การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท ในเขม่าดินปืน โดยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี

โดย

นางสาวศมนวรรณ หัสมินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท ในเขม่าดินปืน โดยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี

โดย

นางสาวศมนวรรณ หัสมินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DETERMINATION OF NITRATE IN GUNSHOT RESIDUES BY ION CHROMATOGRAPHY TECHNIQUES

By

Samonwan Hatsamin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Program of Forensic Science

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนโดยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี” เสนอโดย นางสาวศมนวรรณ หัสมินทร์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

…….....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง
2. อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย เตโชวิศาล)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วีรชัย พุทธวงศ์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

...../...../.....

50312328 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
คำสำคัญ : เขม่าดินปืน/ไอออนโครมาโทรกราฟี

ศมนวรรณ หัสมินทร์ : การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืน โดยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :
อ.ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง และ อ.ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี. 47 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ การวิเคราะห์หาปริมาณการคงอยู่ของไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังจากการยิง โดยศึกษาจากปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ Compac ขนาด 9 mm และใช้ลูกกระสุนปืนยี่ห้อ Luger โดยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟีและสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

ผลการศึกษาหาปริมาณไนเตรทภายหลังจากการยิงปืน 2 นัด โดยเก็บตัวอย่างทันที 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงภายหลังการยิง สามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทได้จนถึง 48 ชั่วโมง เทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี สามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทในช่วง 0.99 – 2.65 mg/l ในขณะที่เทคนิคสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ สามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทในช่วง 0.16 – 1.06 mg/l ซึ่งผลการทดลองทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟีเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการตรวจวิเคราะห์การคงอยู่ของเขม่าดินปืนได้

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. ..... 2. .....

50312328 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE
KEY WORDS : GUNSHOT RESIDUES/ION CHROMATOGRAPHY
SAMONWAN HATSAMIN : DETERMINATION OF NITRATE IN GUNSHOT RESIDUES BY ION CHROMATOGRAPHY TECHNIQUES. THESIS ADVISORS : SIRIRAT CHOOSAKOONKRIANG, Ph.D. AND SUPACHAI SUPALUKNARI, Ph.D. 47 pp.

The objective of this study is to determine the amount of nitrate persisting in the gun barrel after firings. The weapon used in this work is a 9 mm Compac semiautomatic pistol. Samples were collected after two firings,immediately after firing and at 24 hours and 48 hours after firing.The analyses were performed using the techniques of Ion-chromatography and UV-VIS spectrophotometry.The amounts of nitrate found by the technique of ion chromatography were within the concentration range of 0.99 - 2.65 mg/l while those measured by the UV-VIS spectrophotometry were within the range of 0.16 – 1.06 mg/l.There is no correlation between the two sets of results.However, the technique of Ion-chromatography may be an alternative method for the examination of the persistence of gunshot residues.

Program of Forensic science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009
Student's signature .....
Thesis Advisors' signature 1. ..... 2. .....

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนโดยเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดและความรู้ต่างๆอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง และอาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ พี่ๆที่กองปราบปราม เพื่อนและทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำและประสานงานในส่วนต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญ 1

หลักการเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี..... 2

การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องส่งกระสุนปืน..... .. 4

หลักการทำงานของอาวุธปืนและเครื่องส่งกระสุนปืน..... .. 13

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13

2 การทดลอง..... 15

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 15

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..... 17

วิธีการทดลอง..... 17

3 ผลการทดลอง..... 21

การศึกษาความจำเพาะเจาะจงของวิธีวิเคราะห์..... 21

การศึกษาหากราฟมาตรฐานของไนเตรทเทคนิค Ion chromatography..... 22

การศึกษาหากราฟมาตรฐานของไนเตรทโดยเทคนิค Spectrophotometry..... 23

การศึกษาปริมาณไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังการยิง..... 24

การศึกษาปริมาณไนเตรทที่ระยะเวลาต่างๆ

โดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry 26

4 บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 29

บรรณานุกรม..... .. 31

ภาคผนวก..... 33

ประวัติผู้วิจัย..... 47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ของดินดำ	2
2	อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3	รายละเอียดสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	17
4	การเตรียมสารมาตรฐาน Nitrate ที่ความเข้มข้นต่างๆในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Ion Chromatography	19
5	การเตรียมสารมาตรฐาน Nitrate ที่ความเข้มข้นต่างๆในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer	20
6	การเตรียมสารมาตรฐาน Nitrite ที่ความเข้มข้นต่างๆในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer	20
7	ค่า retention time ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนเปรียบเทียบกับ retention time ของสารละลายมาตรฐาน	22
8	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานกับความเข้มข้นของไนเตรท	23
9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ได้จากการรีดิวซ์ไนไตร์ทกับความเข้มข้นของไนเตรท	24
10	ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยภายในลำกล้องปืนภายหลังการยิงที่ระยะเวลาต่างๆโดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry.....	25
11	ปริมาณไนเตรทภายในลำกล้องปืนภายหลังการยิงที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry.....	26

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	องค์ประกอบของเครื่องไอออนโครมาโทรกราฟี	3
2	การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของปืน(Caliber)	5
3	ส่วนประกอบของกระสุนปืน	7
4	หัวกระสุนปืนแบบต่างๆ	8
5	ปากปลอกกระสุนปืนทั้ง 3 แบบ	9
6	ท้ายปลอกกระสุนปืน 5 ประเภท	10
7	ชนวนท้ายกระสุนปืนแบบต่างๆ	11
8	อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติขนาด 9 mm ยี่ห้อ CZ 75 COMPAC	16
9	กระสุนปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ LUGER รุ่น FMJ(Full Metal Jacket)	16
10	Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืน	21
11	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานกับความเข้มข้นของไนเตรท ตั้งแต่ 1 ถึง 5 mg/l	24
12	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ได้จากการรีดิวซ์เป็นไนไตร์ทกับความเข้มข้นของไนเตรท ตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 mg/l	24
13	กราฟความสัมพันธ์ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในเขม่าดินปืนภายหลังการยิงระหว่างเทคนิค Ion chromatograpy กับ เทคนิค Spectrophotometry	27
14	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน fluoride	34
15	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน acetate	34
16	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน nitrate	35
17	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน nitrite	35
18	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน chloride	36
19	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน bromide	36
20	Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน carbonate	37
21	Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิง 2 นัด (ครั้งที่ 1)	37
22	Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิง 2 นัด (ครั้งที่ 1)	38
23	Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิง 2 นัด (ครั้งที่ 2)	38
24	Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิง 2 นัด (ครั้งที่ 2)	39

ภาพที่ หน้า

25 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิง 2 นัด (ครั้งที่ 3) 39

26 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิง 2 นัด (ครั้งที่ 3) 40

27 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)..... 40

28 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)…… 41

29 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)…… 41

30 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)…….. 42

31 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)…… 42

32 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)…… 43

33 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)…….. 43

34 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)…….. 44

35 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)…….. 44

36 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)…….. 45

37 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)…… 45

38 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)…… 46

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ในการสืบสวน สอบสวน คดีเกี่ยวกับอาวุธปืนนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงร่องรอย และพยานหลักฐานที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ ตลอดจนข้อมูลหรือความหมาย ของวัตถุพยานประเภทนี้ ในการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่างๆที่เกี่ยวกับอาวุธปืน มีได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ ตรวจพิสูจน์หาระยะยิงจากร่องรอย บาดแผล เสื้อผ้า เป็นต้น ตรวจวิถีกระสุนปืน ตรวจพิสูจน์รอยขูด ลบแก้ไข เครื่องหมายทะเบียนปืน ตรวจร่องรอยที่ปรากฏบนวัตถุที่ถูกยิงด้วยกระสุนปืน ตรวจเขม่าดินปืนที่มือผู้ต้องสงสัย และ ตรวจพิสูจน์เขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืน

การตรวจหาเขม่าดินปืนที่มือของผู้ต้องหา หรือผู้ต้องสงสัย โดยวิเคราะห์ปริมาณธาตุแบเรียม แอนติโมนี และตะกั่ว ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของชนวนท้ายส่งกระสุนปืน(primer) โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เป็นเทคนิคที่อาศัยหลักที่ว่า อะตอมแต่ละชนิดนั้นจะสามารถดูดกลืนแสง (absorb) ที่มีความยาวคลื่นเฉพาะที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อสารละลายตัวอย่างซึ่งมีธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ถูกพ่นผ่านเข้าไปในเปลวไฟที่มีความร้อนเพียงพอ ธาตุที่ต้องการวิเคราะห์จะกลายสภาพเป็นไอของอะตอมอิสระ (free atom) และเมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นสอดคล้องกับชนิดของอะตอมอิสระถูกผ่านเข้าไปในเปลวไฟ ส่วนหนึ่งของแสงจะถูกดูดกลืนโดยอะตอมอิสระนั้น โดยขนาดความยาวคลื่นของแสงจะเป็นตัวบอกให้ทราบถึงชนิดของอะตอม และปริมาณของแสงที่ถูกอะตอมอิสระดูดกลืนเข้าไป จะเป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบถึงปริมาณของธาตุที่วิเคราะห์ ซึ่งมีอยู่ในสารละลายตัวอย่างนั่นเอง ซึ่งปัจจุบัน กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจได้ใช้ในการตรวจวิเคราะห์อยู่ เมื่อตรวจที่มือของผู้ต้องหาแล้วไม่พบธาตุเหล่านี้ ก็จะเหลือแต่ของกลางที่เป็นอาวุธ ซึ่งสามารถทำการตรวจหาเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนได้

การตรวจหาคราบเขม่าที่ติดอยู่ภายในลำกล้องปืนโดยใช้เทคนิคไอออนโครมาโทร-กราฟีนั้น สามารถหาไอออนที่เป็นองค์ประกอบของเขม่าดินปืนได้ การเผาไหม้ของดินดำจะให้ควันสีขาว ซึ่งจากการวิเคราะห์ดินดำยี่ห้อหนึ่ง เมื่อเกิดการเผาไหม้จะให้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ของดินดำ

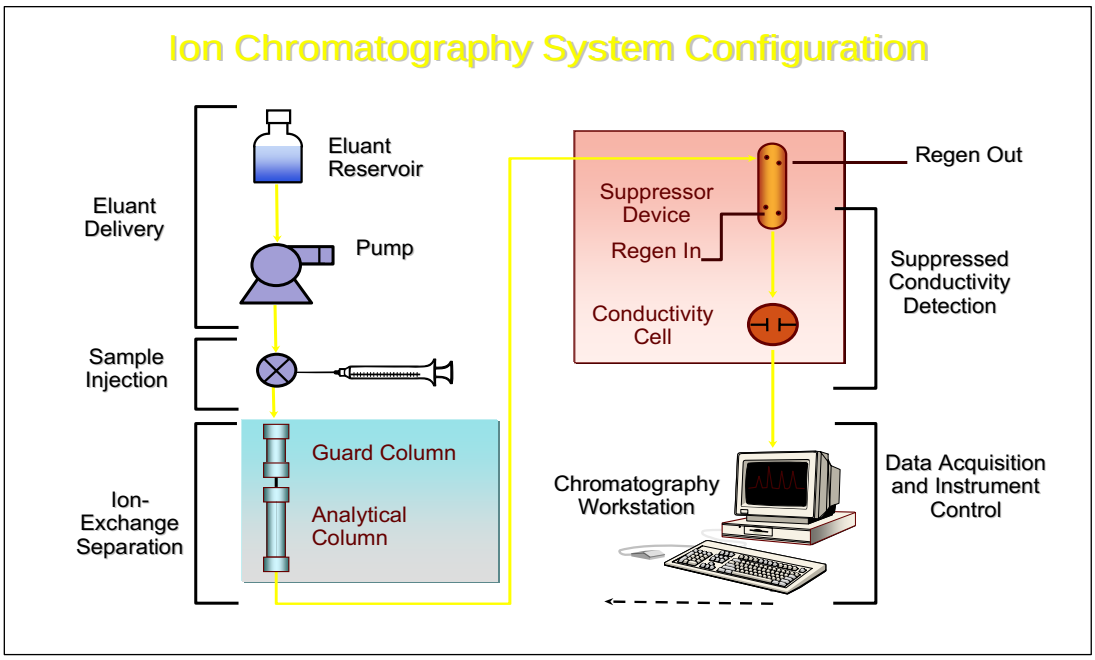
Solid Product	**Gaseous Product**
1. Potassium Carbonate	1. Carbon Dioxide
2. Potassium Sulphate	2. Carbon Monoxide
3. Potassium Sulphide	3. Nitrogen
Solid Product	**Gaseous Product**
4. Potassium Thiocyanate	4. Hydrogen Sulphide
5. Potassium Nitrate	5. Methane
6. Ammonium Carbonate	6. Hydrogen
7. Sulphur	
8. Carbon	

ที่มา : Wallace, J." Chemical aspects of firearms ammunition." AFTE J, 22 ,4(1990) : 364-389

2. หลักการเทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี (อุมาพร, 2534:156)

ไอออนโครมาโทรกราฟีเป็นเทคนิคที่ใช้แยกและวิเคราะห์สารที่มีประจุบวกและประจุลบ ซึ่งผสมกันอยู่ในตัวอย่างเดียวกัน โดยอาศัยหลักการลิควิดโครมาโทรกราฟีคือ สารที่เคลื่อนที่ (mobile phase) ซึ่งเป็นของเหลวจะพาสารที่ต้องการวิเคราะห์ไปยังคอลัมน์เพื่อทำการแยกและวัดสัญญาณออกมา ขั้นตอนในการวิเคราะห์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การแยก และการวัดสัญญาณ การแยกเกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการที่สารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ในคอลัมน์ได้แตกต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดผ่านออกจากคอลัมน์ในเวลาที่แตกต่างกัน จะรายงานเป็นค่ารีเทนชั่นไทม์(retention time) ของสารนั้น ส่วนกระบวนการแยกเกิดขึ้นจากสารที่บรรจุในคอลัมน์(stationary phase) และสารที่เคลื่อนที่(mobile phase) สารที่บรรจุในคอลัมน์จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนไอออน ตัวอย่างเช่น ใน cation exchange column หมู่ฟังก์ชั่นนัลที่นิยมใช้ได้แก่ sulphonic acid หรือ caboxylic acid ส่วนใน anion exchange column หมู่ฟังก์ชั่นนัลที่นิยมใช้ ได้แก่ quaternary amine หรือ tetranary amine ส่วนตัวชะจะเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดอินทรีย์ น้ำ และตัวทำละลายอินทรีย์ การแลกเปลี่ยนไอออนเกิดจากการแข่งขันกันระหว่างไอออนที่วิเคราะห์กับสารตัวชะ เพื่อจับกับประจุของสารที่

บรรจุในคอลัมน์ สำหรับความเร็วในการเคลื่อนที่ของไอออนจากคอลัมน์นั้น สามารถพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Distributtion coefficient) ซึ่งการปรับ pH และเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายตัวชะ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า retention time ของไอออนมาก สำหรับขั้นตอนวัดสัญญาณและการรายงานผลนั้น ไอออนแต่ละชนิดจะผ่านเข้าสู่เครื่องวัดในเวลาที่แตกต่างกัน สัญญาณที่ได้จะส่งไปยังเครื่องบันทึก ซึ่งรายงานผลเป็นความสัมพันธ์ของเวลากับสัญญาณเรียกว่าโครมาโทรแกรม โดยองค์ประกอบของเครื่องไอออนโครมาโทรกราฟี (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของเครื่องไอออนโครมาโทรกราฟี

ที่มา : Ion Chromatography [Online], Accessed 6 December 2009.Avilable from www.archemmica.co.th

ซึ่งการตรวจคราบเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนจะทำการตรวจเพื่อยืนยันว่าปืนกระบอกนี้ได้ใช้ยิงในช่วงเวลาตั้งแต่ก่อนเกิดเหตุ จนถึงเวลาตรวจนั่นเอง ดังนั้นการที่จะสามารถพิสูจน์ได้ว่า สารที่เหลือจากการเผาไหม้ของดินปืนนั้นเกิดจากการยิงผ่านมานานเพียงใด ก็จะทำให้สามารถบ่งบอกว่าปืนที่สงสัยนั้นถูกยิงในช่วงเวลาเกิดเหตุหรือก่อนหน้านั้นได้ ซึ่งก็จะมีประโยชน์อย่างมากต่อการสืบสวน หรือสอบสวน ของเจ้าพนักงานต่อไป

3. การตรวจพิสูจน์อาวุธปืน และเครื่องส่งกระสุนปืน

3.1 อาวุธปืนแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน คือ

3.1.1 ปืนพก (Pistol) หมายถึง ปืนที่สามารถยิงได้ โดยการใช้มือเพียงข้างเดียวถือเล็ง และส่วนใหญ่มักมีขนาดความยาวของลำกล้องไม่เกิน 16 เซนติเมตร เว้นแต่ปืนที่ออกแบบไว้เป็นพิเศษ อาจมีลำกล้องยาวได้ถึง 12 นิ้วหรือมากกว่านั้น แล้วแต่จุดประสงค์การผลิต

ปืนพกแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะการทำงานของกลไก คือ

3.1.1.1 ปืนพกลูกโม่(Revolver) เป็นปืนพกที่มีลูกโม่ซึ่งบรรจุกระสุนปืนได้ตั้งแต่ 5-9 นัด ยี่ห้อที่รู้จักกันดีและมีการใช้กันแพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน คือ Smith & Wesson, Colt, Llama, Astra เป็นต้น

3.1.1.2 ปืนพกแบบออโตเมติก (Automatic) เป็นปืนพกที่มีซองกระสุนหรือ magazine ซึ่งบรรจุกระสุนได้ตั้งแต่ 7-14 นัด โดยพลังงานจากการยิงกระสุนปืนนัดแรก จะส่งต่อไปยังนัดถัดไป จึงสามารถยิงได้รวดเร็วกว่าปืนลูกโม่ ยี่ห้อที่นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันได้แก่ Colt (U.S.ARMY) , Browning, Walther, Smith & Wesson, HK., Baretta เป็นต้น

3.1.1.3 ปืนพกลูกซอง (โคลท์ตราควาย) และปืนบรรจุนัดเดียวที่ผลิตในประเทศไทย (ปืนไทยประดิษฐ์) เป็นปืนพกสั้นที่ใช้กระสุนปืนลูกซอง หรือกระสุนปืนขนาดมาตรฐานอื่นๆ บรรจุโดยตรงเข้าสู่รังเพลิงครั้งละ 1 นัด (เดี่ยวบรรจุเดี่ยว) ส่วนใหญ่เป็นปืนที่มิได้รับอนุญาตให้มีและใช้ (ไม่มีใบ ป.) โดยถูกต้องตามกฎหมาย จึงมักไม่ปรากฏเลขหมายประจำปืนและเครื่องหมายเลขทะเบียน ทั้งลำกล้องปืนก็ไม่มีเกลียว จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการตรวจพิสูจน์พอสมควร และปืนชนิดนี้เป็นปืนที่แพร่หลายอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศไทย เนื่องจากมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย

3.1.1.4 ปืนชนิดพิเศษอื่น ๆ เช่น ปืนปากกา ปืนลม ปืนไฟแช็ค ปืนแก๊ปบรรจุปาก และปืนสั้นอื่น ๆที่ไม่อาจจัดเข้า 3 ประเภทได้

3.1.2 ปืนยาว (Rifle) ได้แก่ ปืนที่มีลำกล้องยาวกว่า 40 เซนติเมตร และเวลายิงต้องใช้มือทั้งสองข้างยกขึ้นเล็งจึงถนัดและแม่นยำแบ่งออกได้หลายประเภทตามลักษณะของการใช้งาน และแบบของกระสุนปืนที่ใช้มีทั้งแบบกลไกธรรมดาและกลไกการทำงานกึ่งอัตโนมัติ เช่น ปืนยางลูกกรด ปืนยาวลูกซอง ปืนยาวไรเฟิล ปืนยางอัดลม ปืนยาวบรรจุปาก (Muzzle Loading Gun) เป็นต้น

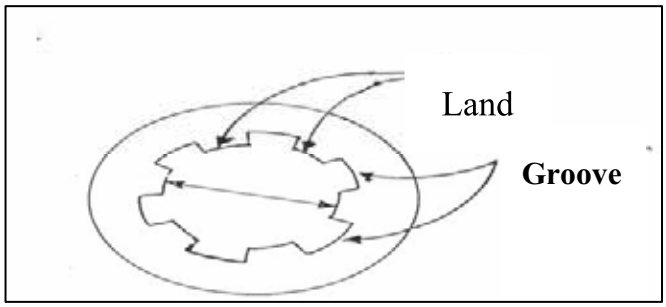
3.1.3 ปืนสำหรับใช้เฉพาะราชการสงคราม หรือปืนนายทะเบียนอนุญาตไม่ได้

3.2 ลำกล้องปืน

ลำกล้องปืนเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของอาวุธปืน เพราะมีหน้าที่เป็นท่อส่งกระสุนปืนให้ตรงเข้าสู่เป้าหมาย ลำกล้องปืนอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1 ลำกล้องปืนแบบมีเกลียว ในลำกล้องเป็นลำกล้องปืนมาตรฐานทั่วไป เกลียวลำกล้องปืนมีลักษณะเป็นสันสลับกับลำกล้องตื้น ๆ ยาวเป็นแนวไปตามลำกล้องด้านใน โดยจะค่อย ๆ เวียนเป็นเกลียวเล็กน้อยเริ่มตั้งแต่รังเพลิงยาวตลอดถึงปลายลำกล้องอาจจะวนได้ตั้งแต่ครึ่งรอบ รอบหรือหลายรอบแล้วแต่ชนิดและความยาวของลำกล้องปืน ร่องเกลียว สันเกลียว (ซึ่งมีจำนวนรอบเท่ากัน) เหล่านี้ จะทำให้เกิดการหมุนของลูกกระสุนปืนในขณะที่ยิง เพื่อเพิ่มการทรงตัว ทำให้สามารถวิ่งเข้าสู่เป้าหมายได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ยังเป็นส่วนที่ทำให้เกิดร่องรอยตำหนิบริเวณรอบ ๆ ลูกกระสุนปืน ในขณะที่ถูกยิงผ่านลำกล้องออกไป

ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของลำกล้องปืน (Caliber) ของปืนประเภทนี้ จะมีหน่วยวัดเป็นนิ้ว หรือมิลลิเมตร โดยวัดจากยอดสันเกลียวด้านหนึ่งไปยังยอดสันเกลียวด้านตรงข้าม



ภาพที่ 2 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของปืน(Caliber)

ที่มา : วัฒนา หาญพานิช, “ชีทประกอบคำบรรยาย,” การตรวจพิสูจน์อาวุธปืน และเครื่องกระสุนปืน กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจ, 2520. (อัดสำเนา)

3.2.2 ลำกล้องแบบไม่มีเกลียวหรือลำกล้องปืนลูกซอง เป็นลำกล้องที่มีลักษณะเป็นท่อเรียบ ๆ ไม่มีร่องเกลียวสันเกลียว เหมาะสมที่จะใช้ลูกกระสุนแบบลูกปราย (Pellet) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดตะกั่วกลม ๆ จำนวนมาก

เนื่องจากลูกกระสุนของปืนลูกซองมีลักษณะพิเศษกว่าลูกกระสุนแบบอื่น ๆ นี้เอง ลำกล้องปืนลูกซอง จึงได้ถูกออกแบบมาหลายลักษณะ เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น ถ้าต้องการให้กลุ่มกระสุนที่ถูกยิงออกไปมีลักษณะแผ่บานมากเพื่อให้กระทบเป้าเป็นบริเวณกว้าง ๆ อยู่ที่การออกแบบลำกล้องปืนให้มีลักษณะรีดลำกล้องให้เรียวเล็กลง มากน้อย

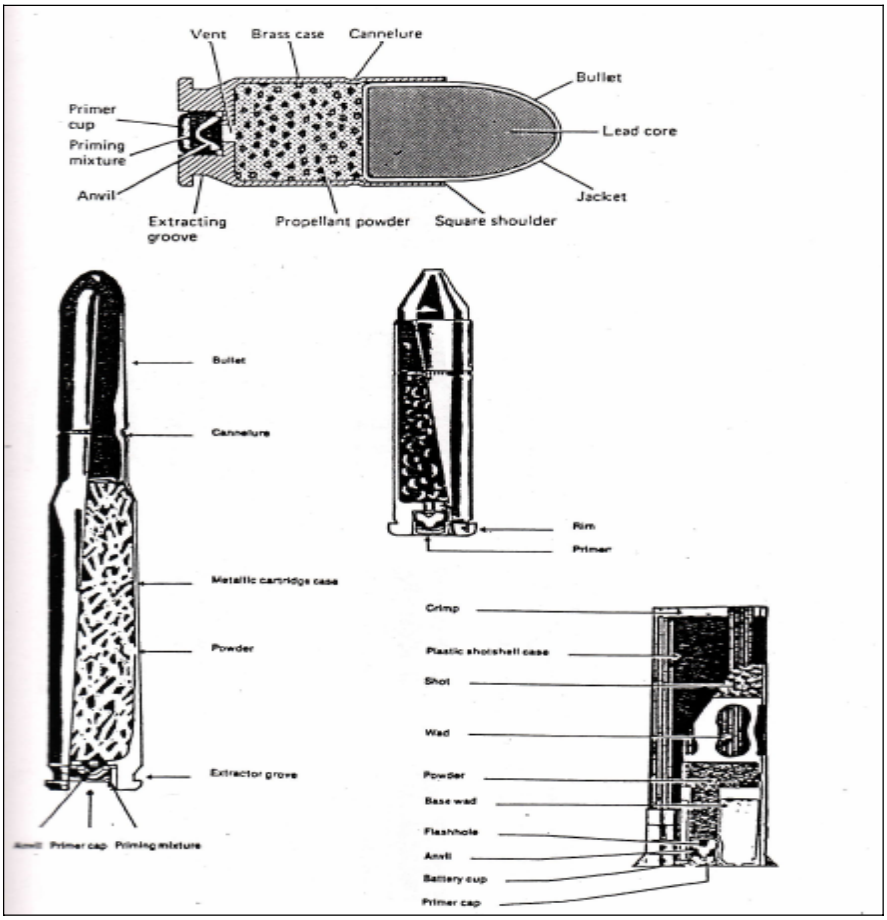
ตามส่วน เราเรียกลักษณะการรีดลำกล้องนี้ว่า choke ซึ่งที่มีผลิตจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันจะมีให้เลือกหลายแบบ เช่น

3.2.2.1 True cylinder choke เป็นลำกล้องที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกอย่างแท้จริง คือเป็นท่อยาวออกไปเหมือนท่อน้ำ โดยไม่มีการรีดปลายลำกล้องให้เรียวเล็กลงแต่อย่างใด ขนาดรูที่ปลายลำกล้องจะเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของรังเพลิงพอดี กลุ่มกระสุนที่ถูกยิงออกจากลำกล้องชนิดนี้ เหมาะสำหรับใส่ลูกปรายละเอียดและใช้ยิงเป้าที่มีลักษณะเป็นกลุ่ม หรือเป็นฝูงที่อยู่ระยะใกล้

3.2.2.2 Half cylinder choke เป็นแบบที่มีการรีดปลายลำกล้องให้เล็กกว่ารังเพลิงเล็กน้อย ลำกล้องชนิดนี้จะส่งกลุ่มกระสุนไปได้ไกลกว่าแบบแรกแต่กระจายน้อยกว่า

3.2.2.3 Full choke เป็นแบบที่มีการรีดปลายลำกล้องมากที่สุด ลำกล้องชนิดนี้จะส่งกลุ่มกระสุนไปได้ไกลที่สุด โดยกระสุนยังคงเกาะกลุ่มกันไปได้นานที่สุดจึงค่อย ๆ เบนออกทีละน้อย ปืนลูกซองที่จำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Full choke เพราะเป็นลำกล้องชนิดให้แรงปะทะ ได้สูงกว่าเมื่อใช้ปืนชนิดเดียวกัน เหมาะสำหรับใช้ยิงสัตว์ใหญ่และสัตว์เล็กเป็นฝูงในระยะไกล

นอกจากนี้ยังมี choke แบบอื่น ๆ อีก แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้กันเช่น ¾ choke, ¼ choke เป็นต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในลำกล้องปืนลูกซอง มีหน่วยวัดเป็น Gauge โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของรังเพลิง (ซึ่งจะใช้หน่วยบอกขนาดของกระสุนปืน เพราะจะต้องมีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้ใช้กันได้พอดี)โดยทั่วๆ ไปแล้วนั้น กระสุนปืนจะประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของกระสุนปืน

ที่มา : พลตำรวจตรีอัมพร จารุจินดา, “การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน,” เอกสารความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืนและกระสุนปืนสำหรับผู้เข้าอบรม กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักวิทยาการตำรวจ, 2542. (อัดสำเนา)

3.3 กระสุนปืน

3.3.1 หัวกระสุนปืน (Bullet) คือ ส่วนของกระสุนปืนที่จะวิ่งออกจากปากลำกล้องปืนไปยังเป้าหมายเมื่อมีการยิง ปัจจุบันกระสุนปืนมีหัวกระสุนปืนอยู่ 2 แบบ คือ หัวกระสุนปืนทำด้วยตะกั่วและหัวกระสุนปืนที่ทำด้วยโลหะแข็งหุ้มทับหัวตะกั่ว

หัวกระสุนปืนที่ทำด้วยตะกั่วนั้น นิยมใช้กับปืนชนิดรีวอลเวอร์ และปืนที่ใช้กระสุนปืนขนาดเล็ก เช่น .22 ลูกกรด ส่วนหัวกระสุนปืนที่ทำด้วยโลหะแข็งหุ้มทับหัวตะกั่วนั้น ใช้กับปืนชนิดออโตเมติกและในปืนยาวความเร็วสูง ตะกั่วที่ใช้ทำหัวกระสุนปืนนั้น จะมีส่วนผสมของดีบุกและแอนติโมนี อยู่ด้วยเพื่อให้เกิดความแข็งแรง นอกจากนั้นยังเคลือบด้วยจารบี หรือ

น้ำมันหล่อลื่นเพื่อไม่ให้ทิ้งคราบตะกั่วไว้ในลำกล้องปืน หัวกระสุนที่ทำด้วยตะกั่วมักจะมีรอยคอดลักษณะเหมือนร่องแหวนคาดอยู่หนึ่งวงหรือมากกว่านั้น เป็นตำแหน่งเม้มของปลอกกระสุนปืน และอีกรอยหนึ่งก็มีไว้สำหรับบรรจุน้ำมันหล่อลื่น

หัวกระสุนตะกั่วบางชนิด ก็เคลือบทองแดงไว้อย่างเบาบางเพื่อให้เกิดการลื่นตัวระหว่างรีดไปตามเกลียวลำกล้องปืนเท่า ๆ กัน ทำให้หัวกระสุนปืนแข็งขึ้น ทองแดงที่เคลือบจะมีความหนาไม่เกิน 0.0002 นิ้ว

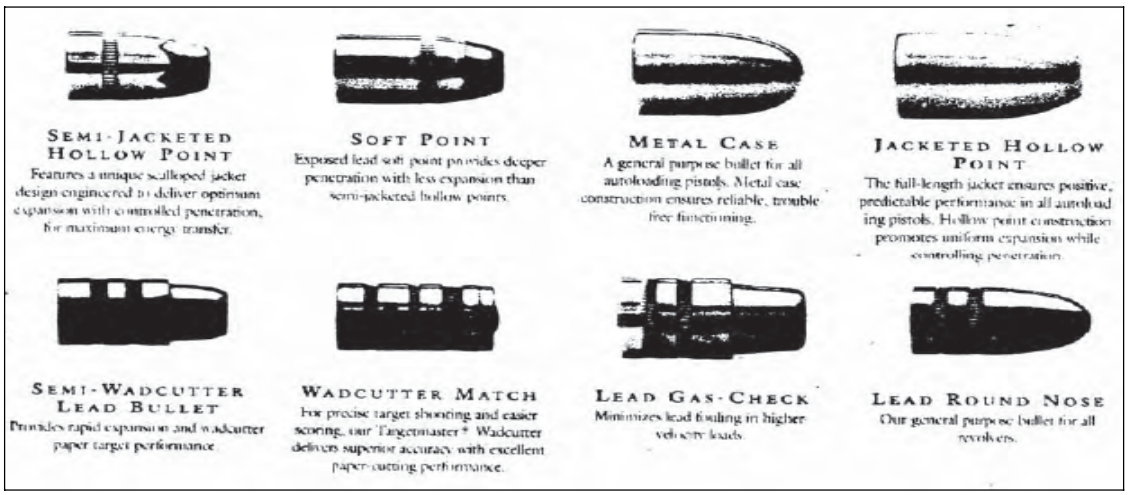
หัวกระสุนปืนมีด้วยกัน 4 ลักษณะ คือ

3.3.1.1 ชนิดกลมมน (Round Nose) หัวกระสุนแบบนี้ใช้ทั่ว ๆ ไป

3.3.1.2 ชนิดหัวตัด (Wadcutter) หัวกระสุนแบบนี้ใช้ในการยิงเป้าเจาะกระดาษให้เห็นชัดเจน

3.3.1.3 ชนิดกึ่งหัวตัด (Semi – Wadcutter) หัวกระสุนปืนแบบนี้ใช้ยิงเพื่อให้เกิดบาดแผลที่กว้างและฉกรรจ์มากขึ้น

3.3.1.4 ชนิดหัวเจาะรู (Hollow Point) หัวกระสุนปืนแบบนี้ใช้ยิงเพื่อให้หัวกระสุนแผ่ขยายหน้าตัดกว้างขึ้นไปอีกเมื่อกระทบเป้าหมาย



ภาพที่ 4 หัวกระสุนปืนแบบต่างๆ

ที่มา : พลตำรวจตรีอัมพร จารุจินดา,“การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน,”เอกสารความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืนและกระสุนปืนสำหรับผู้เข้าอบรม กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักวิทยาการตำรวจ, 2542. (อัดสำเนา)

3.3.2 ปลอกกระสุนปืน (Cartridge case)

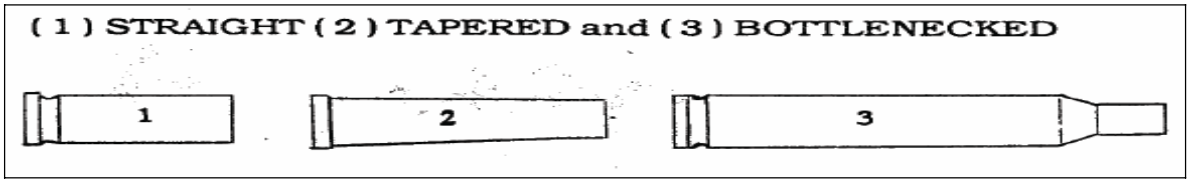
คือส่วนที่บรรจุดินปืนไว้ภายใน ส่วนล่างถูกปิดด้วยจานท้ายปลอกกระสุนปืน และส่วนบนถูกปิดด้วยลูกกระสุนปืน หน้าที่ของปลอกกระสุนปืน เมื่อกระสุนปืนถูกจุดชนวนระเบิดมันจะขยายตัวและอัดผลึกแน่นรอบด้านกับผนังของลำกล้องปืนเพื่อป้องกันไม่ให้แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของดินปืนรั่วออกมาจากลำกล้องปืนทางส่วนหลัง หรือส่วนอื่น ๆ แต่จะพุ่งไปข้างหน้าอย่างเดียว

ปากปลอกกระสุนปืน มีลักษณะที่เห็นแตกต่างกันอยู่ทั่ว ๆ ไป 3 ลักษณะ คือ

3.3.2.1 ทรงปลอกตรงเสมอกัน

3.3.2.2 มีการบีบปลายแบบคอขวด

3.3.2.3 โคนจะใหญ่และจะเรียวไปสู่ปลาย



ภาพที่ 5 ปากปลอกกระสุนปืนทั้ง 3 แบบ

ที่มา : พลตำรวจตรีอัมพร จารุจินดา,“การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน,”เอกสารความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืนและกระสุนปืนสำหรับผู้เข้าอบรม กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักวิทยาการตำรวจ, 2542. (อัดสำเนา)

ลักษณะของท้ายปลอกกระสุนปืนแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

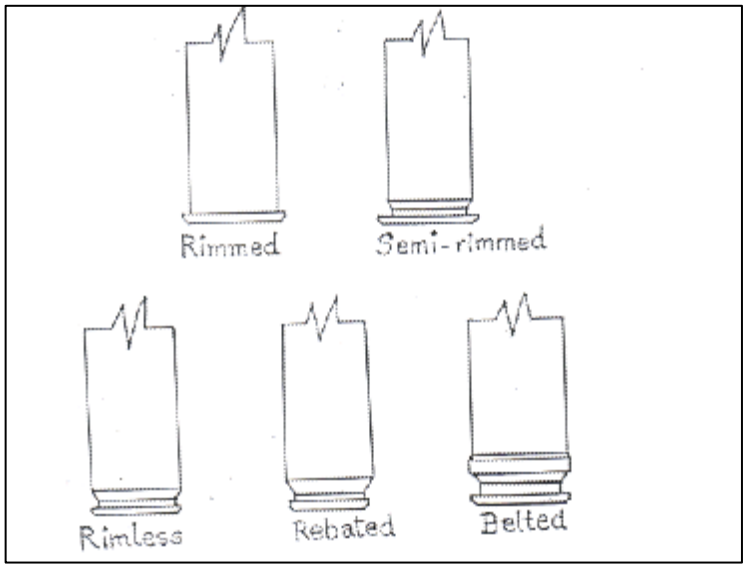
1. ท้ายแบบมีขอบ (Rimmed) หมายถึง แผ่นจานท้ายของกระสุนปืนแผ่เป็นแบบขอบพ้นออกมาจากตัวปลอกกระสุนปืนเป็นรูปวงกลม เพื่อให้ขอบดังกล่าวเป็นที่เกาะเกี่ยวของขอรั้งปลอกกระสุนปืน

2. ท้ายแบบกึ่งมีขอบ (Semi-rimmed) หมายถึง จะมีขอบที่แคบลงมากกว่าแบบแรกเล็กน้อย แต่ก็แผ่ออกไปมีเส้นผ่าศูนย์กลางกว้างกว่าตัวปลอกกระสุนปืนเล็กน้อยและมีร่องคอดเว้าเข้าไปตรงส่วนหน้าของขอบนั้นตรงโคนของปลอกกระสุนปืน

3. ท้ายแบบไม่มีขอบ (Rimless) หมายถึง จะมีร่องเว้าเอาไว้ให้เป็นที่จับของขอรั้งปลอกกระสุนปืน โดยฐานส่วนล่างสุดไม่ได้โผล่ยื่นออกมา มีขนาดเสมอกับปลอกกระสุนปืน

4. ท้ายแบบที่เล็กกว่าโคนปลอกกระสุนปืน (Rebated) หมายถึง แผ่นจานท้ายกระสุนปืนจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของปลอกกระสุนปืน

5. ท้ายแบบโคนปลอกกระสุนปืนคาดเข็มขัด (Belted) หมายถึง แบบนี้ตรงโคนปลอกกระสุนปืนเหนือแผ่นจานท้ายขึ้นมาจะมีแถบโลหะคาดรัดไว้เหมือนเข็มขัด จะใช้กับปลอกกระสุนปืนแรงสูงมากๆ ประเภทกระสุนปืนแมกนั่ม



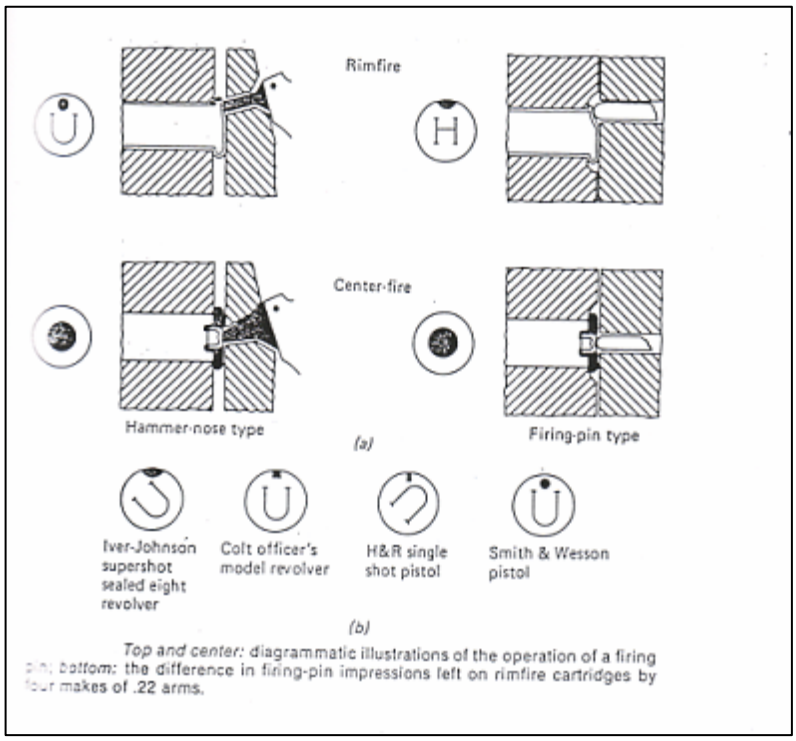
ภาพที่ 6 ท้ายปลอกกระสุนปืน 5 ประเภท
ที่มา : วัฒนา หาญพานิช, “ชีทประกอบคำบรรยาย,” การตรวจพิสูจน์อาวุธปืน และเครื่องกระสุนปืน กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจ, 2520. (อัดสำเนา)

3.3.3 ชนวนท้ายกระสุนปืนหรือแก๊ป (Primer or Cap)

กระสุนปืนแบ่งตามลักษณะชนวนท้ายกระสุนได้เป็น 2 ประเภท ใหญ่ คือ

3.3.3.1 แบบที่ชนวนอยู่ตรงกลางจานท้ายกระสุนปืน (Center fire primer) แบบนี้ใช้กันมากในกระสุนปืนส่วนใหญ่

3.3.3.2 แบบที่ชนวนอยู่ตรงรอบ ๆ ริมขอบจานท้ายกระสุนปืน (Rim fire primer) ปัจจุบันกระสุนปืนที่ยังใช้ชนวนริมอยู่ก็คือกระสุนปืนลูกกรดแบบต่าง ๆ เช่น .22 Short, .22 Long Rifle, .22 Magnum เป็นต้น



ภาพที่ 7 ชนวนท้ายกระสุนปืนแบบต่างๆ

ที่มา : วัฒนา หาญพานิช, “ชีทประกอบคำบรรยาย,” การตรวจพิสูจน์อาวุธปืน และเครื่องกระสุนปืน กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจ, 2520. (อัดสำเนา)

3.4 ดินปืน

ดินส่งกระสุนปืนหรือดินปืน(Gun powder) เป็นของแข็งซึ่งเมื่อเกิดการลุกไหม้จะให้แก๊สปริมาณมากในช่วงเวลาอันสั้น การลุกไหม้เกิดจากประกายไฟ หรือเปลวไฟที่ได้มาจากการระเบิดของแก๊ปหรือโดยวิธีอื่นก็ได้ ความรวดเร็วในการเผาไหม้ของดินปืนเป็นสิ่งสำคัญ หากเกิดการเผาไหม้เร็วเกินไป แก๊สที่เกิดขึ้นก็จะเกิดอย่างรวดเร็วมาก มีความดันสูงเกินกว่าที่ลูกกระสุนปืนจะวิ่งออกจากลำกล้องปืนได้ทัน ลำกล้องปืนจะระเบิด ตรงกันข้ามถ้าการเผาไหม้ช้าเกินไป แก๊สเกิดแรงขับดันลูกกระสุนปืนก็จะน้อยด้วย ทำให้วิถีกระสุนไม่ดี บางทีลูกกระสุนอาจตกแค่ปากกระบอกปืนก็ได้ ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิด ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป คือ

3.4.1 ดินดำ (Black Powder) ดินดำประกอบด้วย ดินประสิว (Potassium Nitrate / Salt Peter) ถ่านไม้ (Charcoal) และกำมะถัน (Sulphur) ซึ่งแต่เริ่มแรกนั้นอัตราส่วนผสมของสาร 3 อย่างนี้มีด้วยกันหลายแบบ แต่อัตราส่วนผสมของสาร 3 อย่างนี้ด้วยกันหลายแบบ แต่อัตราส่วนโดย

น้ำหนักที่ทำให้แรงระเบิดสูงสุด คือ ดินประสิว 75%, ถ่านไม้ 15%, กำมะถัน 10% ซึ่งถือเป็นอัตราส่วนมาตรฐานของดินดำในปัจจุบัน ดินดำที่ใช้กันในตอนแรกเป็นผงละเอียด ซึ่งควบคุมอัตราการเผาไหม้ไม่ได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1860 พันตรี T.J. Rodman แห่งสรรพาวุธ กองทัพบกสหรัฐ ได้พบว่าถ้าอัดดินดำให้เป็นเม็ด ก็จะสามารถควบคุมอัตราการเผาไหม้ได้ โดยถ้าเป็นเม็ดเล็กก็จะเผาไหม้ได้เร็วกว่าเม็ดใหญ่ ดังนั้นภายหลังจากที่ได้ค้นพบ ดินดำจึงผลิตออกมาเป็นเม็ด หลายขนาดด้วยกัน ดินดำยังคงมีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ ดินดำมีความไวต่อประกายไฟ และมีจุดติดไฟที่ 500 ° F ดินดำที่บริษัทผู้ผลิตมาตรฐานผลิตขายในปัจจุบันสำหรับใช้กับปืนเล็ก และปืนใหญ่ขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นเม็ด 4 ขนาดด้วยกันคือ Fg, FFg, FFFg และ FFFFg โดยที่ขนาด 4-F จะเป็นดินดำชนิดที่มีขนาดละเอียดที่สุด ดินดำแบบนี้เมื่อยังไม่ได้ใช้ยิงจะมองเห็นเป็นมันวาว คล้ายกับผงถ่านหินแต่ถ้าใช้ยิงจะมีควันเป็นจำนวนมาก จะมีกลิ่นกำมะถัน และจะมีผงละเอียดเหลือจากการเผาไหม้ติดอยู่ภายในลำกล้องปืน ซึ่งผงละเอียดดังกล่าวคือ Potassium Carbonate, Potassium Sulfate และ Potassium Sulfide

3.4.2 ดินดำแบบใหม่ (Pyrodex) ดินปืนแบบนี้มีส่วนผสมหลักเหมือนกับดินดำ คือ มีดินประสิว ถ่านไม้ และกำมะถัน แต่มีอัตราส่วนแตกต่างกับดินดำ นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมอื่นเข้ามาอีก คือ Potassium Perchlorate ($KClO_4$), Sodium Benzoate Dicyandianide (1-Cyanoguanidine) และยังมี Dextrine, Wax และ Graphite จำนวนเล็กน้อยผสมอยู่ด้วยกัน

Pyrodex ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับอาวุธปืนมีลักษณะเป็นเม็ด 3 ขนาด คือ

3.4.2.1 CTG สำหรับกระสุนปืนขนาดใหญ่

3.4.2.2 RS สำหรับปืนไรเฟิลประจุปาก และปืนลูกซอง

3.4.2.3 P สำหรับปืนพกประจุปาก (ปืนแก๊ป)

Pyrodex ที่ยังไม่ได้ใช้ยิง จะเห็นว่ามีความแตกต่างจากดินดำชัดเจน เพราะเป็นเม็ดสีเทา และมีบางส่วนโปร่งแสงและมีคุณสมบัติติดไฟยากกว่าดินดำ

3.4.3 Smokeless Powder (ดินควันน้อย) ดินควันน้อยในปัจจุบันนี้ทำจากการนำเอา Cotton หรือ Cellulose Fiber อย่างอื่น ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับกรด Nitric และ กรด Sulfuric อย่างเข้มข้น ได้สารประกอบที่มีชื่อว่า Nitrocellulose หรือ Cellulose Nitrate ดินควันน้อยที่ทำจากสารประกอบ Nitrocellulose เพียงอย่างเดียวเรียกว่า Single base แต่ถ้าต้องการแบบที่มีแรงระเบิดสูงขึ้นก็ใช้ Nitroglycerine ผสมเข้ากับ Nitrocellulose ในอัตราส่วนต่าง ๆ แล้วแต่ว่าต้องการความเร็วในการเผาไหม้มากน้อยเพียงใดแบบนี้มีชื่อว่า Double base

4. หลักการทำงานของอาวุธปืน และเครื่องกระสุนปืน(พันตำรวจเอก (พิเศษ) ประชุม สถาปิตานนท์ :2522)

เมื่อเหนี่ยวไกทำให้เข็มแทงชนวนกระแทกที่ชนวนท้ายกระสุนปืน ชนวนท้ายกระสุนปืนจะระเบิดทำให้ดินส่งกระสุนปืนเกิดการลุกไหม้ เกิดแก๊สขึ้นจะขยายตัวและดันออกทุกทิศทาง เมื่อไม่สามารถระเบิดออกด้านบน ล่าง ซ้าย และขวาของลำกล้องปืนได้แรงระเบิดทั้งหมดจะผลักไปด้านหน้าทำให้ลูกกระสุนปืนหลุดออกจากปลอกกระสุนปืนหมุนผ่านไปตามเกลียวลำกล้องปืนออกไป ในขณะที่ชนวนท้ายกระสุนปืน และดินปืน ระเบิดนั้น แรงระเบิดจะขับดันให้สารต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของกระสุนปืน ออกไปทุกทิศทางโดยสำหรับปืนพกแบบรีวอลเวอร์จะออกทางปากกระบอกปืน และที่ช่องลูกโม่ ส่วนปืนพกแบบออโตเมติก จะออกทางปากกระบอกปืน และที่ ejection port ซึ่งบางส่วนยังคงค้างในลำกล้อง และปลิวไปเกาะติด หรือฝังตามเสื้อผ้าของผู้ยิง หรือของผู้ถูกยิงในกรณีที่ยิงในระยะประชิดตัว

เมื่อลูกกระสุนปืนพ้นจากปากลำกล้องปืนมันจะเริ่มหมุนตามเกลียวลำกล้องที่ได้รีดผ่านโดยจะหมุนซ้าย หรือหมุนขวาก็แล้วแต่เกลียวภายในลำกล้องปืน สำหรับจุดประสงค์ของการหมุนของลูกกระสุนปืนเพื่อให้ลดแรงต้านทานของอากาศทำให้ลูกกระปืนเข้าสู่เป้าหมายได้ตามต้องการ เพราะหากลูกกระสุนปืนไม่หมุนแล้ว อากาศจะต้านทานไว้ทำให้ลูกกระสุนปืนเสียทิศทางในการยิง และจะหมุนแบบเคว้งคว้าง ดังนั้นในการหมุนของลูกกระสุนปืนก็เท่ากับบังคับทิศทางให้ลูกกระสุนปืนพุ่งไปในแนวทางที่ต้องการ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 1928 Goroncy นักเคมีชาวเยอรมัน ได้ทำการตรวจหาสารประกอบ Nitrite จากคราบเขม่าดินควันน้อย (Residue of smokeless powder) จากเสื้อผ้าของผู้ที่ถูกยิง โดยนำชิ้นส่วนของผ้ามาแช่ในน้ำยาซึ่งมีส่วนประกอบของ Alpha-naphthylamine และ Sulfanilic acid ในสารละลายกรด acetic เมื่อสารละลายเกิดสีแดงขึ้น แสดงว่ามีสารประกอบ Nitrite ติดอยู่ที่เสื้อผ้าของผู้นั้น และความเข้มของสีสามารถบ่งชี้ถึงระยะห่างจากผู้ยิงถึงผู้ที่ถูกยิงได้แต่สีที่ได้นั้นจะสลายตัวไปไม่คงอยู่ถาวร

ปี ค.ศ. 1932 โดยได้ทำการตรวจคราบเขม่าที่เกิดจากการยิงปืนที่มือ ด้วยวิธีที่เรียกว่า Dermal Nitrate Test หรือ Paraffin Test ซึ่งเป็นการทดสอบทางเคมี โดยดูการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของสารประกอบจำพวกไนเตรทที่มาจากเขม่าดินปืน ซึ่งเขม่าดินปืนนี้ เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของดินส่งกระสุนปืน (ดินปืน) โดยใช้สารละลาย Diphenylamine ในกรดซัลฟิวริก

เข้มข้น หากมีสารประกอบจำพวกไนเตรทอยู่ สารละลาย Diphenylamine จะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีน้ำเงินของ Diphenyl Benzidine

ในปี ค.ศ. 1937 Joseph Walker ได้ปรับปรุงวิธี Goroncy คิดค้นขึ้นโดยใช้สารเคมีคล้ายคลึงกัน โดยมี “C” (α – naphtylamine-4,8 – disulfonic acid) หรือกรด “H” (alpha – naphthalamine และ Sulfanilic acid) โดยวิธีของ Walker ใช้กระดาษอัดรูปซึ่งผิวของกระดาษดังกล่าวจะมีสาร Silver Bromide และเคลือบด้วยสาร Gelatin อยู่นำกระดาษอัดรูปที่ยังไม่ถูกแสงมาจุ่มในน้ำยา hypo (Sodium thio sulfate) ในห้องมืดจะทำให้ Silver Bromide ถูกล้างออกไป เหลือแต่สาร Gelatin จากนั้นนำไปจุ่มในกรด “C” และกรด “H” ตามลำดับ แล้วทิ้งไว้ให้หมาดๆ จากนั้นนำผ้าที่จะตรวจพิสูจน์มาวางลงบนกระดาษโดยเอาด้านที่สงสัยว่าจะมีเขม่า (ด้านที่ถูกยิง) คว่ำลงเพื่อให้ทาบกับผิว Gelatin ของกระดาษ จากนั้นนำผ้าบางๆ ชุบ Glacial acetic acid ปิดทับลงไปแล้วเอาผ้าแห้งทับอีก 1 ผืน เพื่อให้ชื้นมาก โดยวิธีนี้เรียกว่า “Sandwich” ต่อมาใช้เตารีดรีดจนผ้าทุกชิ้นแห้งหมด แล้วแยกกระดาษอัดรูปออกจากผ้า จะพบจุดสีแดง หรือสีน้ำตาลแกมส้มรอบๆรูกระสุน แล้วจึงนำมาหาระยะยิง ซึ่งวิธีนี้สีที่ได้ จะไม่จางหายไปตามระยะเวลา

ในปี ค.ศ. 2008 Hong-Bo Meng และคณะ ได้ทำการศึกษาหา inorganic anions และ cation โดยใช้เทคนิค ion chromatography โดยใช้ 3.5 mM phthalic acid กับ2% accetonitrile เป็น eluent สามารถตรวจพบ anions 5 ตัว คือ sulfate, nitrate, chloride, nitrite, and chlorate และ cations 3 ตัว คือ sodium, ammonium, and potassium นอกจากนี้ค่า LOD ของ anions ที่วัดได้อยู่ในช่วง 50 – 100 μg/l และ LOD ของ Cations อยู่ในช่วง 150 – 320 μg/l ค่า r^2 เท่ากับ 0.9941 – 0.9996

ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาหาปริมาณ Nitrate เนื่องจากดินปืนที่ใช้ในปัจจุบันส่วนมากเป็นดินควันน้อย (Smokeless powder) แบบ double base ซึ่งมีส่วนผสมของไนโตรเซลลูโลสและไนโตรกลีเซอรีน จึงทำการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณ Nitrate ภายในลำกล้องปืนภายหลังการยิง

บทที่ 2

การทดลอง

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาหาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนภายหลังการยิง ได้ทำการทดลองยิงปืนพกกึ่งอัตโนมัติขนาด 9 mm จำนวน 2 นัด ที่สนามยิงปืนวังกานนน์ และทำการเก็บตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Ion chromatography และ เทคนิค Spectrophotometry รายละเอียดการทดลอง ดังนี้

1.อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืน โดยใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และเครื่องมือ	ยี่ห้อ/รุ่น
เครื่อง Ion Chromatography (IC)	DIONEX รุ่น ICS1000
เครื่อง Spectrophotometer	Agilent รุ่น G11039
Column IonPac AS18, 4 mm ´ 250 mm	DIONEX
Guard Column AG18, 4 mm ´ 50 mm	DIONEX
เครื่อง Sonicate	CAVITATOR
Auto pipette ขนาด 200 ml และ 1 ml	BIORAD
สำลีพันก้าน	Evergreen
หลอดพลาสติกขนาด	3 ml และ 5 ml
อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติขนาด 9 mm ได้รับความอนุเคราะห์จากกองปราบปราม(ดังแสดงในภาพ 8)	CZ 75 COMPAC
กระสุนปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ LUGER(ดังแสดงในภาพ 9)	FMJ(Full Metal Jacket)

อาวุธปืนที่ใช้ในการทดลองดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 อาวุธปืนพกกึ่งอัตโนมัติขนาด 9 mm ยี่ห้อ CZ 75 COMPAC

ลูกกระสุนยี่ห้อ LUGER ที่ใช้ในการทดลองดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 กระสุนปืนกึ่งอัตโนมัติยี่ห้อ LUGER รุ่น FMJ (Full Metal Jacket)

2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

แสดงรายละเอียดสารเคมีที่ใช้ในการทดลองหาปริมาณไนเตรทโดยเทคนิค Ion chromatography และเทคนิค Spectrophotometry ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อสารเคมี	คุณลักษณะ	แหล่งที่มา
Standard Nitrate	HPLC grade	Merck
Standard Nitrite	HPLC grade	Merck
bromide	AR grade	Merck
fluoride	AR grade	Merck
chloride	AR grade	Merck
acetate	AR grade	Merck
cadmium	AR grade	Fluka
ammonium hydroxide	AR grade	Merck
sulphanilamide	AR grade	Fluka
N-(1-naphthyl)-ethylenediamine	AR grade	Fluka
sodium hydroxide	AR grade	Merck
sulfuric acid	AR grade	Labscan
hydrochloric acid	AR grade	Labscan
DI water	HPLC grade	HPLC grade

3.วิธีการทดลอง

3.1 การเก็บตัวอย่างจากกระบอกปืนภายหลังการยิง

3.1.1 นำก้านสำลีชุบ Deionize water แล้วเช็ดบริเวณภายในลำกล้องปืน

3.1.2 นำก้านสำลีที่เช็ดเขม่าปืนใส่ในหลอดพลาสติก ปิดฝาให้สนิทพันพาราฟิล์มให้แน่นเพื่อป้องกันรั่วไหลของตัวอย่าง

3.1.3 เก็บตัวอย่างภายในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์โดยใช้เครื่องไอออนโครมาโทรกราฟี

3.2.1.1 นำตัวอย่างเขม่าดินปืน Sonicate 30 นาที ปรับปริมาตรด้วย Deionize water

3.2.1.2 นำมากรองผ่าน membrane filtered 0.45 μm

3.2.1.3 วิเคราะห์โดยใช้เครื่องไอออนโครมาโทรกราฟีซึ่งมีสภาวะที่ใช้ในการทำการทดลอง คือ Column: IonPac AS18(4×250mm)

Guard Column:IonPac AG18(4×50mm)

Eluent: Pottasium Hydroxide

Detector: Conductivity

Eluent gradient: เริ่มชะด้วย KOH ความเข้มข้น 20 mM เป็นเวลา 4 นาที เพิ่มความเข้มข้นของ KOH จาก 20 mM จนถึง 40 mM เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นชะที่ความเข้มข้น 40 mM เป็นเวลา 6 นาทีและลดความเข้มข้นจาก 40 mM เป็น 20 mM จนถึง 21 นาที

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

3.2.2.1 ทำการเตรียมคอลัมน์ โดยนำเกล็ดแคดเมียมแช่ในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 6%กวนนาน 1-2 ชั่วโมงล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดสภาพกรด แล้วนำเกล็ดแคดเมียมใส่ลงในคอลัมน์

3.2.2.2 การหาปริมาณไนเตรทโดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (สำหรับการหาไนเทรตให้นำสารละลายที่ได้ผ่านคอลัมน์รีดักชัน ไนเทรตจะถูกรีดิวซ์เป็นไนไตรท์ไนไตรท์ที่เกิดขึ้นสามารถวิเคราะห์ โดยวิธีการเทียบสี

3.2.2.2.1 ล้างคอลัมน์ด้วยไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N ปริมาตร 2.5 ml

3.2.2.2.2 ล้างด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 2.5 ml 2 ครั้ง ปรับสภาพคอลัมน์โดยสารละลายแอมโมเนียมบัฟเฟอร์ปริมาตร 3.5 ml

3.2.2.2.3 นำตัวอย่างปริมาตร 1 ml ลงในคอลัมน์ ชะคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 2.5 ml

3.2.2.2.4 เก็บสารละลายที่ออกจากคอลัมน์เติมสารละลายซัลฟานิลามายด์ปริมาตร 2 ml ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 3 นาที

3.2.2.2.5 จากนั้นเติมสารละลาย N-(1-naphthyl)-ethylenediamine(NED)

ปริมาตร 1 ml ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm

3.2.2.3 การหาปริมาณไนไตร์ทโดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

3.2.2.3.1 นำตัวอย่าง (ไม่ผ่านคอลัมน์) ปริมาตร 1 ml ใส่ลงในขวด เติมสารละลายซัลฟานิลามายด์ปริมาตร 2 ml ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 3 นาที

3.2.2.3.2 จากนั้นเติมสารละลาบ NED ปริมาตร 1 ml ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm

3.2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน Nitrate และ Nitrite

3.2.3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานวิเคราะห์เครื่อง

Ion Chromatography

เตรียมจากสารละลายมาตรฐาน Nitrate Stock solution ที่ความเข้มข้น 1000 ppm แล้วปรับปริมาตรด้วย Deionize water ดังตารางที่4

ตารางที่ 4 การเตรียมสารมาตรฐาน Nitrate ที่ความเข้มข้นต่างๆในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Ion Chromatography

ขวดที่	ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน(ml)	ปริมาตร Deionize water (ml)	ปริมาตรสุทธิ (ml)	ความเข้มข้น (ppm)
1	0.01	9.99	10	1
2	0.02	9.98	10	2
3	0.04	9.96	10	4
4	0.05	9.95	10	5

3.2.3.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานวิเคราะห์ Spectrophotometer

3.2.3.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน Nitrate เข้มข้น 10 ppm

ชั่งโพแทสเซียมไนเตรทอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 1.631 g ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรจนเป็น100 mlได้ Stock solution ที่ความเข้มข้น 10 ppm เตรียมสารละลายมาตรฐาน ดังตารางที่5

ตารางที่ 5 การเตรียมสารมาตรฐาน Nitrate ที่ความเข้มข้นต่างๆในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ขวดที่	ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน(ml)	ปริมาตร Deionize water (ml)	ปริมาตรสุทธิ (ml)	ความเข้มข้น (ppm)
1	0.1	9.9	10	0.1
2	0.2	9.8	10	0.2
3	1	9.0	10	1

3.2.3.2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐาน Nitrite เข้มข้น 10 ppm

ชั่งโซเดียมไนเตรทอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 1.500 g ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรจนเป็น100 ml ได้ Stock solution ที่ความเข้มข้น 10 ppm เตรียมสารละลายมาตรฐาน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเตรียมสารมาตรฐาน Nitrite ที่ความเข้มข้นต่างๆในการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ขวดที่	ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน(ml)	ปริมาตร Deionize water (ml)	ปริมาตรสุทธิ (ml)	ความเข้มข้น (ppm)
1	0.1	9.9	10	0.1
2	0.2	9.8	10	0.2
3	1	9.0	10	1

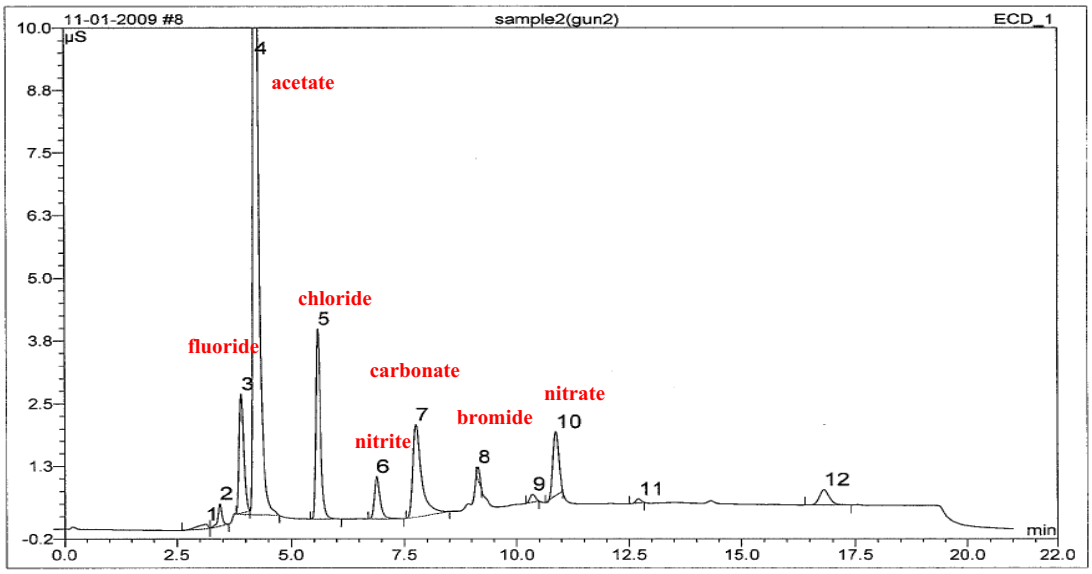
บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. การศึกษาความจำเพาะเจาะจงของวิธีวิเคราะห์

เนื่องจากดินปืนที่ใช้ในปัจจุบันส่วนมากเป็นดินควันน้อย (smokeless powder) แบบ double base ซึ่งมีส่วนผสมของไนโตรเซลลูโลสและไนโตรกลีเซอรีน จึงทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังการยิง โดยใช้เทคนิค Ion Chromatography และเทคนิค Spectrophotometer

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังการยิง โดยใช้เทคนิค Ion Chromatography นั้น สามารถตรวจพบ anions ในตัวอย่างเขม่าดินปืนได้ทั้งหมด 7 ชนิด คือ fluoride, acetate, chloride, nitrite, carbonate, bromide และ nitrate โดยเปรียบเทียบกับ retention time ของสารละลายมาตราฐาน (ดังแสดงในภาคผนวกโครมาโทรแกรมดังภาพที่14 – 20)



ภาพที่ 10 โครมาโทรแกรมของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนภายหลังการยิง

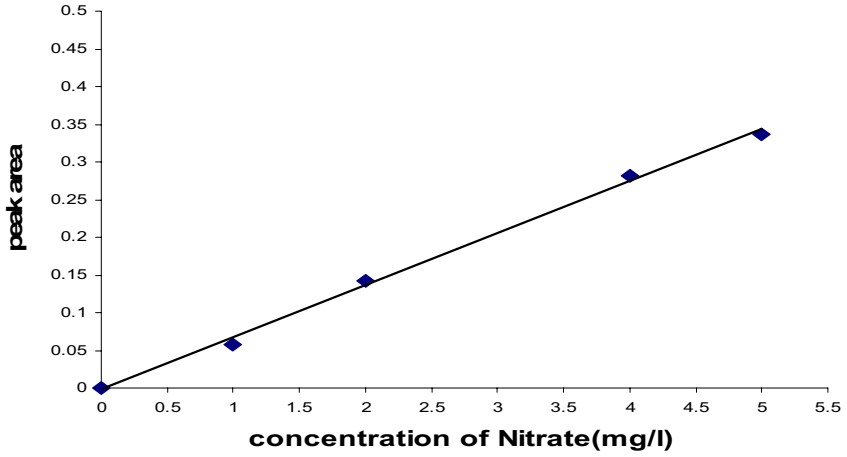
ตารางที่ 7 ค่า retention time ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนเปรียบเทียบกับ retention time ของสารละลายมาตราฐาน

พีคที่	Retention time ของสารมาตราฐาน	Retention time ของตัวอย่าง	สาร
1	3.81	3.42	fluoride
2	3.69	3.74	acetate
3	5.51	5.11	chloride
4	6.82	6.40	nitrite
5	7.85	7.26	carbonate
6	9.26	8.01	bromide
7	10.59	10.37	nitrate

จากตารางแสดงการเปรียบเทียบค่า retention time ของตัวอย่างเขม่าดินปืนกับสารละลายมาตรฐาน พบว่าค่า retention time มีค่าใกล้เคียงกัน ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาหาปริมาณไนเตรทด้วยเทคนิค Ion Chromatography โดยใช้ peak area ที่ retention time 10.59 นาที เปรียบเทียบกับเทคนิค Spectrophotometry

2. การศึกษาหากราฟมาตรฐานของไนเตรทโดยเทคนิค Ion Chromatography

จากกราฟเมื่อนำข้อมูลในตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานไนเตรทกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท (mg/l) พบว่าได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง มีสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง $y = 0.069x - 0.0018$ และค่า Correlation coefficient (r^2) เท่ากับ 0.9971 ดังแสดงในภาพที่ 11



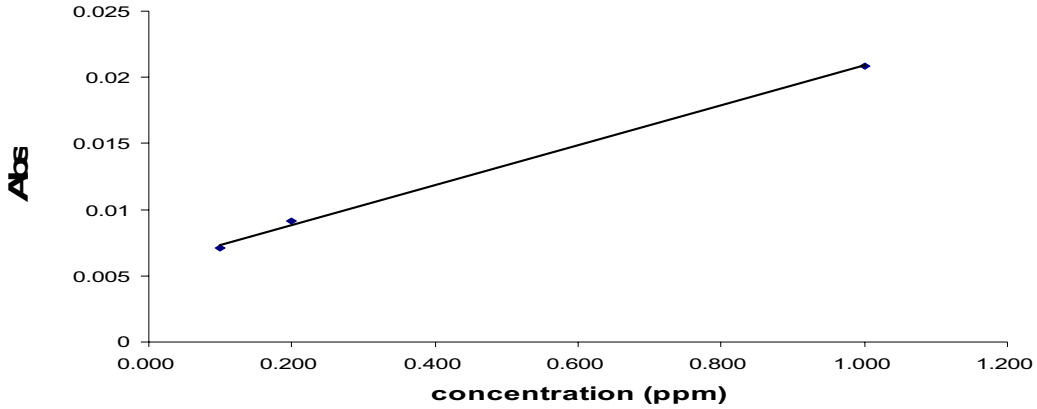
ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตราฐานกับความเข้มข้นของไนเตรท ตั้งแต่ 1 ถึง 5 mg/l

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของสารละลายมาตรฐานกับความเข้มข้นของไนเตรท

ความเข้มข้น (mg/l)	**ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีค**
1	0.0583
2	0.1427
4	0.2823
5	0.3843

3. การศึกษาหากราฟมาตรฐานของไนเตรทโดยเทคนิค Spectrophotometry

จากการทำกราฟของสารละลายมาตรฐานโดยใช้เทคนิค Spectrophotometry เมื่อนำข้อมูลในตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ได้จากการรีดิวซ์เป็นไนไตร์ทกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท (mg/l) พบว่าได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง มีสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง $y = 0.0151x + 0.0059$ และค่า Correlation coefficient (r^2) เท่ากับ 0.999 ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ได้จากการรีดิวซ์เป็นไนไตร์ทกับความเข้มข้นของไนเตรทตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 mg/l

ตารางที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ได้จากการรีดิวซ์เป็นไนไตร์ทกับความเข้มข้นของไนเตรท (mg/l)

ความเข้มข้น (mg/l)	**ค่าการดูดกลืนแสง**
0.1	0.007
0.2	0.009
1.0	0.021

4. การศึกษาปริมาณไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังการยิง

วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในลำกล้องปืนภายหลังการยิงที่เก็บตัวอย่างทันที ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงโดยใช้เทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณไนเตรทเฉลี่ยภายในลำกล้องปืนภายหลังการยิงที่ระยะเวลาต่างๆ โดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry

ระยะเวลาในการเก็บเขม่าดินปืน	การเก็บตัวอย่าง	ปริมาณ Nitrate ในเขม่าดินปืน (mg/l) เทคนิค Ion Chromatography (X ± SD)	ปริมาณ Nitrate ในเขม่าดินปืน (mg/l) เทคนิค Spectrophotometer (X ± SD)
1. เก็บทันที	ก่อนยิง	0.73 ± 0.34	0.30 ± 0.13
	หลังยิง	2.99 ± 0.25	1.19 ± 0.94
2. ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง	ก่อนยิง	0.31 ± 0.13	0.25 ± 0.02
	หลังยิง	2.96 ± 1.30	0.49 ± 0.16
3. ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง	ก่อนยิง	0.32 ± 0.12	0.31 ± 0.16
	หลังยิง	1.31 ± 0.32	0.47 ± 0.04

ในการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทภายหลังการยิง ที่เวลาทันที ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงและทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง สามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทได้ โดยทั้งสองเทคนิคจะให้ปริมาณไนเตรทลดลง ดังนี้

1. เทคนิค Ion chromatography ให้ปริมาณไนเตรทภายหลังการยิงที่เวลาทันทีและ 24 ชั่วโมงไม่แตกต่างกัน แต่ที่เวลา 48 ชั่วโมงนั้นปริมาณไนเตรทจะลดลงครึ่งนึง

2. เทคนิค Spectrophotometry ให้ปริมาณไนเตรทภายหลังการยิงที่เวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมงปริมาณไนเตรทลดลงเป็นครึ่งนึง ซึ่งที่เวลา 24 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมงจะให้ปริมาณไนเตรทไม่แตกต่างกัน

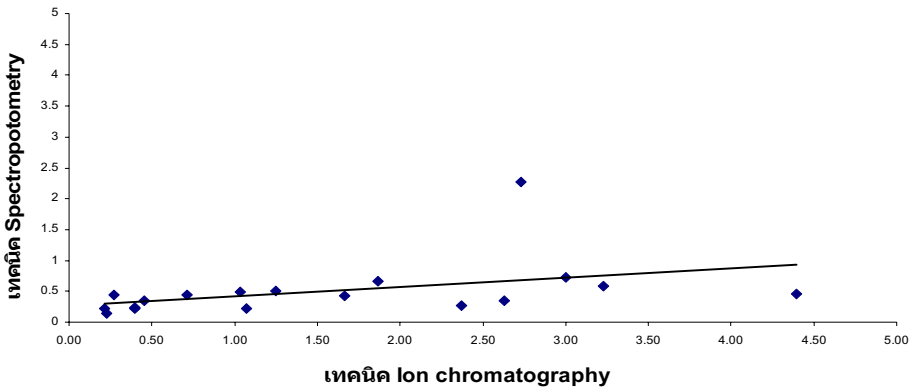
5. การศึกษาปริมาณไนเตรทที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry ทำการเก็บตัวอย่างของเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงและหลังยิง จำนวน 3 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 9 และเมื่อนำปริมาณไนเตรทที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Ion Chromatography และเทคนิค Spectrophotometry มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบเชิงเส้นตรง พบว่ามีค่า correlation coefficient (r^2) เท่ากับ 0.1603 ดังแสดงในภาพที่ 13

ตารางที่ 11 ปริมาณไนเตรทภายหลังการยิงที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในตัวอย่างของเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนการยิงและหลังการยิงจำนวน 3 ครั้ง โดยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry

ระยะเวลาในการเก็บเขม่าดินปืน	การเก็บตัวอย่าง	ปริมาณ Nitrate ในเขม่าดินปืน (mg/l) เทคนิค Ion Chromatography	ปริมาณ Nitrate ในเขม่าดินปืน (mg/l) เทคนิค Spectrophotometer
1. เก็บทันที	ก่อนยิง ครั้งที่ 1	0.40	0.23
	หลังยิง ครั้งที่ 1	3.00	0.72
	ก่อนยิง ครั้งที่ 2	1.07	0.22
	หลังยิง ครั้งที่ 2	2.73	2.27
	ก่อนยิง ครั้งที่ 3	0.72	0.44
	หลังยิง ครั้งที่ 3	3.23	0.58
2. ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง	ก่อนยิง ครั้งที่ 1	2.37	0.27
	หลังยิง ครั้งที่ 1	4.39	0.46
	ก่อนยิง ครั้งที่ 2	0.21	0.23
	หลังยิง ครั้งที่ 2	2.63	0.35
	ก่อนยิง ครั้งที่ 3	0.40	0.24
	หลังยิง ครั้งที่ 3	1.86	0.66

ระยะเวลาในการเก็บเขม่าดินปืน	การเก็บตัวอย่าง	ปริมาณ Nitrate ในเขม่าดินปืน (mg/l) เทคนิค Ion Chromatography	ปริมาณ Nitrate ในเขม่าดินปืน (mg/l) เทคนิค Spectrophotometer
3. ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง	ก่อนยิง ครั้งที่ 1	0.46	0.34
	หลังยิง ครั้งที่ 1	1.66	0.43
	ก่อนยิง ครั้งที่ 2	0.23	0.13
	หลังยิง ครั้งที่ 2	1.03	0.49
	ก่อนยิง ครั้งที่ 3	0.27	0.44
	หลังยิง ครั้งที่ 3	1.25	0.50



ภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงค่าปริมาณไนเตรทระยะเวลาต่าง ๆ ในตัวอย่างของเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนการยิงและหลังการยิงจำนวน 3 ครั้ง ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่าค่าปริมาณไนเตรทที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Ion Chromatography และเทคนิค Spectrophotometry นั้นไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน

โดยเทคนิค Spectrophotometry จะหาปริมาณไนเตรทได้ไม่ต่างกันในขณะที่เทคนิค Spectrophotometry จะหาปริมาณไนเตรทได้เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากว่า การหาปริมาณไนเตรท ด้วยเทคนิค Spectrophotometry จะต้องมีการรีดิวซ์ไนเตรทให้อยู่ในรูปของไนไตร์ทซึ่งขั้นตอนการทดลองนี้อาจทำให้สูญเสียปริมาณไนเตรทได้

บทที่ 4

บทสรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

โดยปกติแล้ว การตรวจพิสูจน์หาเขม่าปืนนั้น ส่วนมากจะให้ความสำคัญกับการตรวจบริเวณที่มือของผู้ต้องสงสัยเท่านั้น ซึ่งมีข้อจำกัดที่ต้องทำการตรวจสอบภายใน 6 ชั่วโมงหลังจากผู้ต้องสงสัยยิงปืน และโอกาสที่จะตรวจเขม่าปืนจากผู้ต้องสงสัยได้น้อยมาก เนื่องจากส่วนใหญ่ผู้ต้องสงสัยจะหลบหนี และใช้เวลานานกว่าจะติดตามจับกุมผู้ต้องสงสัยมาตรวจได้ก็ผ่านไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าถ้าเราต้องการทราบว่าปืนที่ได้จากผู้ต้องสงสัยได้มีการยิงมาแล้วหรือไม่ สามารถที่จะนำปืนมาตรวจหาเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืน ซึ่งเขม่าดินปืนจะคงตัวอยู่ได้นานกว่าบนมือ สามารถทำการยืนยันเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้

ในงานวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า

1. กราฟของสารละลายสารมาตรฐานของไนเตรทโดยเทคนิค Ion chromatography สมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง คือ y = 0.069x – 0.0018 และค่า correlation coefficient (r^2) เท่ากับ 0.9971 ที่ช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท 1 – 5 mg/l และกราฟของสารละลายสารมาตรฐานของไนเตรทโดยเทคนิค spectrophotometry ได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง สมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง คือ y = 0.0151x + 0.0059 และค่า correlation coefficient (r^2) เท่ากับ 0.9999 ที่ช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท 0.1 – 1 mg/l

2. การศึกษาหาปริมาณไนเตรทภายหลังการยิงที่เก็บตัวอย่างทันที ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงนั้น เทคนิค Ion Chromatography จะพบปริมาณไนเตรทลดลงในช่วง 2.65 – 0.99 mg/l และเทคนิค Spectrophotometry จะพบปริมาณไนเตรทลดลงในช่วง 1.06 – 0.61 mg/l และเมื่อนำปริมาณไนเตรทที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Ion Chromatography และ Spectrophotometry มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเพื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 เทคนิค พบว่า correlation coefficient(r^2) เท่ากับ 0.1603 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองเทคนิคไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน เนื่องจากว่าการหาปริมาณไนเตรทโดยใช้เทคนิค Spectrophotometry นั้นจะต้องมีการรีดิวซ์เปลี่ยนไนเตรทให้อยู่ในรูปของไนไตร์ท ในขั้นตอนการทดลองนี้อาจมีการสูญเสียปริมาณไนเตรทได้ ดังนั้นในการหาปริมาณไนเตรทโดยเทคนิค Spectrophotoetry จึงมีข้อควรระวังในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างที่ทำการเปลี่ยนไนเตรทให้อยู่ในรูปของไนไตร์ท

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนนั้นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการตรวจหาผู้กระทำผิดในคดีเกี่ยวกับอาวุธปืน เนื่องจากบางทีเขม่าดินปืนที่มือผู้ต้องสงสัยอาจสลายตัวภายใน 6 ชั่วโมง แต่ไนเตรทในลำกล้องปืนแม้เวลาผ่านไปถึง 48 ชั่วโมงก็ยังสามารถตรวจพบได้

2. การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในเขม่าดินปืนภายหลังการยิง ควรจะมีการศึกษาจำนวนกระสุนปืนกับปริมาณไนเตรทที่ได้ด้วยเทคนิค Ion Chromatography เพื่อเป็นทางเลือกในการสืบสวนต่อไป

3. การหาปริมาณไนเตรทโดยใช้เทคนิค Spectrophotometry จะต้องระมัดระวังขบวนการรีดิวซ์เปลี่ยนไนเตรทให้อยู่ในรูปของไนไตร์ท หรือขั้นตอนการชะตัวอย่างออกจากคอลัมน์ไม่ดี อาจมีการสูญเสียไนเตรทได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กองวิจัยและวางแผนกรมตำรวจ. สถานภาพอาชญากรรมในประเทศไทย.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2532.

ฉัตรชัย วิเศษสุวรรณภูมิ. “พื้นฐานลักษณะของอาวุธและกระสุนปืน.” เอกสารส่งเสริมวิชาการตำรวจ, 2535. (อัดสำเนา)

พลตำรวจตรีอัมพร จารุจินดา.“การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน.” เอกสารความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาวุธปืนและกระสุนปืนสำหรับผู้เข้าอบรม กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักวิทยาการตำรวจ, 2542. (อัดสำเนา)

สมพร พรหมหิตาธร. ย่อหลักกฎหมายปืน. กรุงเทพมหานคร : นิติธรรม, 2534.

วัฒนา หาญพานิช.“ชีทประกอบคำบรรยาย .” การตรวจพิสูจน์อาวุธปืน และ เครื่องกระสุน". กรุงเทพมหานคร : กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจ : 1 - 16

วสันต์ ธีรานุรักษ์. พระราชบัญญัติอาวุธปืน เครื่องกระสุน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธ พ.ศ. 2490 แก้ไขเพิ่มเติมเป็นฉบับปัจจุบัน. กรุงเทพมหานคร : ธีรานุสรณ์การพิมพ์, 2517.

อุมาพร สุขม่วง. การวิเคราะห์ไอออนโดยใช้เทคนิคไอออนโครมาโทรกราฟี. กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : กรมวิทยาศาสตร์บริการ : 156 - 159

ภาษาต่างประเทศ

Basu, S. “Formation of gunshot residues.” Forensic Science 27(1982): 72 – 91.

Bender, EC. “The Analysis of dicyanamide and sodium benzoate in Pyrodex by HPLC.” Crime Laboratory Digest 16(1989) : 16: 76 – 77.

Cowan, M.E. “A study of the paraffin test. ” Forensic Science 12(1967): 19 – 35.

Meng, H.B. “Simultaneous determination of inorganic anions and cations in explosive residues by Ion chromatography. ” Talanta Journal 76(2008): 241 – 446.

Petraco, N. “A method for quantitative determination of nitrites in gunshot residue cases. ” Forensic Science 18(1981): 85 – 92.

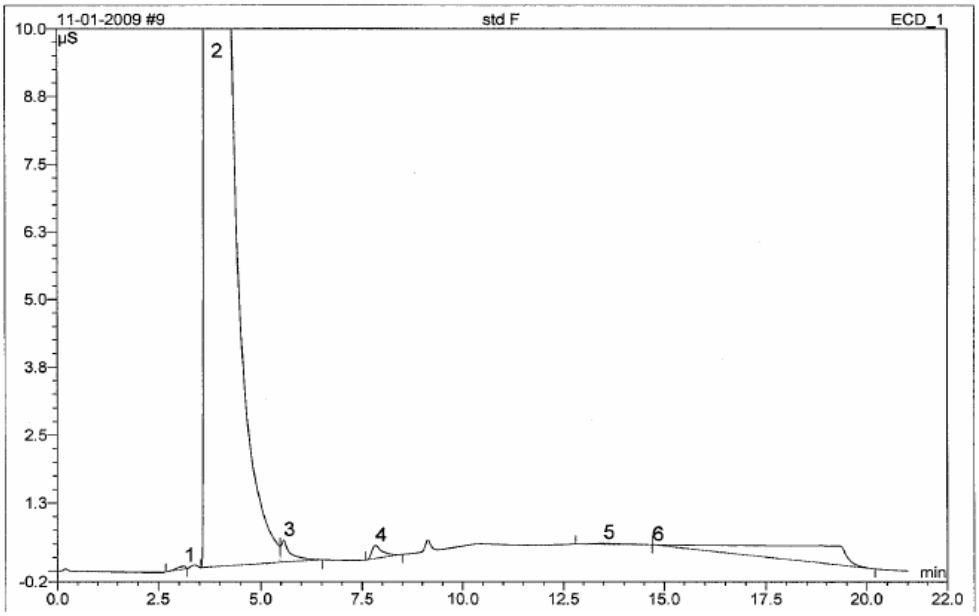
Robert, B. “Explosive chemistry.” Australia Central Ammunition Deport, 1992.

Styer, GR. “The history of black powder.” AFTE Journal 19(1987): 443 – 446.

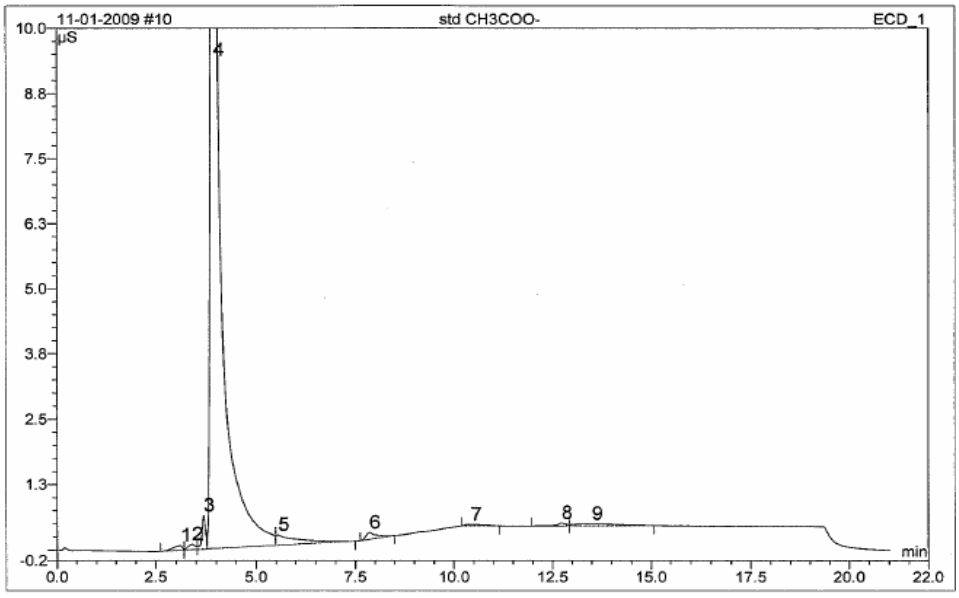
Urbanskii, T. “Chemistry and technology of explosives” Polish Scientific Publishers 32(1965): 213 - 231.

Wheals, B.B. “Hydrolysis studies on nitrocellulose, nitroglycerine and gunshot residues using anion chromatography. ” Forensic Science 41(1989): 147 – 162.

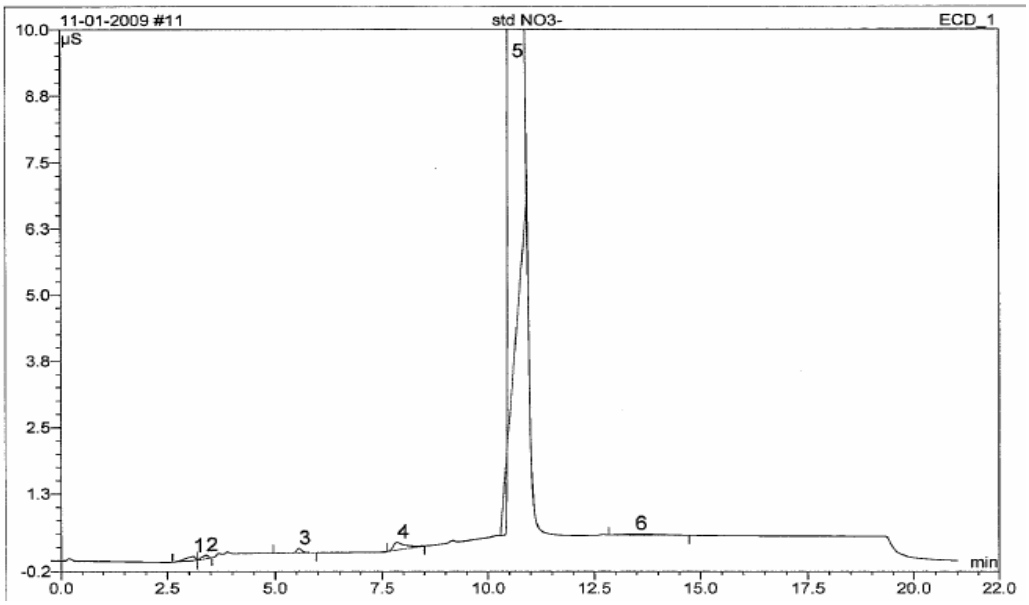
ภาคผนวก



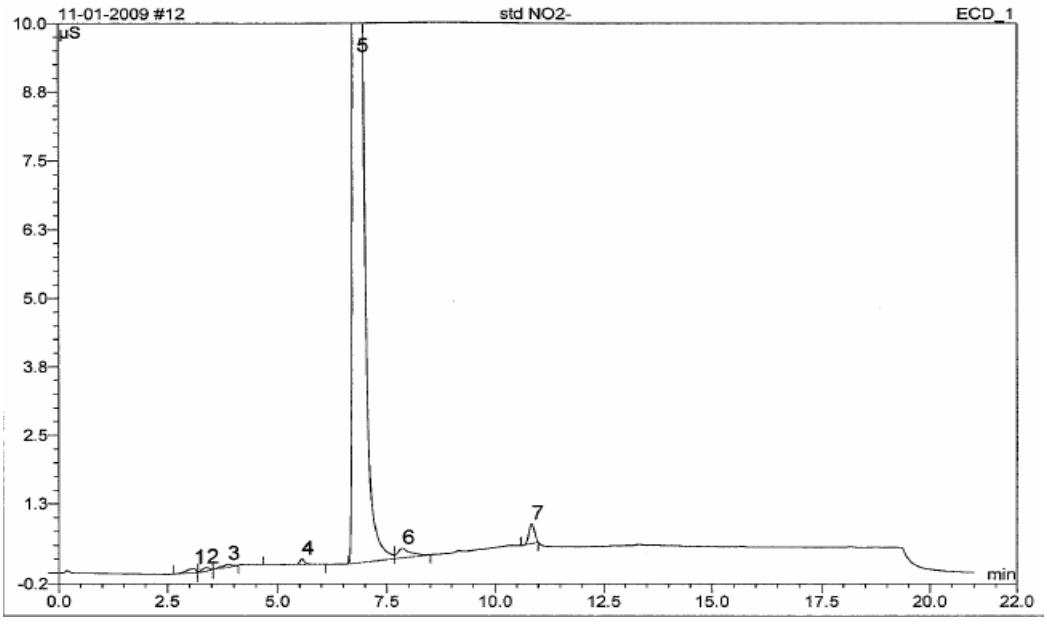
ภาพที่ 14 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน fluoride



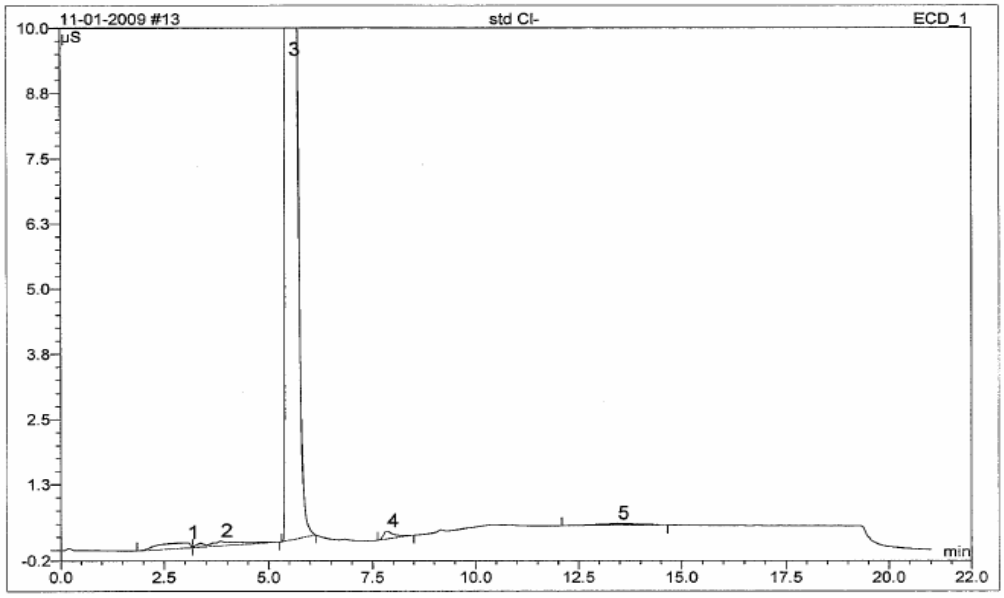
ภาพที่ 15 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน acetate



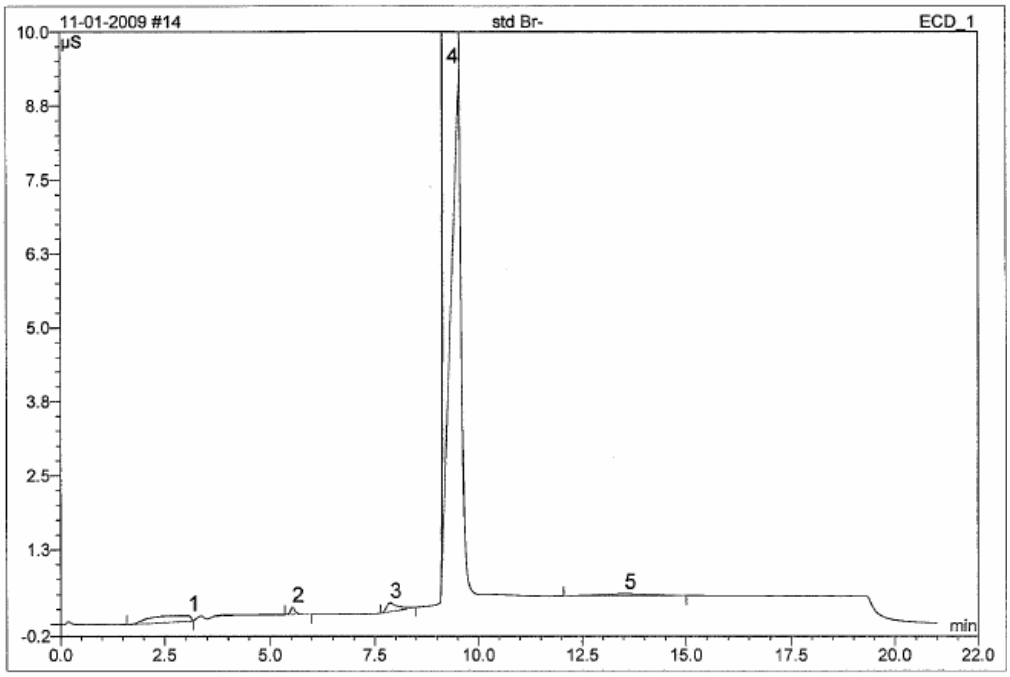
ภาพที่ 16 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน nitrate



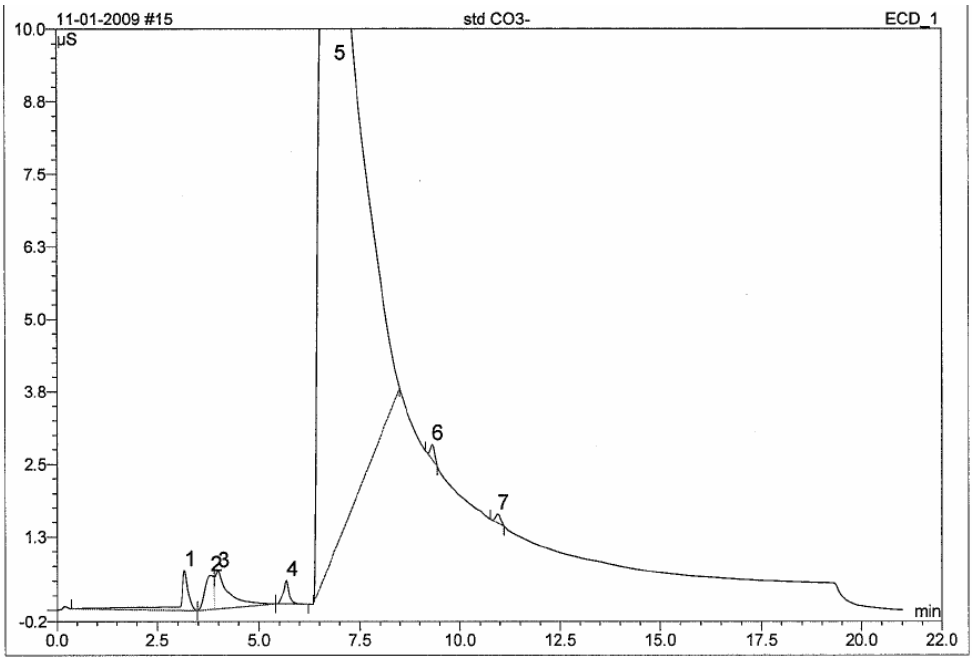
ภาพที่ 17 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน nitrite



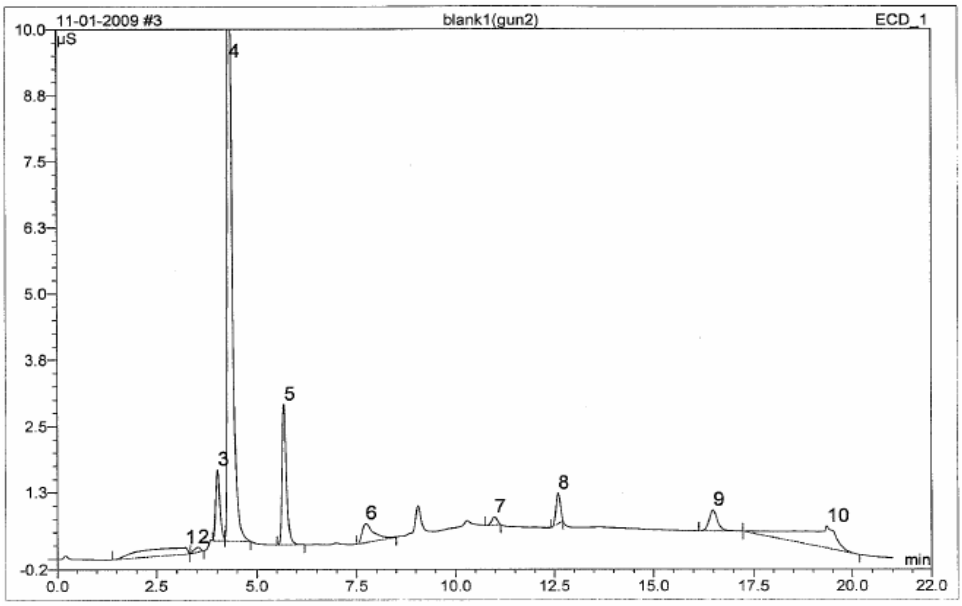
ภาพที่ 18 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน chloride



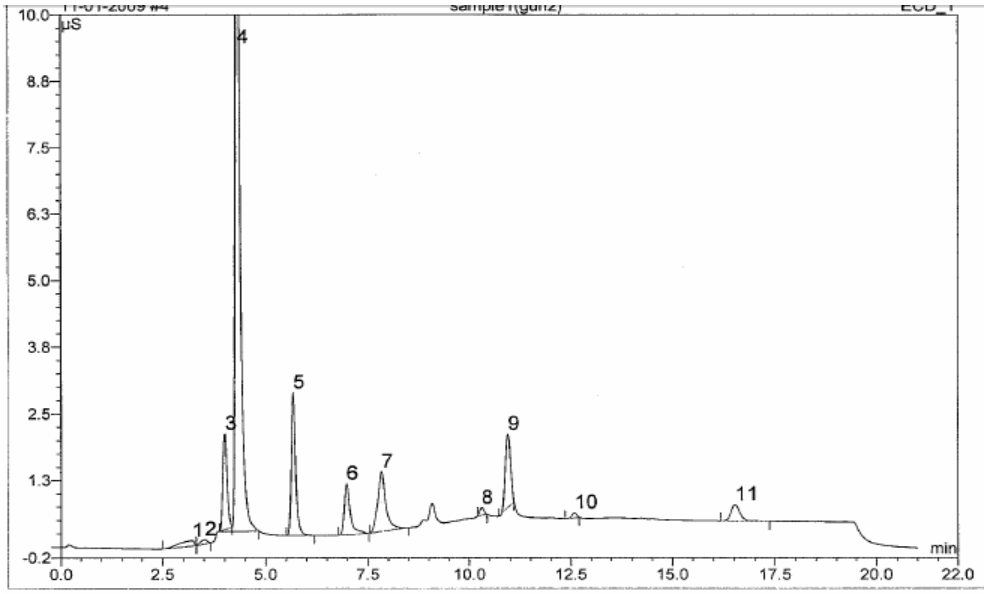
ภาพที่ 19 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน bromide



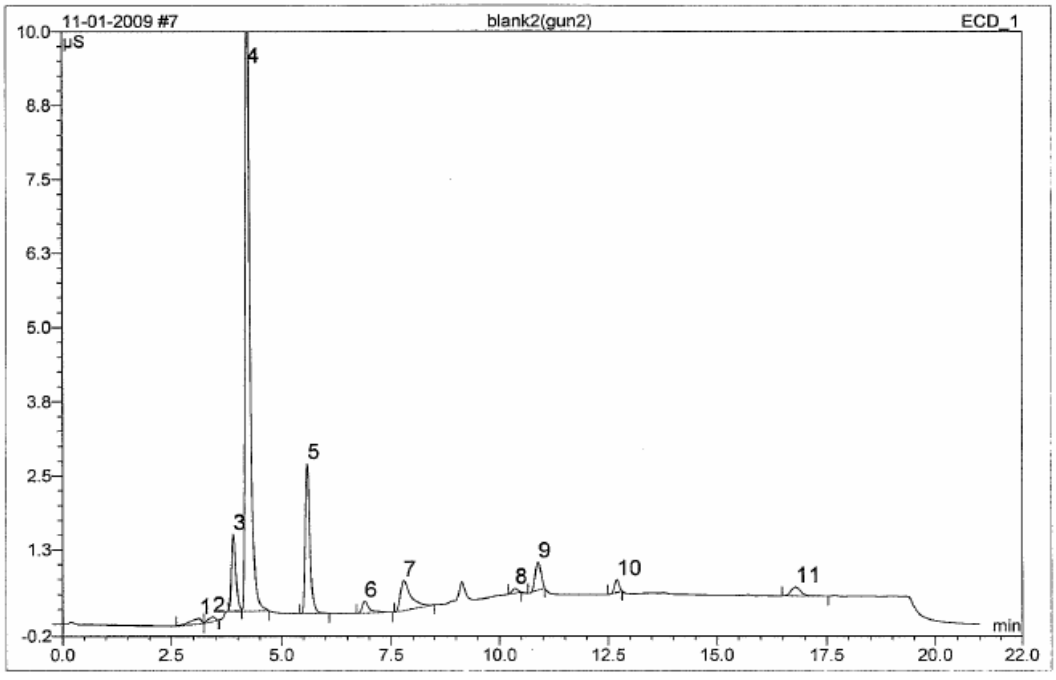
ภาพที่ 20 Chromatogram ของสารละลายมาตรฐาน carbonate



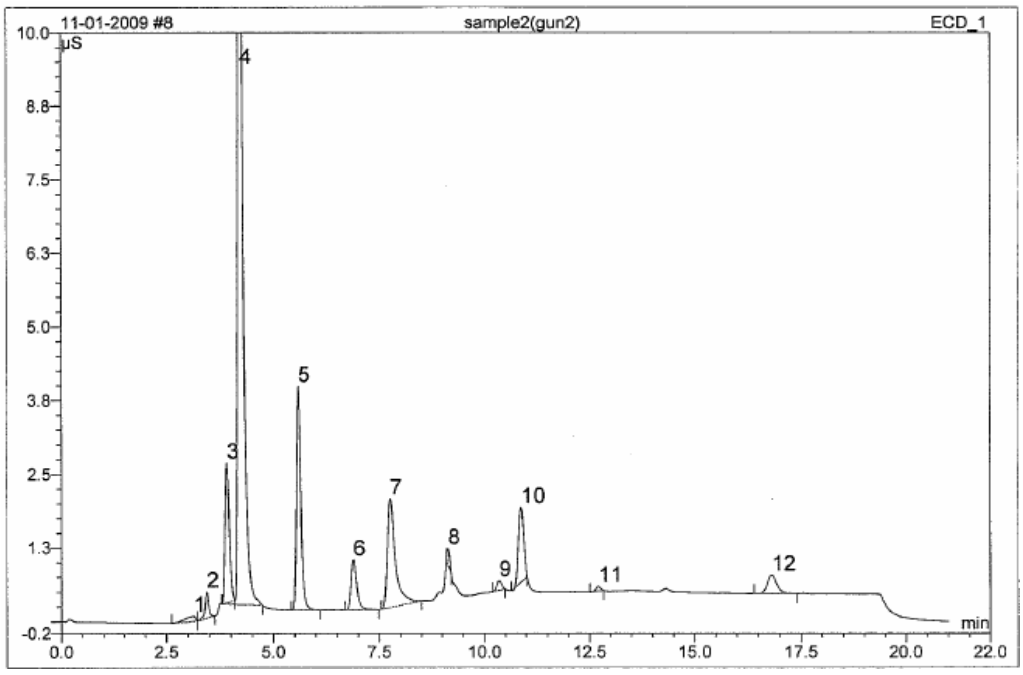
ภาพที่ 21 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิง 2 นัด(ครั้งที่ 1)



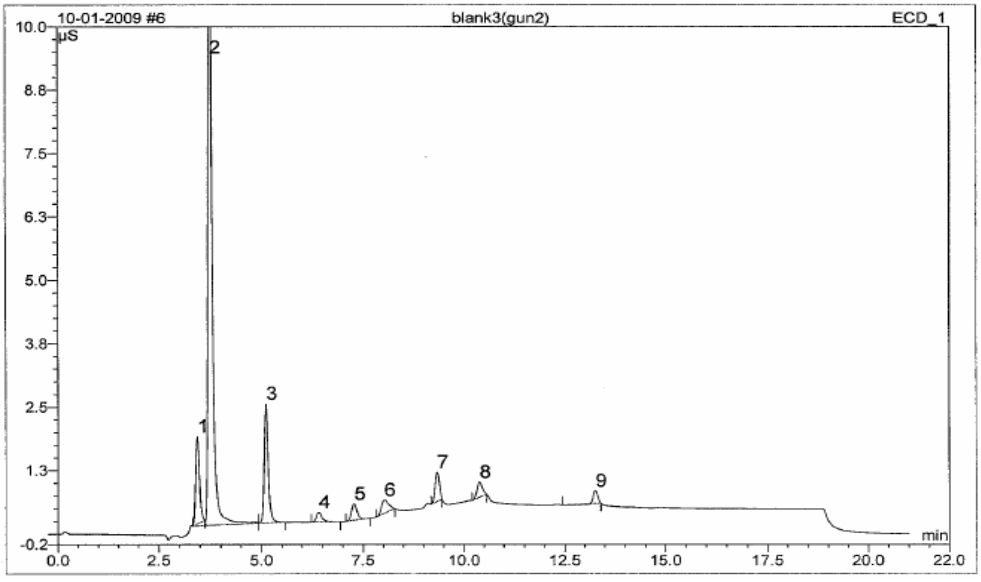
ภาพที่ 22 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิง 2 นัด(ครั้งที่ 1)



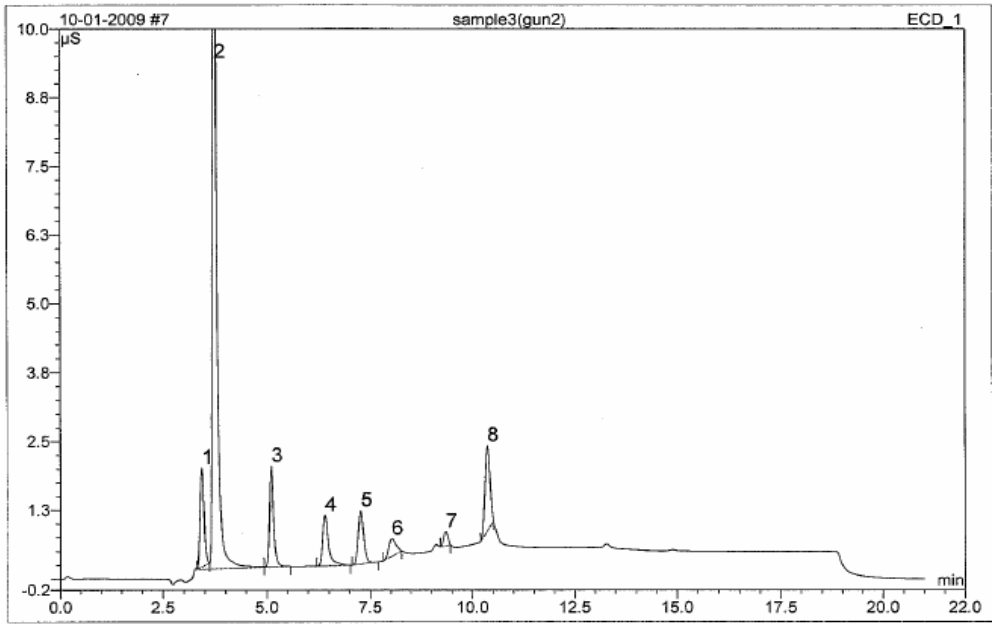
ภาพที่ 23 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิง 2 นัด(ครั้งที่ 2)



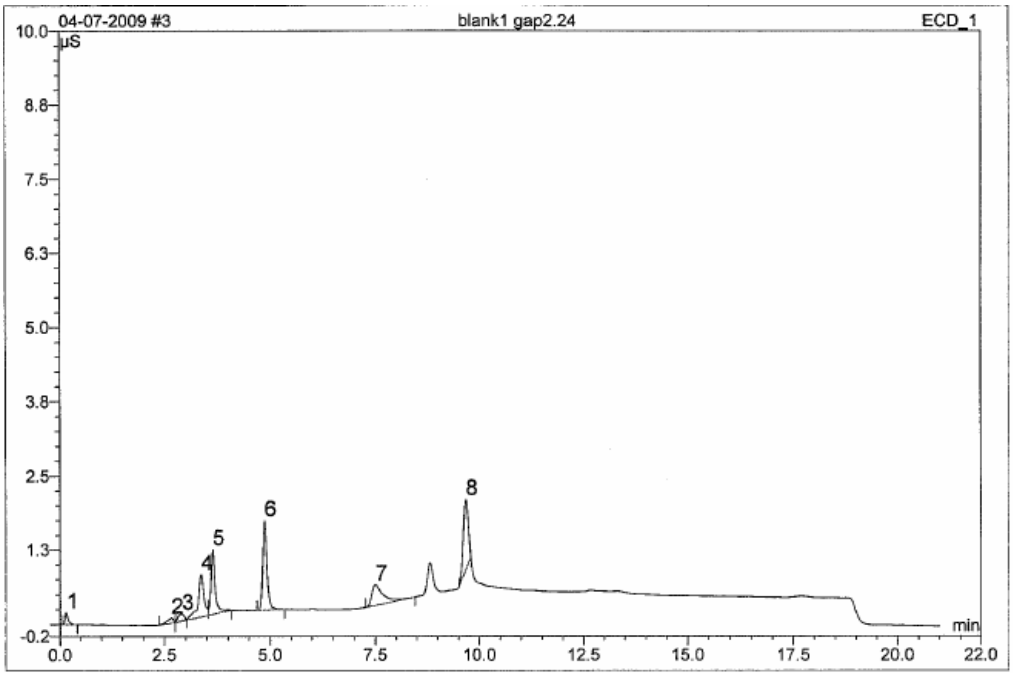
ภาพที่ 24 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิง 2 นัด(ครั้งที่ 2)



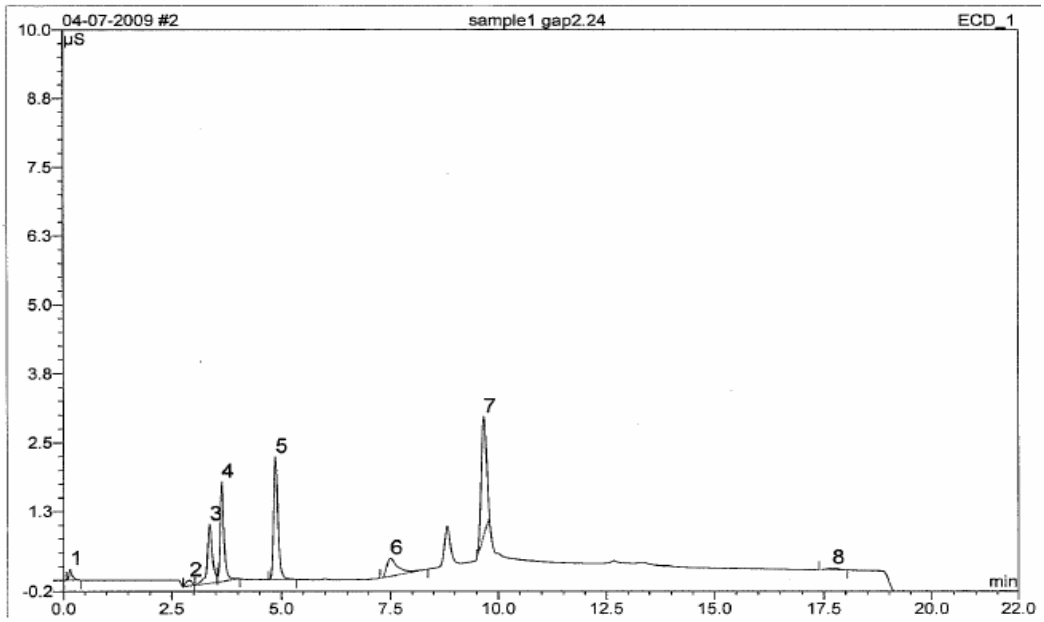
ภาพที่ 25 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิง 2 นัด(ครั้งที่ 3)



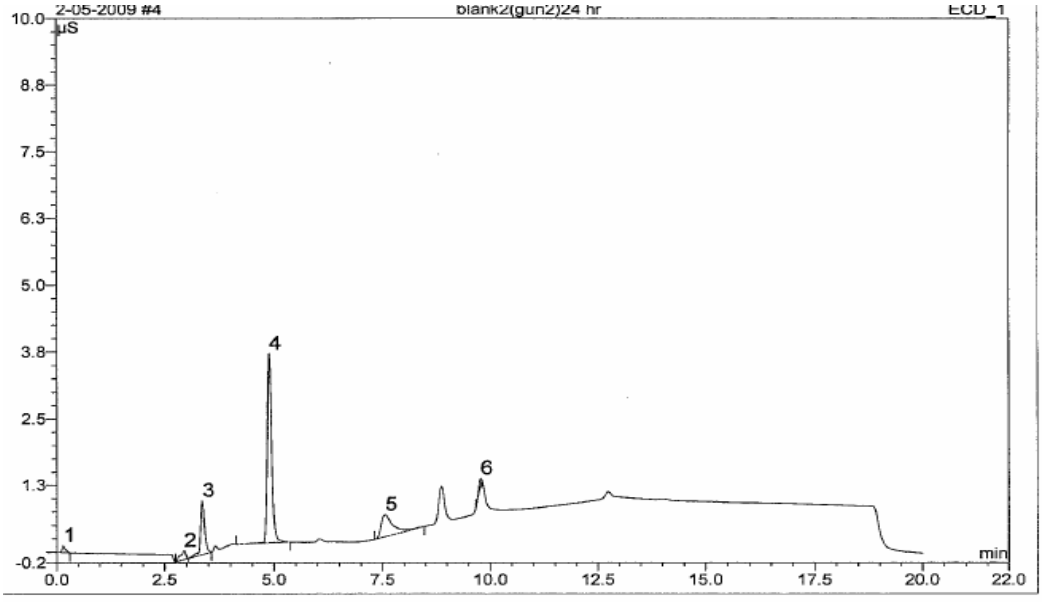
ภาพที่ 26 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิง 2 นัด(ครั้งที่ 3)



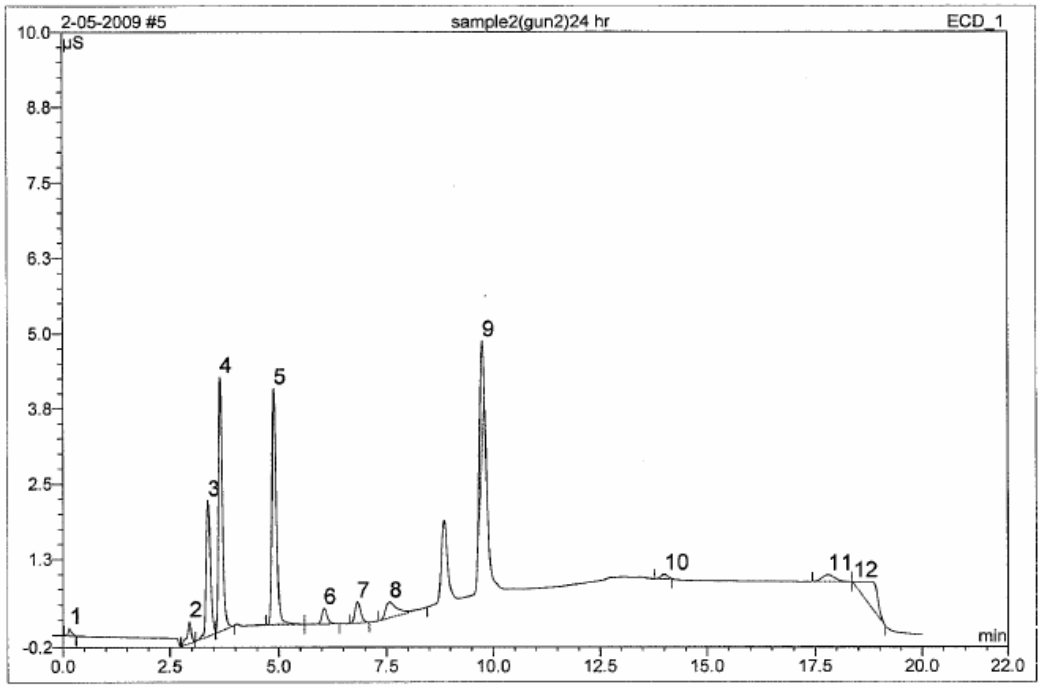
ภาพที่ 27 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)



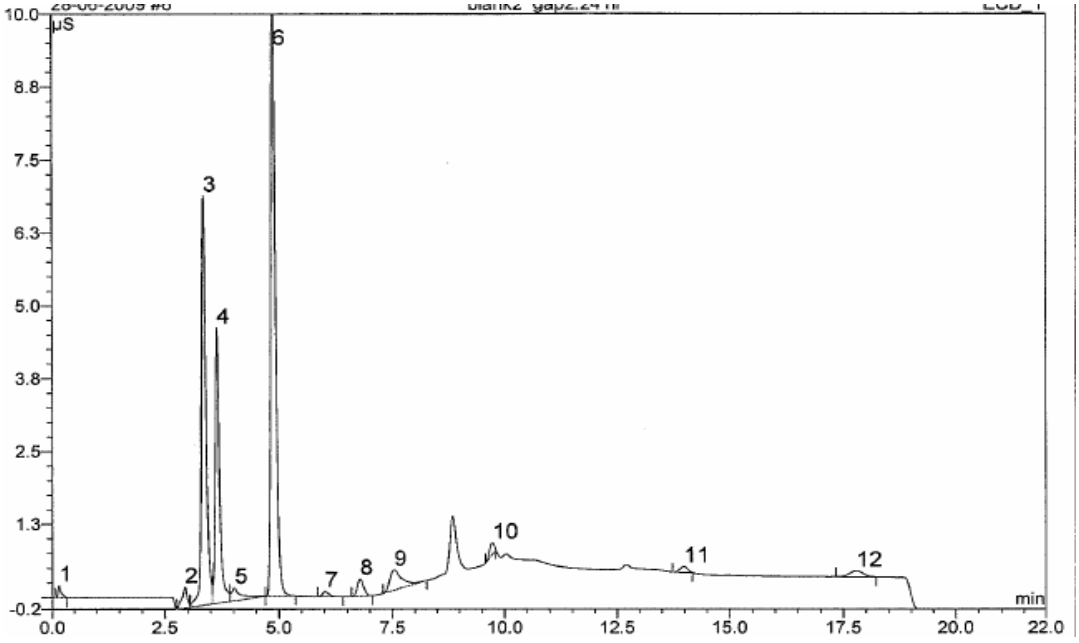
ภาพที่ 28 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)



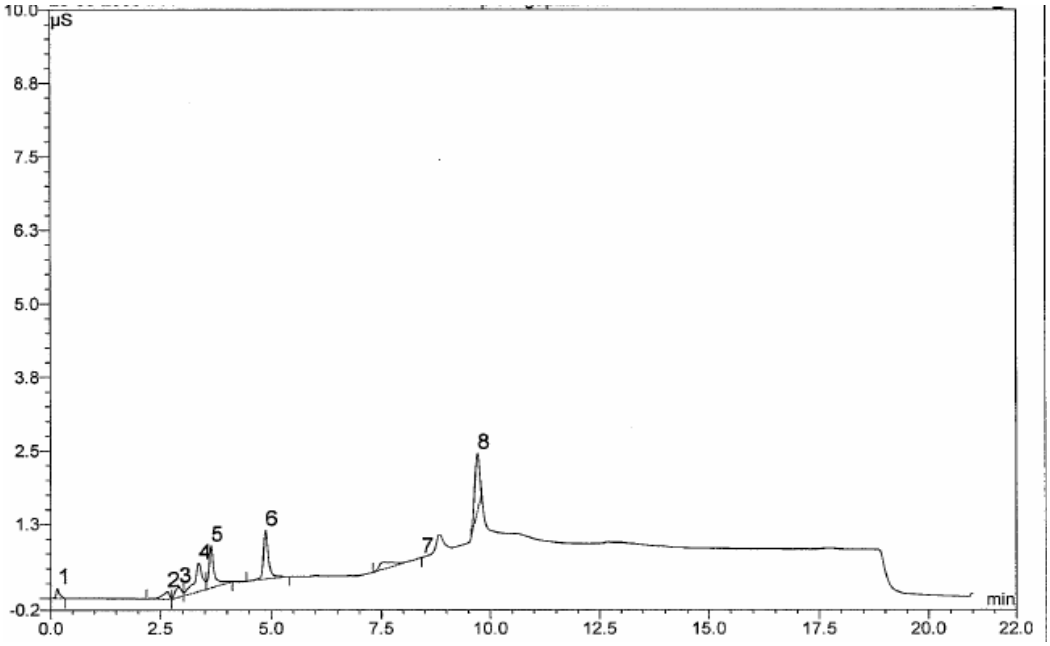
ภาพที่ 29 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)



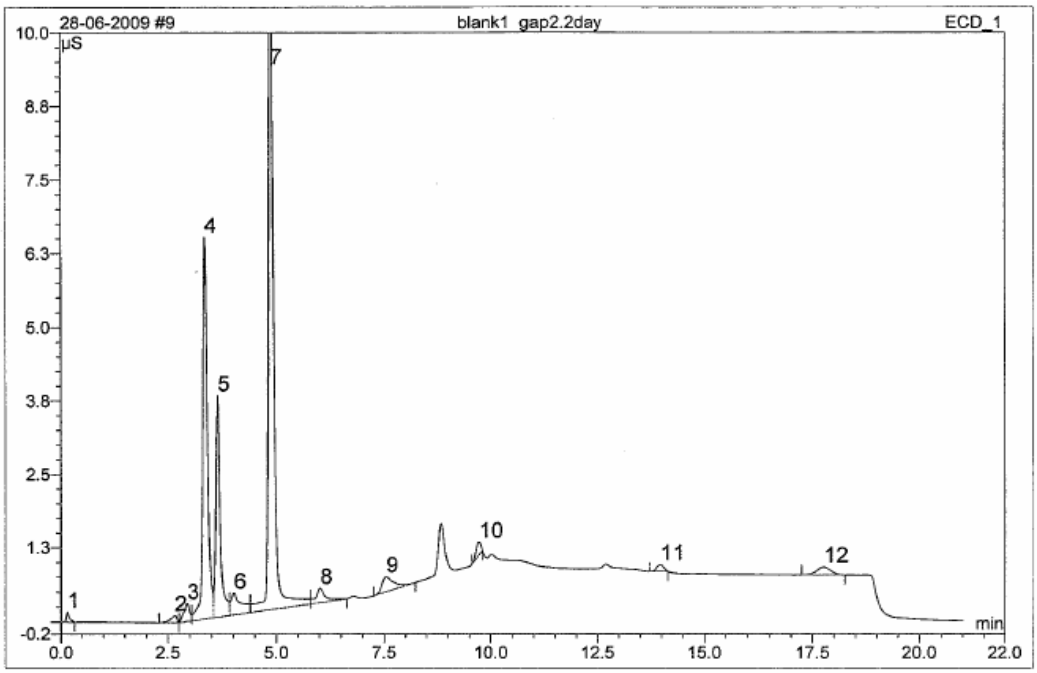
ภาพที่ 30 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)



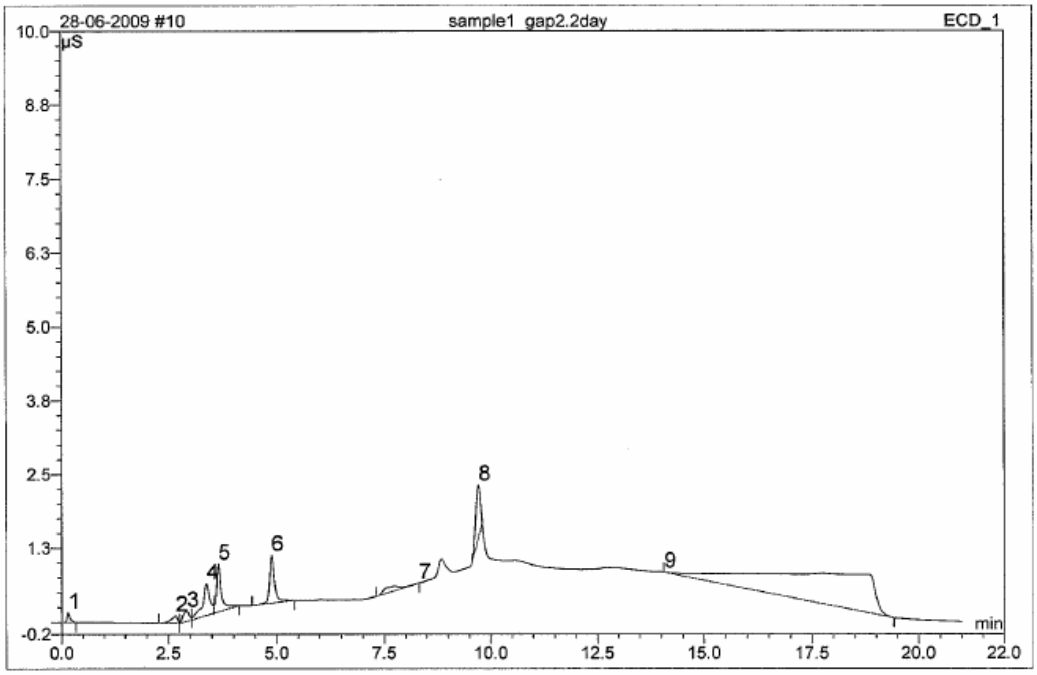
ภาพที่ 31 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)



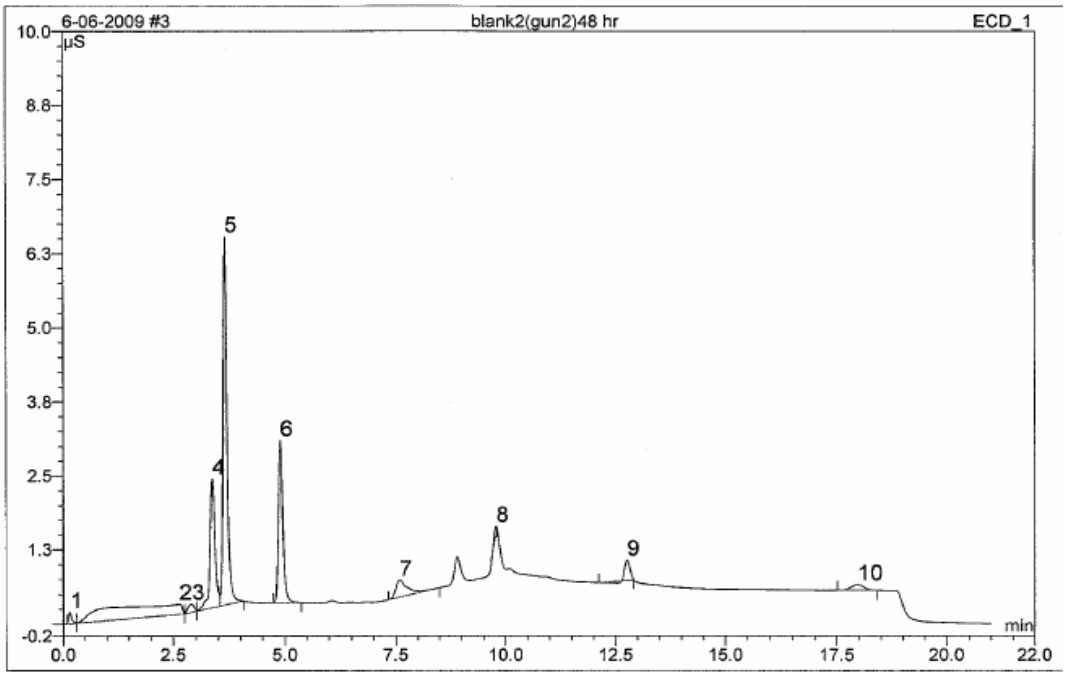
ภาพที่ 32 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)



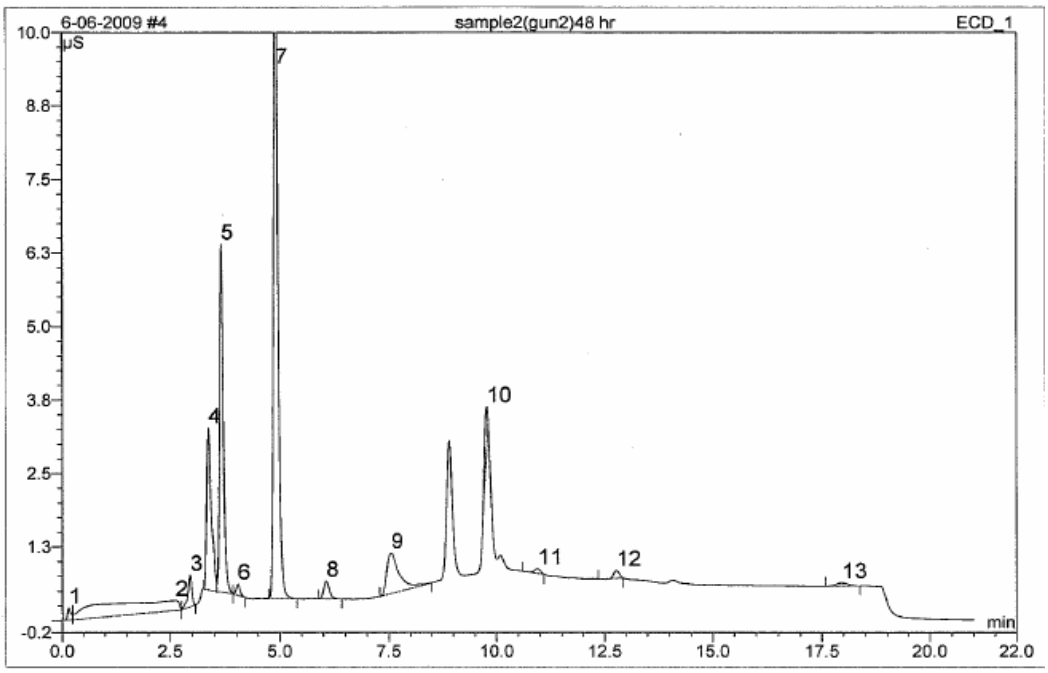
ภาพที่ 33 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)



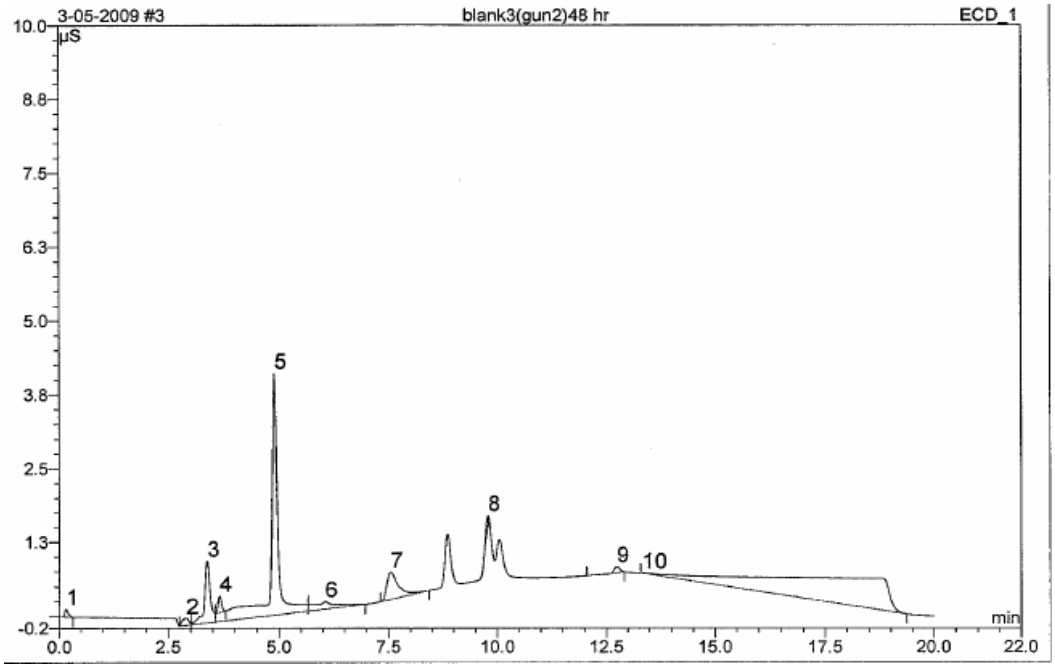
ภาพที่ 34 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)



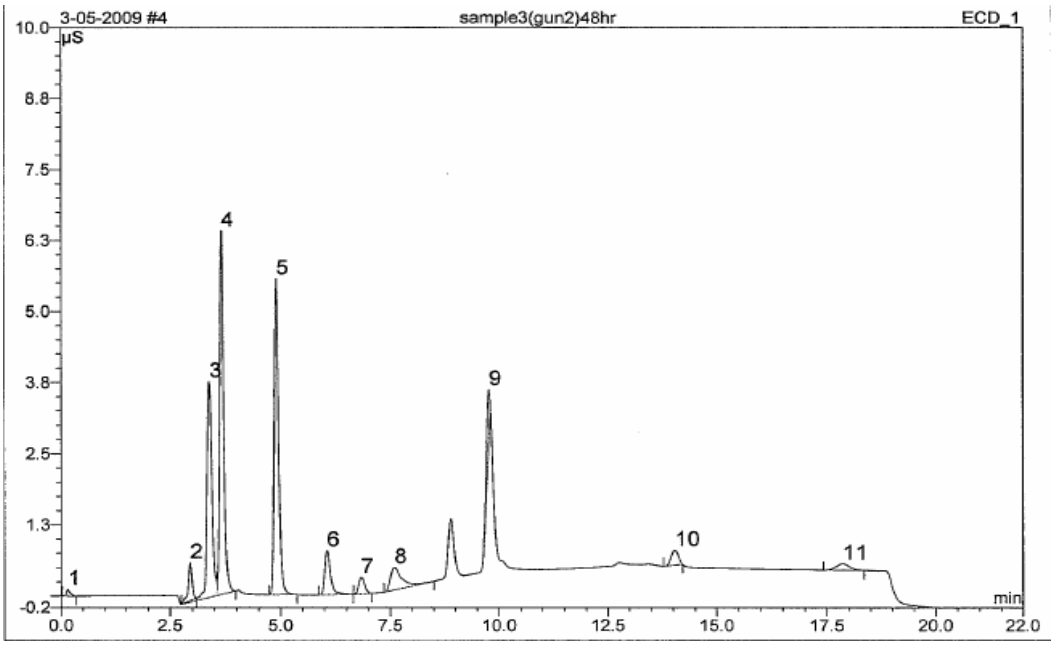
ภาพที่ 35 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)



ภาพที่ 36 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)



ภาพที่ 37 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนก่อนยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)



ภาพที่ 38 Chromatogram ของตัวอย่างเขม่าดินปืนภายในลำกล้องปืนหลังยิงแล้วทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวศมนวรรณ หัสมินทร์
ที่อยู่	2/1 ม.7 ถนน อุดร – หนองคาย ต.หนองบัว อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000
สถานที่ทำงาน	บริษัท สิทธิพรแอสโซซิเอส จำกัด
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี จากมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
พ.ศ. 2550	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2550	สถาบันนิติวิทยาศาสตร์
พ.ศ. 2551	อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร
พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน	บริษัท สิทธิพรแอสโซซิเอส จำกัด