทำการเก็บตัวอย่างปลอกกระสุนปืนใส่ซองพลาสติกใสแบบมีซิป

ภาพที่ 17 ห้องทดสอบขีปนวิธี

ภาพที่ 18 รูปแบบและท่าทางของผู้ยิงปืน

*หมายเหตุ เนื่องจากปริมาณไนไตรทและไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือหลังการยิงปืน 1 นัด มีปริมาณเขม่าที่น้อยมาก จึงเก็บเขม่าดินปืนภายหลังการยิงปืน 3 นัดติดต่อกันแทน ในการวิเคราะห์เพื่อความถูกต้องและแม่นยำ

3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Ion chromatograph

3.6.1 นำตัวอย่างก้านสำลีมาตัดก้านออก แล้วแช่ก้านลำสีด้วยน้ำ Deionized water ในขวด Vial ปริมาตร 1 ml. ปิดฝาขวด แล้วนำขวดตัวอย่างใส่ใน Ultrasonic water bath เพื่อสกัดเขม่าปืนเป็นเวลา 30 นาที

3.6.2 นำปลอกกระสุนปืนใส่ลงใน beaker ขนาด 50 ml. แล้วแช่ด้วยน้ำ Deionized water ปริมาตร 5 ml. แล้วนำใส่ใน Ultrasonic water bath เพื่อสกัดเขม่าดินปืนเป็นเวลา 15 นาที แล้วกลับด้านของปลอกกระสุน สกัดเขม่าปืนต่อเป็นเวลา 15 นาที เพื่อสกัดเขม่าปืนออกจากปลอกกระสุนปืนทั้งหมด

3.6.3 นำตัวอย่างจากข้อ 5.1 และ 5.2 มากรองผ่าน filter membrane ขนาดรูพรุน 0.45 μm.

3.6.4 นำมาวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Ion chromatograph โดยทำการฉีดสารละลายตัวอย่าง(ทั้งสารละลายตัวอย่างจากก้านสำลี และสารละลายจากปลอกกระสุนปืน) 2 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งมีสภาวะในการทดลอง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สภาวะเครื่อง Ion chromatograph ในการทดลอง

Ion chromatograph (IC)	Dionex ICS-1000
Program	Dionex CM Dongle Chromeleon 680 SPI build 2238
Reagent-free controller	RFC-30 Dionex
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

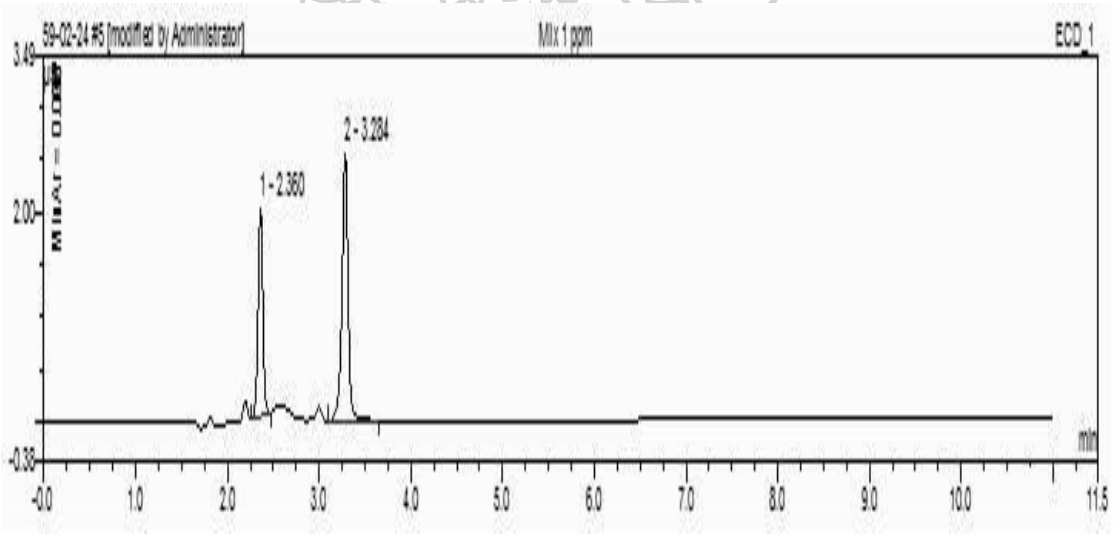
บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนที่มือและปลอกกระสุนปืนภายหลังการยิงปืน โดยจะทำการยิงจากอาวุธปืน 2 ชนิดได้แก่ อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 ม.ม.กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B THAI ARMS RAI WCC และ F.C ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith & Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS ACP WINCHESTER PMC G.F.L และ AP ขนาด .38 ซึ่งจะทำการเก็บบริเวณ ฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้าย ด้วยเทคนิค Ion ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรท เพื่อใช้เป็นกราฟมาตรฐาน

จากการศึกษาสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/mL มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Ion chromatography จะได้ผล chromatogram ตัวอย่าง ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 Chromatogram ตัวอย่างของสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 1 mg/mL ซึ่งมี Retention time ของไนไตรท์และไนเตรทเท่ากับ 2.360 min และ 3.284 min ตามลำดับ

พีคของไนไตรท์และไนเตรทสามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่า Retention time (R) แล้วพบว่ามีค่ามากกว่า 1.5 แสดงว่าพีคของไนไตรท์และไนเตรทสามารถแยกออกจากกันได้ดี

ตารางที่ 6 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ที่ความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/mL จากการทำ 2 ซ้ำ

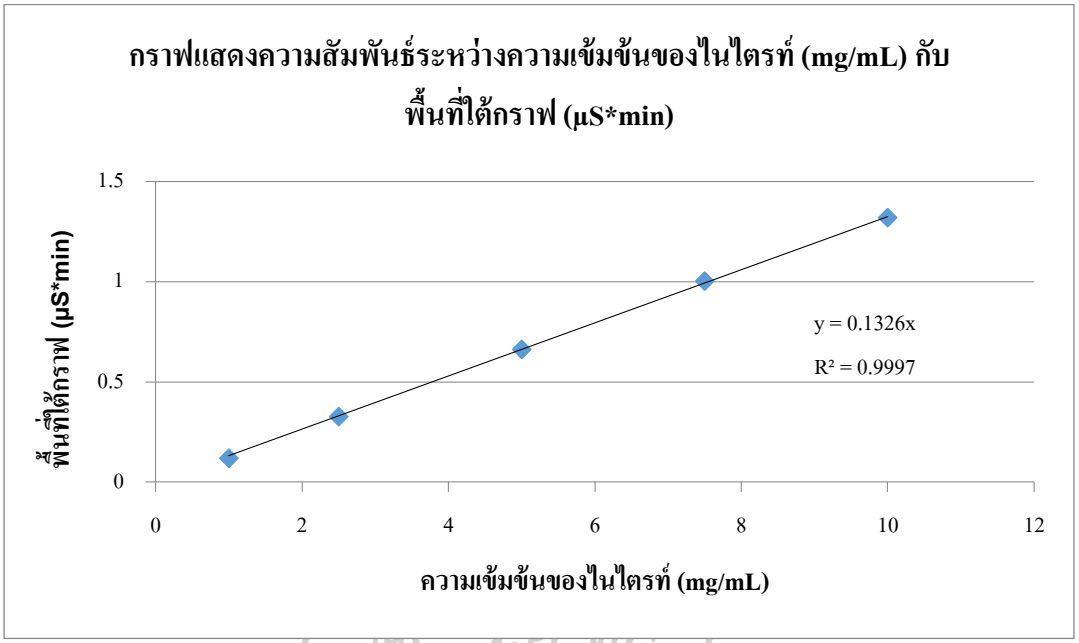
ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (mg/mL)	พื้นที่ใต้พีค (μS*min)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1.0	0.119	0.119	0.119
2.5	0.325	0.326	0.326
5.0	0.663	0.664	0.664
7.5	1.004	1.003	1.004
10.0	1.321	1.321	1.321

ตารางที่ 7 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ความเข้มข้น 1 ถึง 10 mg/mL จากการทำ 2 ซ้ำ

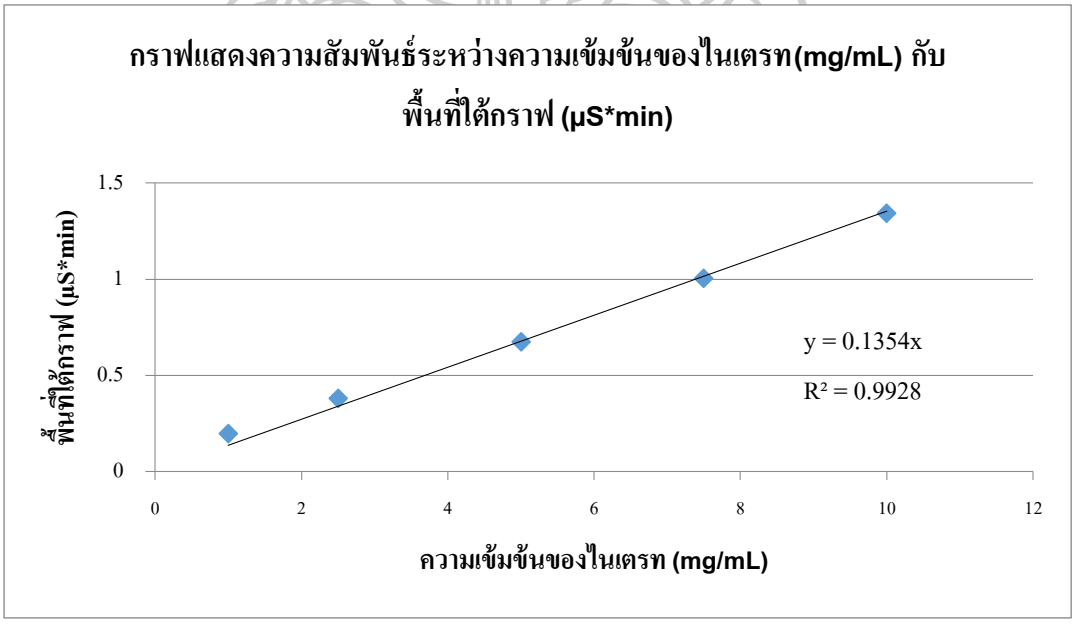
ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (mg/mL)	พื้นที่ใต้พีค (μS*min)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1.0	0.200	0.199	0.200
2.5	0.380	0.381	0.381
5.0	0.676	0.675	0.676
7.5	1.004	1.005	1.005
10.0	1.354	1.354	1.345

เมื่อนำข้อมูลค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีคจากตารางที่ 6 และ 7 มาพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีค (แกนy) กับความเข้มข้นของสาละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL (แกนx) พบว่าได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์คือ y = 0.1326x

และ y = 0.1354x และค่า Correlation coefficient (R^2) เท่ากับ 0.9997 และ 0.9928 ตามลำดับ ดังภาพที่ 20 และ 21



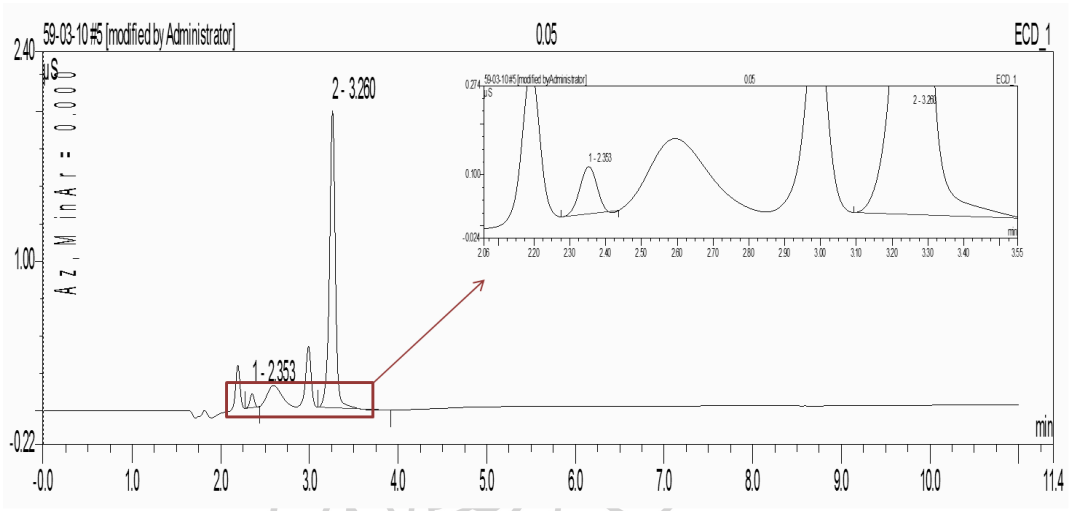
ภาพที่ 20กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ ตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL



ภาพที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีคกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรทตั้งแต่ 1 ถึง 10 mg/mL

4.2 ผลการศึกษาหาค่า Limit of Detection (LOD) และ Limit of Quantitation (LOQ)

จากการศึกษาสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 0.05 mg/mL นำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Ion chromatograph ทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง แล้วนำพื้นที่ใต้พีคมาคำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน จากการทดลองจะได้ผล chromatogram ตัวอย่าง ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 chromatogram ตัวอย่างของสารละลายมาตรฐานผสมไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.05 mg/mL

ตารางที่ 8 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.05 mg/mL

ครั้งที่	ไนไตรท์	ไนเตรท
	พื้นที่ใต้พีค (µS*min)	พื้นที่ใต้พีค (µS*min)
1	0.005	0.152
2	0.005	0.130
3	0.005	0.134
4	0.005	0.137
5	0.006	0.155
6	0.006	0.142
7	0.006	0.134
8	0.006	0.134
9	0.006	0.137
10	0.006	0.135

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.05 mg/mL

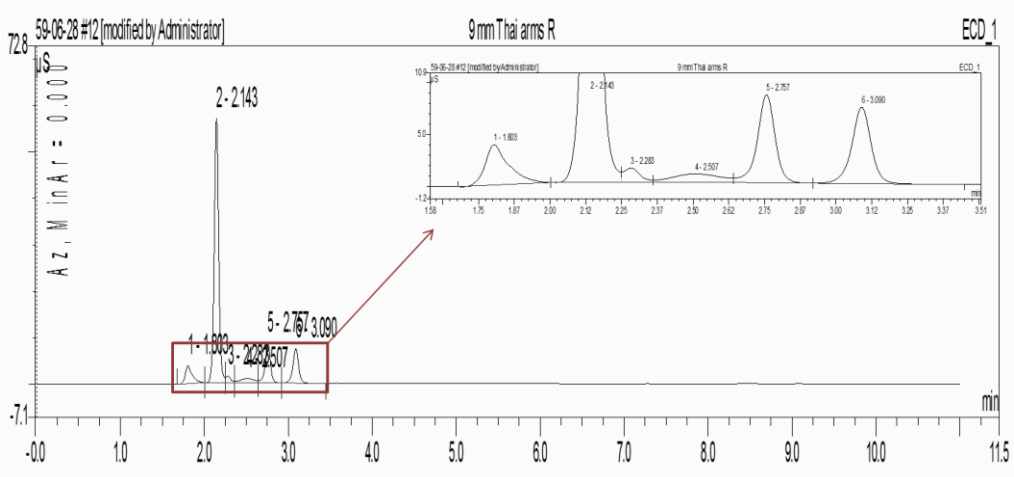
ครั้งที่	ไนไตรท์	ไนเตรท
	ความเข้มข้น (mg/mL)	ความเข้มข้น (mg/mL)
1	0.038	1.123
2	0.038	0.960
3	0.038	0.990
4	0.038	1.012
5	0.045	1.145
6	0.045	1.049
7	0.045	0.990
8	0.045	0.990
9	0.045	1.012
10	0.045	0.997
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	0.042	1.027
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	0.00387	0.06107

จากตารางนำมาคำนวณขีดจำกัดการวัดได้ของเครื่องมือ (LOD) และขีดจำกัดการตรวจสอบและรายงานผลได้ของเครื่องมือสามารถตรวจสอบ (LOQ) โดย LOD = $\bar{x}$ + 3S.D. และ LOQ = $\bar{x}$ + 10S.D. ผลการคำนวณได้ค่า LOD = 0.0538 mg/mL และ LOQ = 0.0809 mg/mL สำหรับไนไตรท์ และLOD = 1.210 mg/mL และ LOQ = 1.638 mg/mL สำหรับไนเตรท

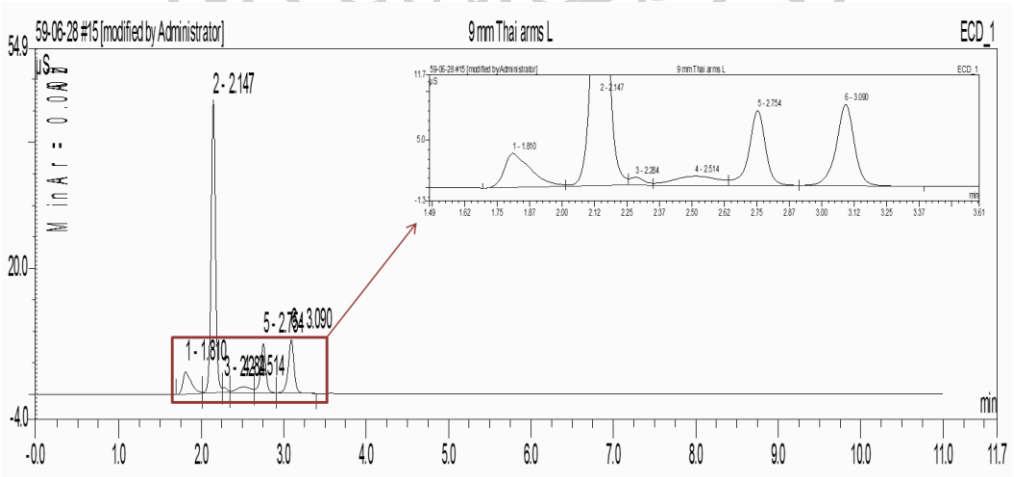
จากการคำนวณ พบว่าค่า LOD และLOQ ของไนเตรทไม่สามารถใช้ได้ เนื่องจากค่าที่ได้ยังคงมีค่ามาก ซึ่งแสดงว่าเครื่องสามารถวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทที่ความเข้มข้นต่ำกว่านี้ได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ความเข้มข้นลดลง เพื่อจะได้ค่าLOD และLOQ ของไนเตรทที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

4.3 ผลการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนบนมือผู้ยิงปืนและปลอกกระสุนปืน

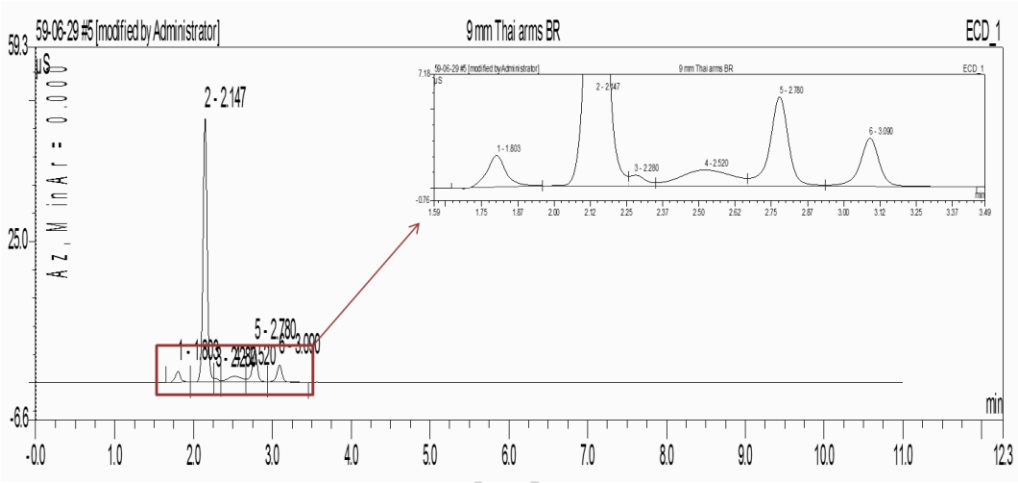
การทดลองหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทจากเขม่าปืนบนมือผู้ยิงปืน ด้วยอาวุธปืน Glock ขนาด 9 ม.ม.กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith&Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP ขนาด .38 ภายหลังการยิงปืนได้ผลดัง chromatogram ตัวอย่างที่แสดงต่อไปนี้



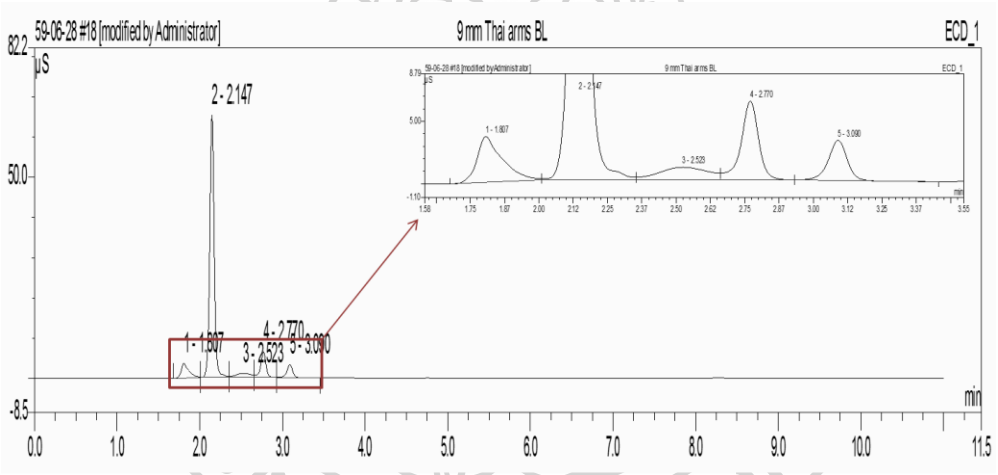
ภาพที่ 23 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณฝ่ามือขวา



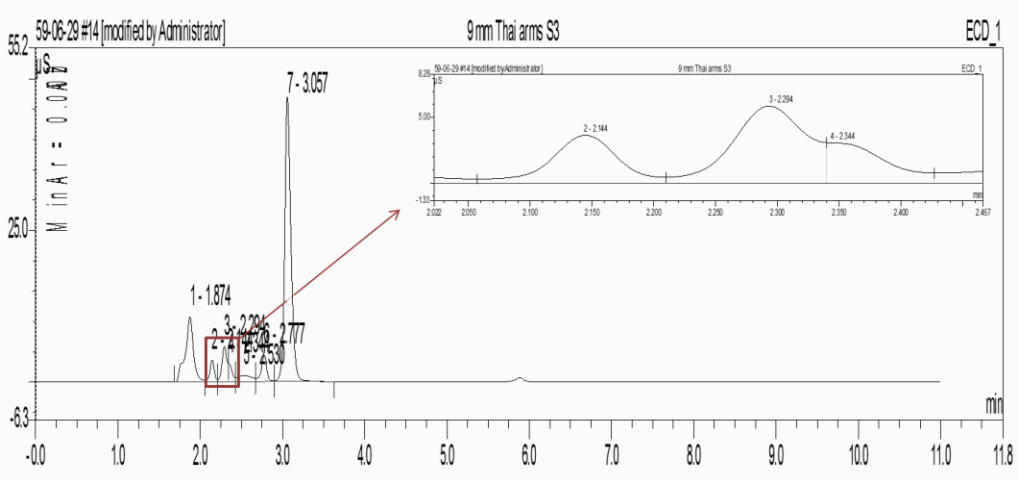
ภาพที่ 24 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณฝ่ามือซ้าย



ภาพที่ 25 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณหลังมือขวา



ภาพที่ 26 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างบริเวณหลังมือซ้าย



ภาพที่ 27 Chromatogram ตัวอย่างของเขม่าดินปืนยี่ห้อ THAI ARMS (3นัด) ที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุน

Chromatogram ตัวอย่างเขม่าปืนที่เก็บตัวอย่าง พบพีคไนไตรท์และไนเตรทที่ retention time เท่ากับ 2.29 และ 3.09 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทของตัวอย่างที่เก็บบริเวณ ฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย ภายหลังการยิงด้วยอาวุธปืน Glock ขนาด 9 ม.ม.กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B, THAI ARMS, RAI, WCC, F.C ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith&Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS, ACP, WINCHESTER, PMC, G.F.L, AP ขนาด .38 โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยดังตาราง 10 และ 11 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนบนมือและปลอกกระสุนปืน (ขนาด9มม.)

ยี่ห้อของลูกกระสุนปืน	บริเวณที่เก็บตัวอย่าง	ไนไตรท์ (mg/mL)	ไนเตรท (mg/mL)
S&B (1นัด)	ฝ่ามือขวา	0.422	0.487
	หลังมือขวา	-	0.576
	ฝ่ามือซ้าย	0.264	0.657
	หลังมือซ้าย	0.354	0.539
	ปลอกกระสุน	1.161	3.589
S&B (3นัด)	ฝ่ามือขวา	0.566	0.554
	หลังมือขวา	0.452	2.518
	ฝ่ามือซ้าย	0.460	1.403
	หลังมือซ้าย	0.264	1.440
	ปลอกกระสุน 1	2.459	19.675
	ปลอกกระสุน 2	1.478	27.031
	ปลอกกระสุน 3	2.602	19.705
THAI ARMS (3นัด)	ฝ่ามือขวา	0.716	4.402
	หลังมือขวา	0.332	1.743
	ฝ่ามือซ้าย	0.415	5.310
	หลังมือซ้าย	-	1.957
	ปลอกกระสุน 1	1.991	15.155
	ปลอกกระสุน 2	0.995	11.507
	ปลอกกระสุน 3	3.054	29.616
RAI (3นัด)	ฝ่ามือขวา	0.716	3.383
	หลังมือขวา	0.792	5.222
	ฝ่ามือซ้าย	0.611	2.666
	หลังมือซ้าย	-	3.582
	ปลอกกระสุน 1	3.228	35.391
	ปลอกกระสุน 2	2.783	28.988
	ปลอกกระสุน 3	1.312	11.640

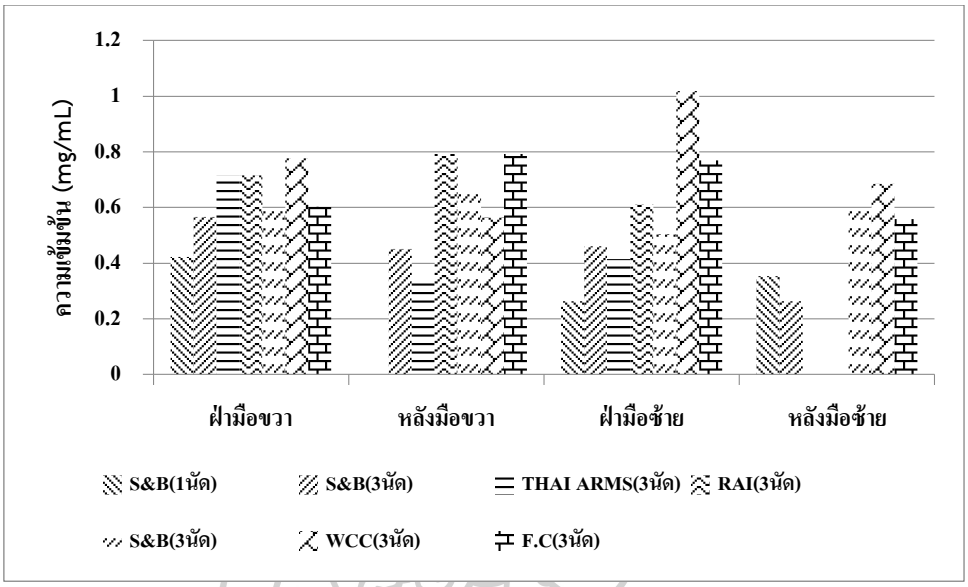
ยี่ห้อของลูกกระสุนปืน	บริเวณที่เก็บตัวอย่าง	ไนไตรท์ (mg/mL)	ไนเตรท (mg/mL)
S&B (3นัด)	ฝ่ามือขวา	0.596	1.573
	หลังมือขวา	0.649	2.112
	ฝ่ามือซ้าย	0.505	2.009
	หลังมือซ้าย	0.596	1.610
	ปลอกกระสุน 1	0.415	13.752
	ปลอกกระสุน 2	0.641	13.456
	ปลอกกระสุน 3	0.558	16.654
WCC (3นัด)	ฝ่ามือขวา	0.777	1.529
	หลังมือขวา	0.656	1.315
	ฝ่ามือซ้าย	1.018	0.945
	หลังมือซ้าย	0.686	1.123
	ปลอกกระสุน 1	1.109	17.341
	ปลอกกระสุน 2	1.041	5.746
	ปลอกกระสุน 3	2.074	29.609
F.C (3นัด)	ฝ่ามือขวา	0.603	1.204
	หลังมือขวา	0.792	2.038
	ฝ่ามือซ้าย	0.769	1.270
	หลังมือซ้าย	0.558	1.514
	ปลอกกระสุน 1	0.890	15.871
	ปลอกกระสุน 2	1.863	3.900
	ปลอกกระสุน 3	0.362	6.034

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือและปลอกกระสุนปืน (ขนาด .38)

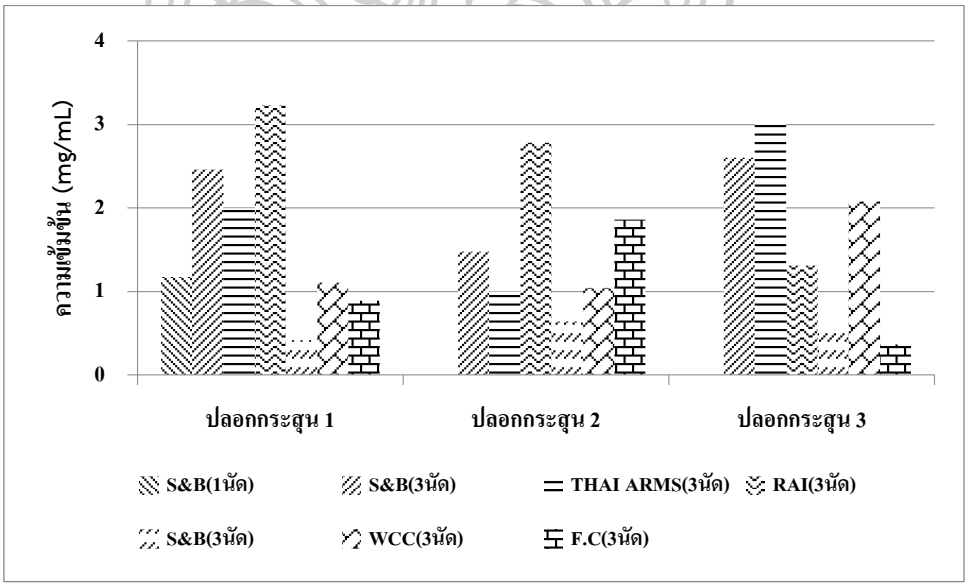
ยี่ห้อของลูกกระสุนปืน	บริเวณที่เก็บตัวอย่าง	ไนไตรท์ (mg/mL)	ไนเตรท (mg/mL)
THAI ARMS (1นัด)	ฝ่ามือขวา	0.158	0.510
	หลังมือขวา	0.505	0.539
	ฝ่ามือซ้าย	0.151	0.945
	หลังมือซ้าย	0.332	0.495
	ปลอกกระสุน	1.305	0.665
ACP (3นัด)	ฝ่ามือขวา	1.146	0.945
	หลังมือขวา	0.513	1.108
	ฝ่ามือซ้าย	0.505	1.677
	หลังมือซ้าย	0.445	0.982
	ปลอกกระสุน 1	0.626	6.588
	ปลอกกระสุน 2	0.965	5.133
	ปลอกกระสุน 3	1.026	5.015
WINCHESTER (3นัด)	ฝ่ามือขวา	1.561	1.721
	หลังมือขวา	1.863	2.267
	ฝ่ามือซ้าย	1.870	1.979
	หลังมือซ้าย	1.584	3.464
	ปลอกกระสุน 1	6.621	33.501
	ปลอกกระสุน 2	6.229	13.220
	ปลอกกระสุน 3	4.306	10.207
PMC (3นัด)	ฝ่ามือขวา	2.051	4.284
	หลังมือขวา	2.888	3.434
	ฝ่ามือซ้าย	2.157	3.656
	หลังมือซ้าย	2.345	2.688
	ปลอกกระสุน 1	7.074	2.969
	ปลอกกระสุน 2	10.641	27.341
	ปลอกกระสุน 3	11.335	57.533

ยี่ห้อของลูกกระสุนปืน	บริเวณที่เก็บตัวอย่าง	ไนไตรท์ (mg/mL)	ไนเตรท (mg/mL)
G.F.L. (3นัด)	ฝ่ามือขวา	1.463	2.592
	หลังมือขวา	1.674	2.312
	ฝ่ามือซ้าย	1.674	2.585
	หลังมือซ้าย	1.591	2.415
	ปลอกกระสุน 1	18.974	103.146
	ปลอกกระสุน 2	14.434	53.530
	ปลอกกระสุน 3	3.409	12.895
AP (3นัด)	ฝ่ามือขวา	1.772	2.142
	หลังมือขวา	1.833	2.061
	ฝ่ามือซ้าย	0.913	0.739
	หลังมือซ้าย	0.928	0.975
	ปลอกกระสุน 1	5.543	47.245
	ปลอกกระสุน 2	5.716	21.625
	ปลอกกระสุน 3	5.950	27.437
ACP (3นัด)	ฝ่ามือขวา	1.116	3.006
	หลังมือขวา	1.063	1.470
	ฝ่ามือซ้าย	1.222	3.589
	หลังมือซ้าย	0.860	1.529
	ปลอกกระสุน 1	7.059	2.334
	ปลอกกระสุน 2	10.121	3.552
	ปลอกกระสุน 3	6.335	3.885

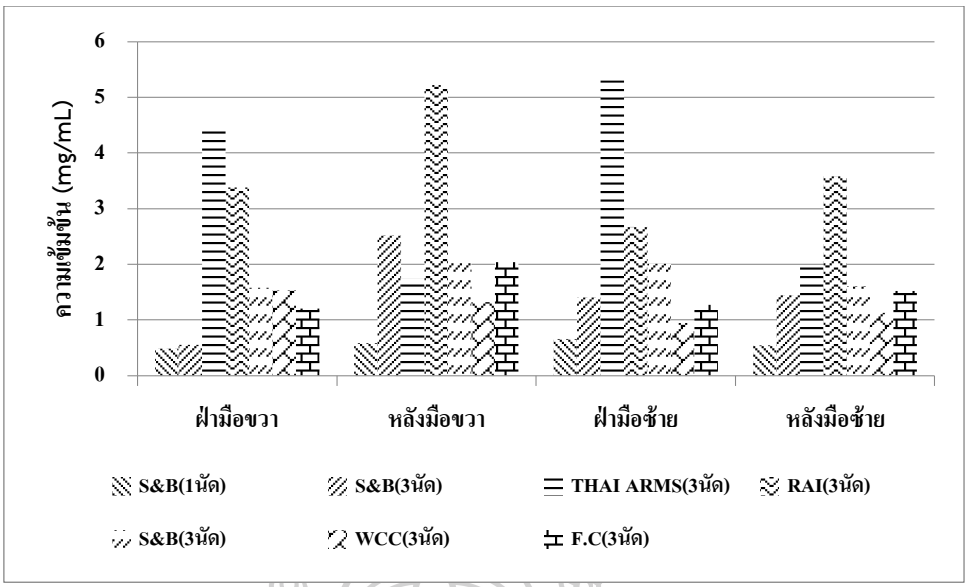
เมื่อนำผลจากตารางที่ 10 มาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืนในการเก็บตัวอย่างบริเวณ ฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย และปลอกกระสุนของกระสุนปืนขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ จะได้แผนภูมิแท่งดังภาพ



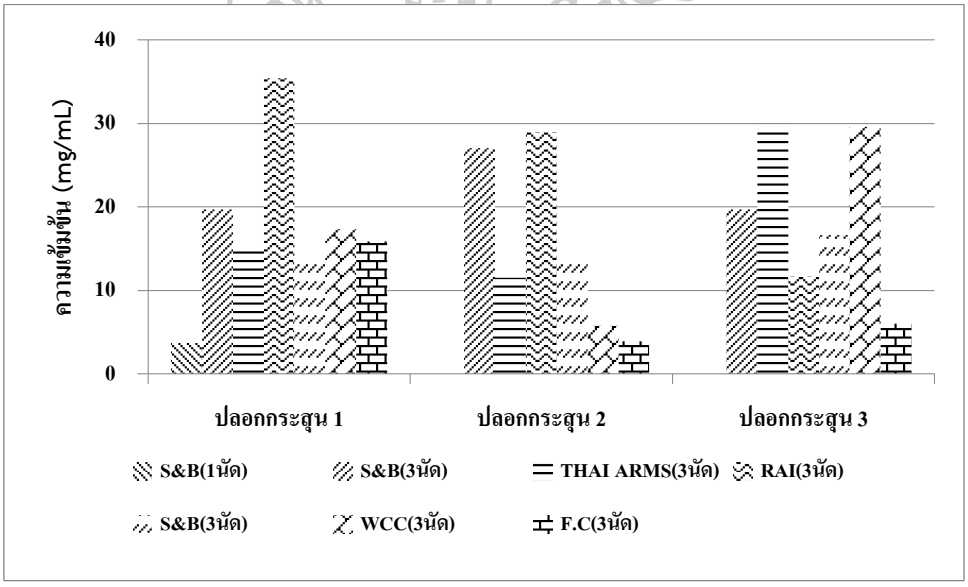
ภาพที่ 28 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.



ภาพที่ 29 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด 9 มม.

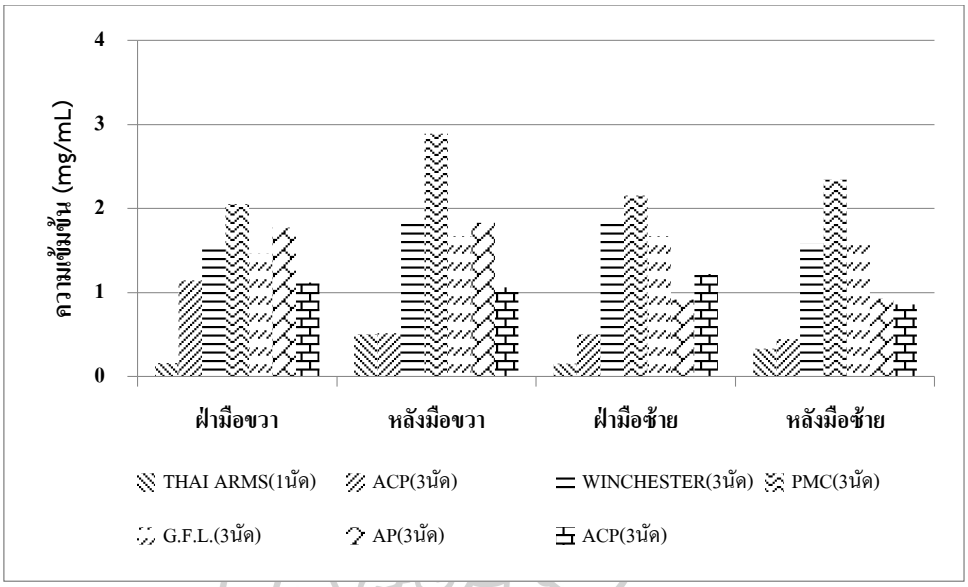


ภาพที่ 30 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.

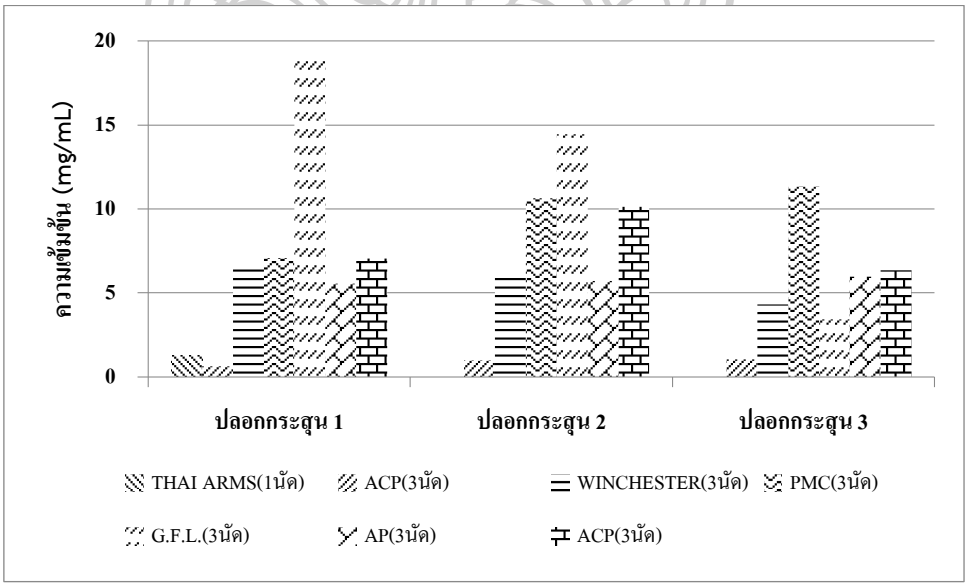


ภาพที่ 31 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด 9 มม.

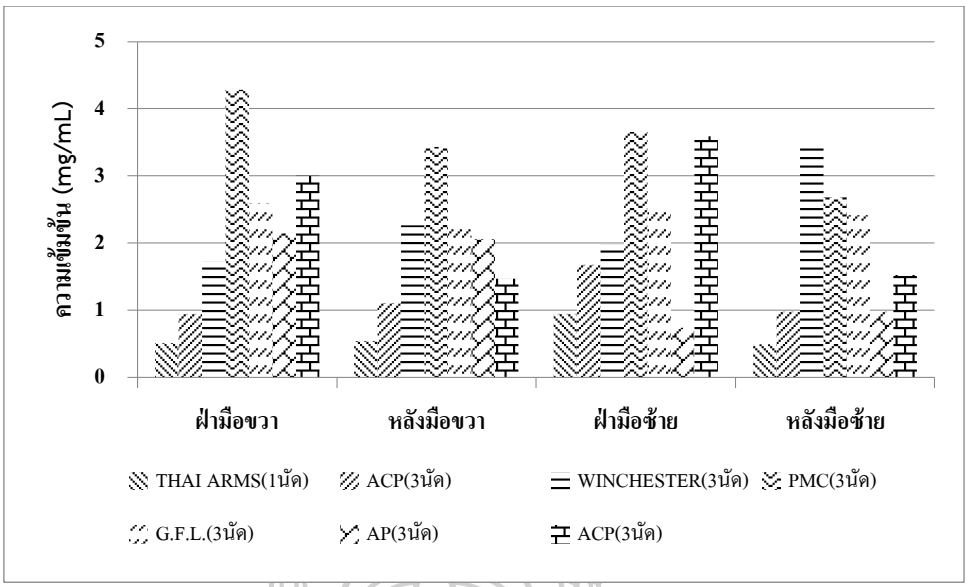
เมื่อนำผลจากตารางที่ 11 มาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืนในการเก็บตัวอย่างบริเวณ ฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย และปลอกกระสุนของกระสุนปืนขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ จะได้แผนภูมิแท่งดังภาพ



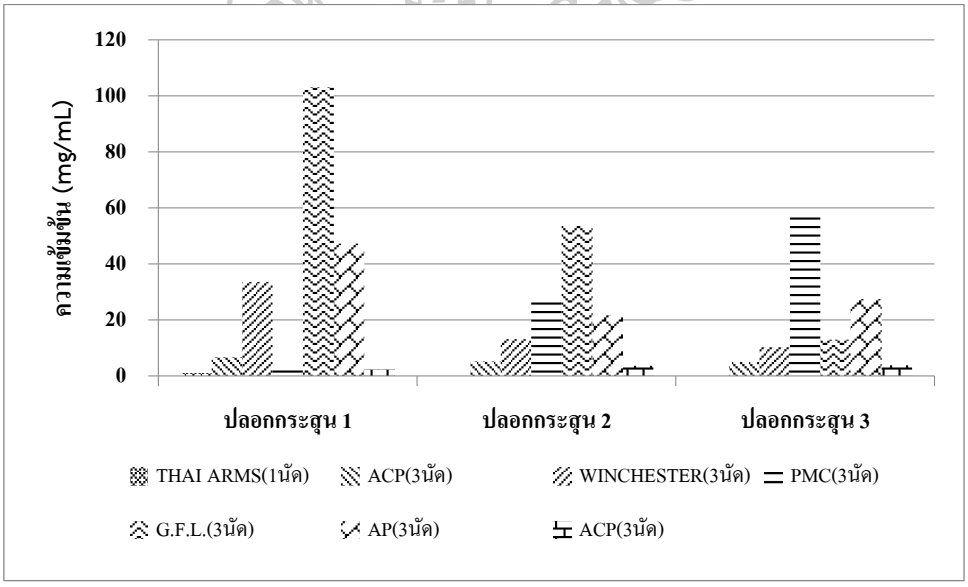
ภาพที่ 32 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด .38



ภาพที่ 33 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด .38



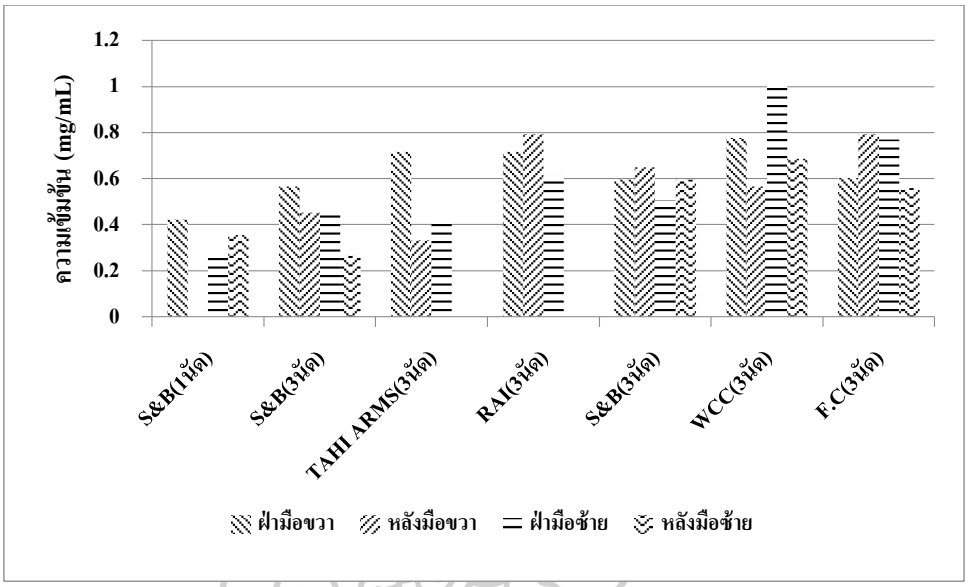
ภาพที่ 34 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากบนมือผู้ยิงปืนของกระสุนปืนขนาด .38



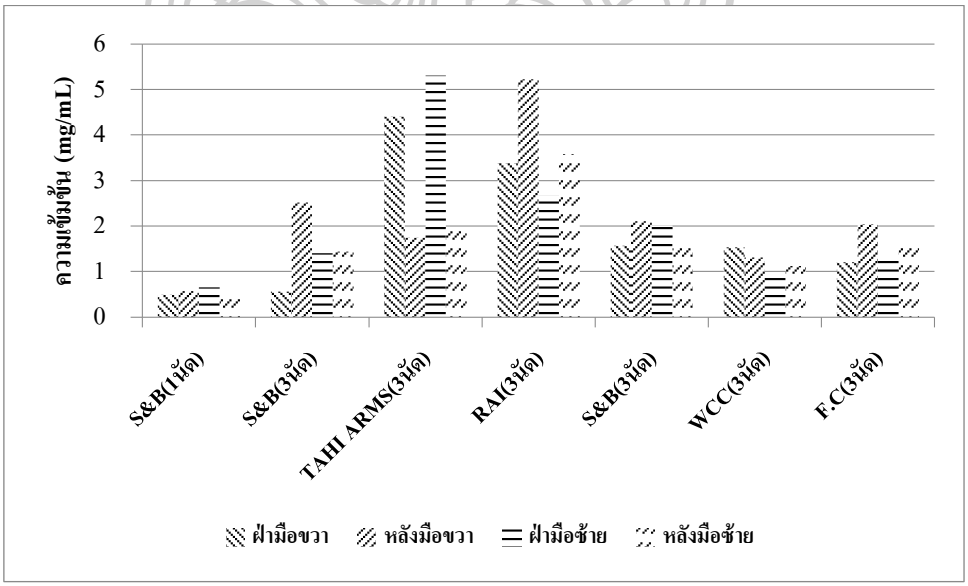
ภาพที่ 35 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทที่เก็บตัวอย่างจากปลอกกระสุนปืนขนาด .38

โดยแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนที่เก็บตัวอย่างบริเวณ ฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย และปลอกกระสุน ของแต่ละยี่ห้อ ขนาด 9 มม. (ภาพที่ 28, 29, 30, และ31) และขนาด .38 (ภาพที่ 32, 33, 34 และ35) พบว่า สามารถตรวจพบไนไตรท์และไนเตรทของเขม่าดินปืน บนมือผู้ยิงและปลอกกระสุน

เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ ที่เก็บตัวอย่างบริเวณ ฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย จะได้แผนภูมิแท่งดังภาพ

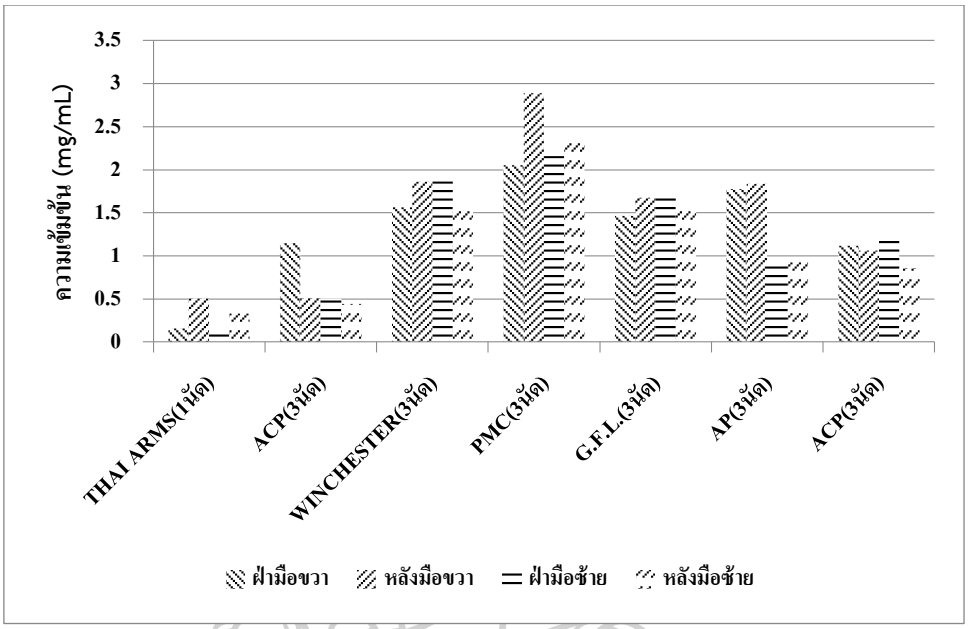


ภาพที่ 36 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ

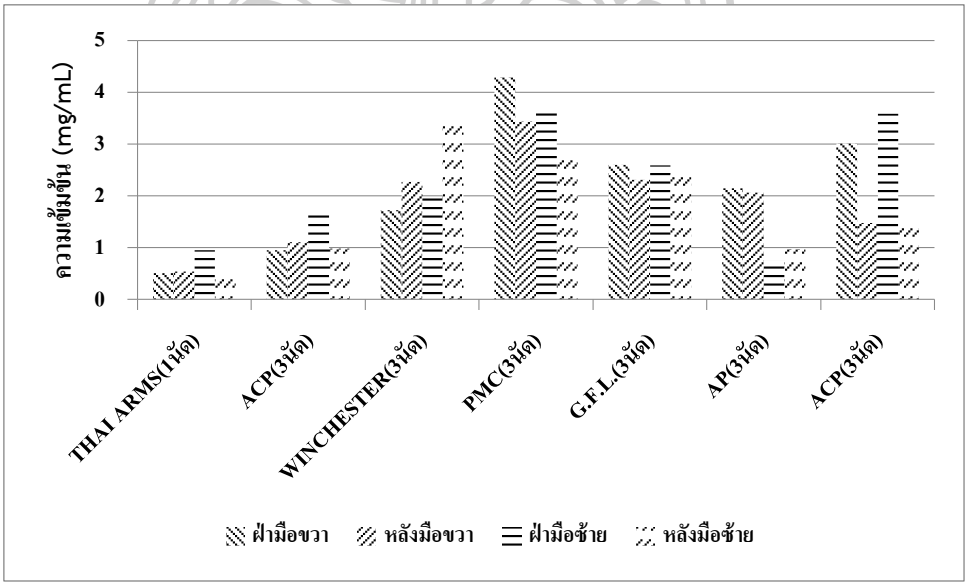


ภาพที่ 37 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด 9 มม. แต่ละยี่ห้อ

เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืนขนาด .38 แต่ละยี่ห้อที่เก็บตัวอย่างบริเวณ ฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย จะได้แผนภูมิแท่งดังภาพ



ภาพที่ 38 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ

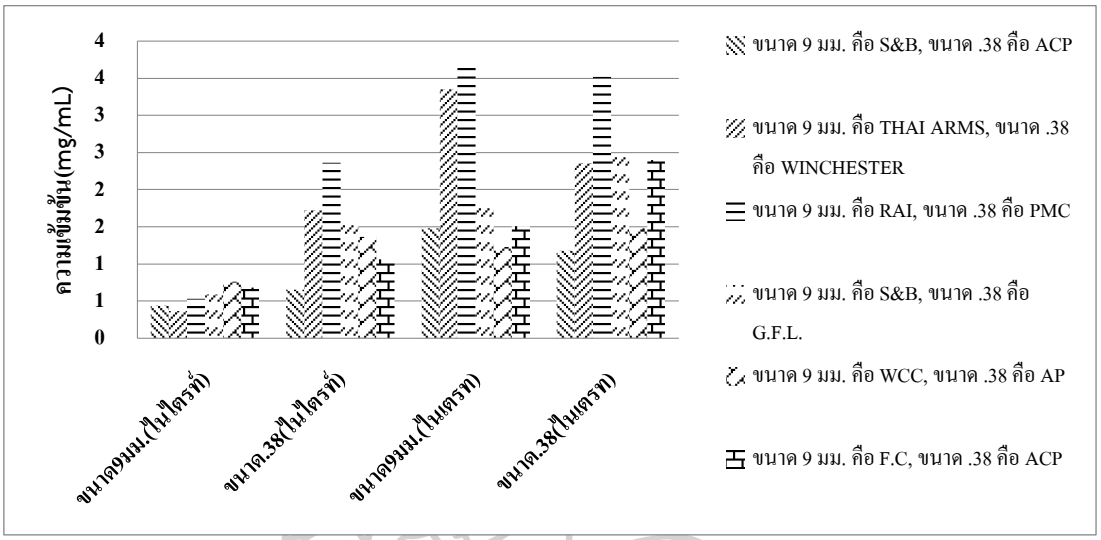


ภาพที่ 39 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืน ขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ

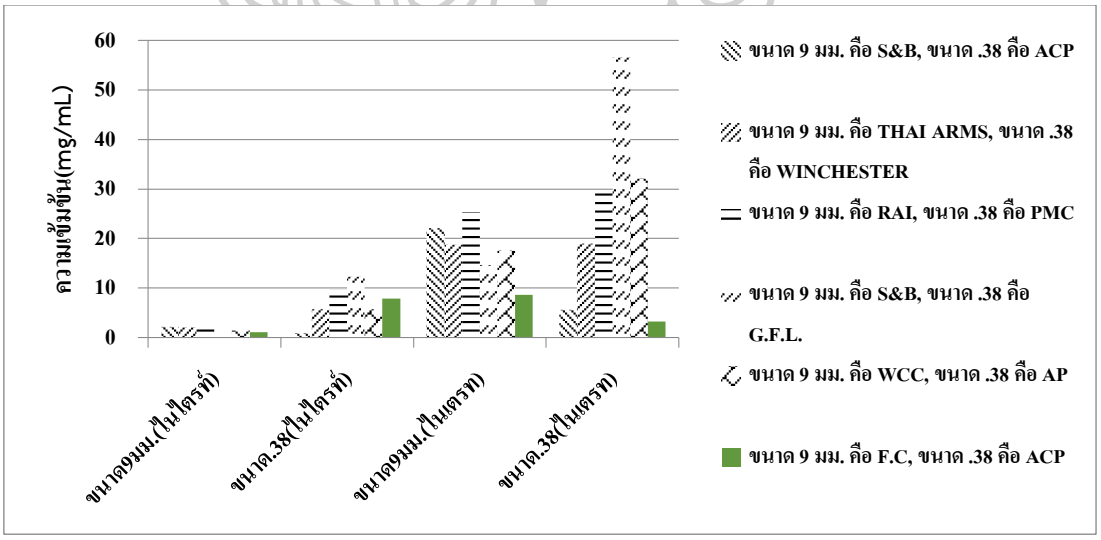
จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือผู้ยิงปืนที่เก็บตัวอย่างบริเวณ ฝ่ามือขวา,หลังมือขวา,ฝ่ามือซ้าย,หลังมือซ้าย ของกระสุนแต่ละยี่ห้อ ขนาด 9 มม.(ภาพที่ 36 และ 37) และขนาด .38 (ภาพที่ 38 และ 39) พบว่า ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทของ

บริเวณฝ่ามือขวา, หลังมือขวา, ฝ่ามือซ้าย, หลังมือซ้าย ของกระสุนปืนแต่ละยี่ห้อมีปริมาณใกล้เคียงกัน

เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือและปลอกกระสุนของกระสุนปืนขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ จะได้แผนภูมิแท่งดังภาพ



ภาพที่ 40 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือของกระสุนปืนขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ



ภาพที่ 41 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนจากปลอกกระสุนของกระสุนปืน ขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ

จากแผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือและปลอกกระสุนของกระสุนปืนขนาด 9 มม. และขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ (ภาพที่ 40 และ 41) พบว่า ทั้งเขม่าดินปืนที่เก็บจากมือและปลอกกระสุนนั้น จะมีปริมาณไนเตรทมากกว่าไนไตรท์ และ ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทของเขม่าดินปืนจากกระสุนปืนขนาด .38 พบได้ในปริมาณที่มากกว่ากระสุนปืนขนาด 9 มม.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในทางนิติวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์เขม่าดินปืนมีความสำคัญมาก เนื่องจากภายหลังการยิงปืน อนุภาคของเขม่าดินปืนจะกระจายอยู่ในอากาศ แล้วตกลงมาสะสมอยู่ที่มือและเสื้อผ้าของผู้ยิงภายหลังจากการยิงปืน ซึ่งผู้วิจัยนั้นสนใจศึกษาหาปริมาณของอนุภาคเขม่าปืนที่สะสมติดอยู่บนมือของผู้ยิงปืนและปลอกกระสุนปืน ภายในห้องปิด หลังจากการยิงด้วยอาวุธปืนพกสั้นกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Glock ขนาด 9 มม. กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ S&B THAI ARMS RAI WCC และ F.C ขนาด 9 มม. และอาวุธปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Smith&Wesson ขนาด .38 กระสุนปืนยี่ห้อดังนี้ THAI ARMS ACP WINCHESTER PMC G.F.L. และ AP ขนาด .38 ด้วยเทคนิค Ion Chromatography ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย เตรียมตัวอย่างไม่ยุ่งยาก สะดวก และทราบผลวิเคราะห์เร็ว เพื่อให้ข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์งานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

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

จากการศึกษาสารละลายมาตรฐานไนไตรท์และไนเตรทเข้มข้น 0.05 mg/ml. นำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Ion chromatography ทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง แล้วนำพื้นที่ใต้พีคมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ผลการคำนวณได้ค่า LOD = 0.0538 mg/ml. และ LOQ = 0.0809 mg/ml. สำหรับไนไตรท์ และ LOD = 1.210 mg/ml. และ LOQ = 1.638 mg/ml.สำหรับไนเตรท ซึ่งค่าที่วิเคราะห์มีค่ามากกว่า LOD และ LOQ ทำให้มีความเชื่อมั่นสูง

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์และไนเตรทของตัวอย่างที่เก็บบริเวณฝ่ามือขวา หลังมือขวา ฝ่ามือซ้าย และหลังมือซ้าย รวมถึงการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนบนมือและปลอกกระสุนของกระสุนปืนขนาด 9 มม. กับขนาด .38 แต่ละยี่ห้อ พบว่าเขม่าดินปืนที่เก็บจากมือผู้ยิงปืนจะมีปริมาณไนเตรทมากกว่าไนไตรท์ แสดงว่าส่วนประกอบของดินปืนแตกตัวเป็นไอออนของไนเตรทที่มากกว่าไอออนของไนไตรท์ และเมื่อมีการยิงปืน กรณีที่เป็นปืนพกรีวอลเวอร์ (ขนาด .38) จะมีเขม่าดินปืนออกบริเวณปากลำกล้อง ส่วนท้ายของลำกล้อง และช่องว่างระหว่างผิวหน้าของรังเพลิง ส่วนปืนพกสั้นกึ่งอัตโนมัติ (ขนาด 9

ม.ม.) จะมีเขม่าดินปืนออกบริเวณปากลำกล้อง ส่วนท้ายของลำกล้อง และบริเวณช่องคัดปลอก จากลักษณะทางกายภาพของปืนทั้งสองดังกล่าวทำให้ปริมาณของไนไตรท์ของเขม่าดินปืนจากกระสุนปืนขนาด .38 พบได้ในปริมาณที่มากกว่ากระสุนปืนขนาด 9 มม. แต่ปริมาณของไนเตรทพบได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน กระสุนปืนแต่ละยี่ห้อทั้งขนาด 9 มม. และขนาด .38 มีปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนปลอกกระสุนมากกว่าบนมือ เนื่องจากดินปืนมีการเผาไหม้และเกิดเป็นเขม่าดินภายปลอกกระสุนปืนแล้วจึงเกิดการฟุ้งกระจายออกมาติดที่มือ ดังนั้นปริมาณเขม่าจึงจะมีอยู่ปลอกกระสุนปืนมากกว่าบนมือ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

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

รายการอ้างอิง

dosem24hr. (2560). การเกิดเขม่าดินปืน Retrieved from http://www.dosem24hr.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539649730&Ntype=8

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.

forensicmag. (2560). Retrieved from https://www.forensicmag.com/article/2012/09/science-behind-gsr-separating-fact-fiction

John Wiley & Sons. modern instrumentation methods and techniques. 5.

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.

Kolla P. (1991). Trace analysis of salt based explosives by ion chromatography. Forensic Science International. (50), 217.

Ozge O. Erol. (2017). Nitrate and Nitrite Determination in Gunshot Residue Samples by Capillary Electrophoresis in Acidic Run Buffer. *Forensic Science International*(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 International*(56), 1268.

Torre C. G. Mattutino V. Vasino C. Robino. (2002). Brake linings: a source of non-GSR particles containing lead, barium, and antimony. *Forensic Sciences*(47), 494.

Umea. A Practical Guild to Ion Chromatography.

wikipedia. (2560). ไนไตรท์ Retrieved from https://th.wikipedia.org/wiki/ไนเตรท

Zuzanna Broz ek-Mucha. (2011). Variation of the chemical contents and morphology of gunshot residue in the surroundings of the shooting pistol as a potential contribution to a shooting incidence reconstruction. *Forensic Science International*(210), 31.

จิรวัชร ธนูรัตน์. (2551). คู่มือการตรวจหาดินปืน เขม่าดินปืน ตะกั่ว และทองแดง ของลูกกระสุนปืน.

เชิดพงศ์ ชูกลิ่น. (2554). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเขม่าปืนบนมือผู้ยิงปืนและระยะเวลา

ภายหลังการยิงปืนที่วิเคราะห์โดยเทคนิค *ICP-MS.* มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นพสิทธิ์ อัครนพหงส์. (2550). หลักการตรวจพิสูจน์เขม่าที่เกิดจากการยิงปืน.

นักวิจัยเผยไทยติดประเทศมีคนตายจากอาวุธปืนสูงสุดในเอเชีย. (2559). ประชาไทย. Retrieved from https://prachatai.com/journal/2016/02/64210

เบญจ์ พุฒินิล. (2555). การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าดินปืนด้วยไอออนโครมาโทกราฟี. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปิยะชัย มั่นคง. (2555). การหาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทบนมือของผู้ยิงปืนโดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พรประเสริฐ, ว. (2557). การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนที่ติดบนผ้า โดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟี. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภิญญดา อันสนั่น. (2556). การหาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนด้วยเทคนิคสเปคโตรโฟโตรเมตรี. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยุทธพงศ์ เศรษฐีสมบัติ. (2555). การหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในเขม่าปืนที่ติดบนผิวรถยนต์โดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟี. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วรเทพ พรประเสริฐ. (2557). การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในเขม่าปืนที่ติดบนผ้า โดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟี. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เศรษฐีสมบัติ, ย. (2555). การหาปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในเขม่าปืนที่ติดบนผิวรถยนต์ โดยเทคนิคไอออนโครมาโตกราฟี. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สนุก. (2560a). Rimfire Cartridge,. Retrieved from http://bulletin.accurateshooter.com/2017/10/how-to-avoid-misfires-with-22-lr-rimfire-ammunition/

สนุก. (2560b). แก๊งวัยรุ่นปืนโหดยิงถล่มสนั่นซอยประชาอุทิศ 90 ตาย 2 เจ็บ 3.

สนุก. (2560c). ปมแย่งที่ดิน น้องภรรยาชักปืนรัวยิง 6 นัด สั่งสอนพี่เขย.

สนุก. (2560d). สะเทือนใจโพสต์สุดท้าย "อบต.สาว" เพิ่งทำบุญก่อนถูกยิงตายสะเทือนใจโพสต์สุดท้าย "อบต.สาว" เพิ่งทำบุญก่อนถูกยิงตาย.

อัมพร จารุจินดา. (2542). การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กุลยา วันจันทร์
วัน เดือน ปี เกิด	4 มิถุนายน 2530
สถานที่เกิด	พะเยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	998/296 ยูทูคอนโดแอดแยกเกษตร ซอยพหลโยธิน 34 แขวงเสนานิคม เขตจัตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900