

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**การวิเคราะห์และเปรียบเทียบดินสักระสุนปืนสำหรับนิติวิทยาศาสตร์**



นายปริญญา พันธุ์พรหม

นายวัฒน์ บุญหนัก

ว.พ.  
ว.458ก  
2550

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน **81610**  
วัน,เดือน,ปี **19 ส.ย. 2551**

b. **11933495**  
i. ....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# **Gun propellant powder analysis and comparison in Forensic science**



Mr. Parinya Panprom

Mr. Yuwat Boonnuk

**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of**

**Bachelor of Science**

**Department of Applied Physics**

**Faculty of Science**

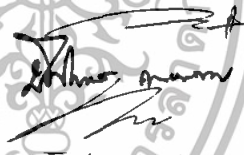





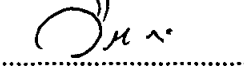
**King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

**Academic Year 2007**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>โครงการพิเศษเรื่อง</b>	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบดินส่งกระสุนปืนสำหรับนิติวิทยาศาสตร์
<b>นักศึกษา</b>	นายปริญญา พันธุ์พรหม นายชวัฒน์ บุญหนัก
<b>ภาควิชา</b>	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
<b>สาขาวิชา</b>	ฟิสิกส์ประยุกต์ – เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	รศ.ดร.จิติ หนูแก้ว
<b>อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม</b>	พ.ต.ท.กীরติ แปลกบรรจง พ.ต.ท.ศุภฤกษ์ อภรณ์รัตน์ นางสาวมัจฉิมา สายโสภา

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ			ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	รศ.ดร.วิษณุ เพชรภา		
กรรมการ	ดร.ปิณฑิพร ถนอมงาม		
กรรมการ	อ.เบญจพล ต้นธุ์		
กรรมการที่ปรึกษา	รศ.ดร.จิติ หนูแก้ว		
กรรมการที่ปรึกษาร่วม	พ.ต.ท.กীরติ แปลกบรรจง		
กรรมการที่ปรึกษาร่วม	พ.ต.ท.ศุภฤกษ์ อภรณ์รัตน์		
กรรมการที่ปรึกษาร่วม	นางสาวมัจฉิมา สายโสภา		



(รองศาสตราจารย์วิชาญ เศษิตธีระ)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบดินสักระสุนสำหรับนิติวิทยาศาสตร์
นักศึกษา	นายปริญญา พันธุ์พรหม นายยูวัฒน์ บุญหนัก
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. จิติ หนูแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	พ.ต.ท.กิริติ แปลกบรรจง พ.ต.ท.สุภฤกษ์ อภรณ์รัตน์ นางสาวมัชฌิมา สายโสภ

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นโครงการที่ทำการศึกษาคูสมบัติของดินสักระสุนปืนเพื่อทำการจำแนกถึงความแตกต่างของลักษณะดินสักระสุนปืนเพื่อนำมาทำเป็นฐานข้อมูลทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องวัดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ และ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด การศึกษาโดยใช้เครื่องวัดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ นั้นจะใช้ในการตรวจสอบความแตกต่างของสารโพลีเมอร์ที่เคลือบอยู่ และยังพบว่าดินสักระสุนปืนในแต่ละยี่ห้อจะมีสารเคลือบที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพื้นผิวของดินสักระสุนปืนโดยการใช้เครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด พบว่าดินสักระสุนปืนแต่ละชนิดมีพื้นผิวที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้สามารถแบ่งประเภทของดินสักระสุนปืนได้ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้นั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในทางนิติวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Special Project Title</b>	Gun propellant powder analysis and comparison in Forensic science
<b>Student</b>	Mr. Parinya Panprom Mr. Yuwut Boonnuk
<b>Department</b>	Applied Physics <b>Faculty of Science</b>
<b>Program</b>	Applied Physics-Science and Industry Instrumentation
<b>Academic Year</b>	2007
<b>Special Project Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Jiti Nukeaw
<b>Co-Special Project Advisor</b>	Pol.Lt.Col.Keerate Plaekbanjong Pol.Lt.Col.Subphareark Arpornrat Miss.Matchima Saysopa

### ABSTRACT

This academic project has studied the gun propellant powder properties. The classification of the different gun propellant powder characteristics has been carried out as the database for forensic science by using X-ray diffraction (XRD) System and Scanning electron microscope (SEM). The XRD characterization has been used to investigate a variety of available gun propellant powder polymer coating. The SEM micrograph is used to classified variety of gun propellant powder due to its different surface texture. All obtained results will be utilized to identify gun propellant powder types in criminal investigation and forensic science.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากได้รับการสนับสนุน และ คำแนะนำที่ดีจาก รศ.ดร.จิติ หนูแก้ว ผู้ซึ่งให้คำแนะนำปรึกษาทางวิชาการด้วยดีตลอดมา พร้อมทั้งปลูกฝังสิ่งดีงามให้นักศึกษาทุกคนอย่างจริงจัง

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยควอนตัมและสารกึ่งตัวนำทางแสง(QOS Lab) และ สถาบัน นิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม กลุ่มงานตรวจสอบอาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์ที่มี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้ในโครงการพิเศษนี้ รวมถึงผู้มีความรู้ ในห้องปฏิบัติการนี้ด้วย ไม่ว่าจะเป็น พันตำรวจโทกীরดี แปลกบรรจง และ พันตำรวจโทสุภฤกษ์ อภรณ์รัตน์ ที่คอยให้ความสะดวกในการทำโครงการและให้คำปรึกษา พี่มัทธมา สายโสภา (พี่มัท) ที่คอยให้คำแนะนำ และชี้แนะในเรื่อง XRD พี่ภาพพร ชี้อตระกูล (พี่น้อม) ที่คอยดูแลในการทำ โครงการ ขอขอบคุณนายอรรณพ จันทร์หอม(พี่นพ) อาจารย์เบญจพล ต้นอู่ (พี่เบญ) ดร.ศุภนิจ พรธีระ ภัทร (พี่หน่อง) นายอภิชาติ สังข์ทอง (พี่ชาติ) อาจารย์หุติยาพร ทิววงศ์ (พี่โม) และ อ.ปกรณ์ ประจวบวัน ที่คอยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาด้วยดีมาโดยตลอด

สุดท้ายต้องขอขอบคุณบิดา มารดาที่คอยเป็นกำลังใจ ให้คำแนะนำและสนับสนุนในทุก ด้านด้วยดีเสมอมา และเพื่อนๆชาวฟิสิกส์ประยุกต์ทุกคนที่เป็นกำลังใจ

นายปริญญา พันธุ์พรหม  
นายวัฒน์ บุญหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ดินปืน	4
2.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	8
2.2.1 กฎของแบรกก์	9
2.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด	11
2.3.1 หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด	12
บทที่ 3 ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย	15
3.1 การเตรียมดินส่งกระสุนปืน	16
3.2 เครื่องวัดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ รุ่น D8 Discover with GADDS	21
3.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด (SEM) รุ่น HITACHI S-2150	22
3.4 การตรวจสอบดินส่งกระสุนปืนด้วยเครื่องวัดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	23
3.5 การตรวจสอบดินส่งกระสุนปืนด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล	
4.1 การวิเคราะห์พื้นผิวดินส่งกระสุนปืนด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)	25
4.1.1 ดินส่งกระสุนปืนของกระสุนขนาด 9 มิลลิเมตร	25
4.1.1.1) 9mm Luger JHP Sellier&Belloc	25
4.1.1.2) 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
4.1.1.3) 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot	32
4.1.1.4) 9mm Luger speer LRN Thai Arms	34
4.1.1.5) 9mm PARA LRN HP Bullet master	36
4.1.2 ดินสั้กระสุนปืนของกระสุนขนาด .38	41
4.1.2.1) .38 Special LRN RAI Olympic arms	41
4.1.2.2) 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand)	43
4.1.2.3) .38 Super LRN R-P Bullet master	47
4.1.3 ดินสั้กระสุนปืนของกระสุนขนาด .45	52
4.1.3.1) .45 ACP FMJ R.P Bullet Master	52
4.1.3.2) .45 Auto FMJ R.P American Engle	56
4.1.1 ดินสั้กระสุนปืนของกระสุนขนาด .357	60
4.1.4.1) .357 Magnum JSP Winchester	60
4.2 การวิเคราะห์ดินสั้กระสุนปืนโดยใช้เครื่อง X-ray diffraction (XRD)	66
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	67
5.1 สรุปผลการวิจัย	67
เอกสารอ้างอิง	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของดินดำ (Black Powder)	4
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของไพโรเดกซ์ (Pyrodex)	5
รูปที่ 2.3 แสดงถึงดินไร้ควัน, ดินควันน้อย (Smokeless Powder)	6
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Tubular	6
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Lamel	7
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Cracked ball	7
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Ball	7
รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Perforated Disk (Fake)	8
รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Cordite	8
รูปที่ 2.10 การตกกระทบและการสะท้อนของรังสีเอ็กซ์	9
รูปที่ 2.11 รูปแบบของการเลี้ยวเบน	10
รูปที่ 2.12 แสดงองค์ประกอบภายในของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด	14
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	15
รูปที่ 3.2 เครื่อง XRD รุ่น D8 Discover with GADDS	21
รูปที่ 3.3(a) ส่วนประกอบภายในเครื่อง XRD	21
รูปที่ 3.3(b) ส่วนประกอบภายในเครื่อง XRD	22
รูปที่ 3.4 เครื่อง SEM รุ่น HITACHI S-2150	22
รูปที่ 3.5 ปืนกล	23
รูปที่ 3.6 เครื่องทำความเย็น	23
รูปที่ 3.7 แสดงการนำตัวอย่างมาทำการติดยึด และวิเคราะห์ด้วย XRD	23
รูปที่ 4.1(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	25
รูปที่ 4.1(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	26
รูปที่ 4.1(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.2(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellet เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	26
รูปที่ 4.2(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellet เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	27
รูปที่ 4.2(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellet เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	27
รูปที่ 4.3(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	28
รูปที่ 4.3(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	28
รูปที่ 4.3(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	28
รูปที่ 4.4(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	29
รูปที่ 4.4(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	29
รูปที่ 4.4(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	29
รูปที่ 4.5(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	30
รูปที่ 4.5(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	30
รูปที่ 4.5(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	30
รูปที่ 4.6(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.6(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	31
รูปที่ 4.6(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	31
รูปที่ 4.7(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	32
รูปที่ 4.7(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	32
รูปที่ 4.7(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	33
รูปที่ 4.8(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	33
รูปที่ 4.8(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	33
รูปที่ 4.8(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่ารูปที่	34
รูปที่ 4.9(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	34
รูปที่ 4.9(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	35
รูปที่ 4.9(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	35
รูปที่ 4.10(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	35
รูปที่ 4.10(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.10(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	36
รูปที่ 4.11(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	37
รูปที่ 4.11(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	37
รูปที่ 4.11(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	37
รูปที่ 4.12(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	38
รูปที่ 4.12(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	38
รูปที่ 4.12(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	38
รูปที่ 4.13(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	39
รูปที่ 4.13(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	39
รูปที่ 4.13(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	39
รูปที่ 4.14(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	40
รูปที่ 4.14(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	40
รูปที่ 4.14(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.15(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic armsเมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	41
รูปที่ 4.15(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic armsเมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	41
รูปที่ 4.15(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic armเมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	41
รูปที่ 4.16(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic armเมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	42
รูปที่ 4.16(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic armเมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	42
รูปที่ 4.1 (c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic armเมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	43
รูปที่ 4.17(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	43
รูปที่ 4.17(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	44
รูปที่ 4.17(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	44
รูปที่ 4.18(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	44
รูปที่ 4.18(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	45
รูปที่ 4.18(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	45
รูปที่ 4.19(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.19(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	46
รูปที่ 4.19(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	46
รูปที่ 4.20(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	46
รูปที่ 4.20(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	47
รูปที่ 4.20 (c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	47
รูปที่ 4.21(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	48
รูปที่ 4.21(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	48
รูปที่ 4.21(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	48
รูปที่ 4.22(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	49
รูปที่ 4.22(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	49
รูปที่ 4.22(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	49
รูปที่ 4.23(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	50
รูปที่ 4.23(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.23(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	50
รูปที่ 4.24(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	51
รูปที่ 4.24(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	51
รูปที่ 4.24(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	51
รูปที่ 4.25(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	52
รูปที่ 4.25(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	52
รูปที่ 4.25(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	53
รูปที่ 4.26(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	53
รูปที่ 4.26(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	53
รูปที่ 4.26(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	54
รูปที่ 4.27(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	54
รูปที่ 4.27(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	54
รูปที่ 4.27(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.28(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	55
รูปที่ 4.28(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	55
รูปที่ 4.28(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	56
รูปที่ 4.29(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	56
รูปที่ 4.29(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	57
รูปที่ 4.29(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	57
รูปที่ 4.30(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	57
รูปที่ 4.30(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	58
รูปที่ 4.30(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	58
รูปที่ 4.31(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	58
รูปที่ 4.31(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	59
รูปที่ 4.31(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	59
รูปที่ 4.32(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินส่งกระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.32(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	60
รูปที่ 4.32(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	60
รูปที่ 4.33(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	61
รูปที่ 4.33(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	61
รูปที่ 4.33(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	61
รูปที่ 4.34(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า	62
รูปที่ 4.34(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า	62
รูปที่ 4.34(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ภาพคินส์กระสุนปืนชนิดต่างๆ จากกล้องไมโครสโคป	16
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของคินส์กระสุนปืนชนิดต่างๆ	63



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันที่สื่อต่างๆนำเสนอข่าวในรูปแบบต่าง ๆ นั้น ทุกครั้งที่ได้รับชมข่าวพบว่าจะต้องมีข่าวอาชญากรรมรวมอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งเป็นการยืนยันว่าในปัจจุบันปัญหาอาชญากรรมมีการเพิ่มขึ้น รูปแบบการเกิดอาชญากรรมมีหลายรูปแบบด้วยกัน แต่รูปแบบที่พบบ่อยในปัจจุบันเป็นไปในลักษณะการใช้อาวุธปืนในการก่อคดี และยังพบว่า การสืบสวนสอบสวนในคดีลักษณะเช่นนี้พบว่าในขบวนการสืบสวนสอบสวนมีความยุ่งยากและใช้เวลาในการดำเนินการพอสมควร ในกรณีปกติคือเมื่อมีการใช้อาวุธปืนในการก่อคดีจะพบปลอกกระสุนปืนหรือหัวกระสุนปืนซึ่งเป็นวัตถุพยานที่จะใช้ในการสืบสวนคดีต่อไป โดยปลอกกระสุนจะบอกว่าเป็นกระสุนขนาดเท่าไรและยี่ห้ออะไร ส่วนหัวกระสุนจะบอกถึงชนิดของปืนและวิถีกระสุนได้ แต่สำหรับในกรณีของคดีที่ไม่พบปลอกกระสุนหรือหัวกระสุนในสถานที่เกิดเหตุ พบเพียงเศษหัวกระสุนหรือวัตถุพยานอื่นที่ไม่สามารถระบุรายละเอียดได้ ในกรณีเช่นนี้จะต้องมีการนำเศษหัวกระสุนหรือวัตถุพยานที่สามารถเก็บได้ในสถานที่เกิดเหตุไปตรวจพิสูจน์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูง เช่น เครื่อง X-ray diffraction เครื่อง X-ray fluorescence และ Scanning Electron Microscope เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือดังกล่าวต้องใช้เวลาในการดำเนินการพอสมควร ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการทำฐานข้อมูลของส่วนประกอบของกระสุนปืน ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลของหัวกระสุน ดินส่งกระสุนปืนและการจำลองบาดแผลและวิถีกระสุน ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและทำฐานข้อมูลในส่วนของคุณสมบัติดินส่งกระสุนปืน

ดินปืนคือสารเคมีที่ไวไฟยิ่งยวด และสร้างแก๊ส โดยแก๊สเหล่านี้จะไปขับเคลื่อนกระสุนในปืน โดยการเผาไหม้ช้าเกินกว่าจะทำลายลำกล้อง ดินปืนถูกสร้างขึ้นโดยคนชาวจีน หลักฐานชิ้นแรกคือ ดินปืนดำในศตวรรษที่ 13 โดยส่วนผสมง่ายๆของดินปืนคือ จี้อ่างขาว (ดินประสีว โปแทสเซียมไนเตรต) 75% ผงถ่าน 10% กำมะถัน 15% โดยปริมาตร นำมาบดรวมกัน ปัจจุบันดินปืนจะเปลี่ยนเป็นรูปอัดแท่ง หรือเกล็ด

เนื่องจากดินส่งกระสุนปืนที่บรรจุในกระสุนแต่ละยี่ห้อจะมีความแตกต่างกันในด้านส่วนผสม ด้วยเหตุนี้การที่นำดินส่งกระสุนปืนมาวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง X-ray diffraction และ Scanning Electron Microscope จะช่วยบอกส่วนผสมและสัดส่วนของดินส่งกระสุนปืนแต่ละยี่ห้อได้ โดยเครื่อง X-ray diffraction จะช่วยบอกว่าดินส่งกระสุนปืนนั้นมีสารประกอบใดบ้างและยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถบอกลักษณะโครงสร้างของอะตอมได้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้สามารถระบุส่วนประกอบของดินสังกะสุนปืนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเครื่อง Scanning Electron Microscope จะช่วยให้สามารถดูสภาพพื้นผิวของดินสังกะสุนปืนได้ โดยในการศึกษาจะใช้ทั้ง เครื่อง X-ray diffraction และ Scanning Electron Microscope ในการวิเคราะห์

สำหรับงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ดินปืนเพื่อทำฐานข้อมูล ซึ่งฐานข้อมูลนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์วัตถุพยานในคดีต่างๆ และฐานข้อมูลนี้จะช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์วัตถุพยาน และอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ต่อไปในอนาคต

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาประวัติความเป็นมาของดินสังกะสุนปืน
2. เพื่อทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบดินสังกะสุนปืนในแต่ละชนิด
3. เพื่อศึกษาส่วนประกอบและสัดส่วนของส่วนผสมดินสังกะสุนปืนในดินปืน
4. เพื่อศึกษาลักษณะสภาพพื้นผิวของดินสังกะสุนปืน
5. เพื่อศึกษาวิธีการใช้เครื่อง X-ray diffraction และ Scanning Electron Microscope ในการตรวจสอบดินสังกะสุนปืน
6. เพื่อทำฐานข้อมูลของดินสังกะสุนปืน

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงประวัติความเป็นมาของดินสังกะสุนปืน ต่อมาจะนำดินสังกะสุนปืนมาตรวจสอบดูส่วนประกอบและธาตุต่างๆ ที่อยู่ในดินสังกะสุนปืน และตรวจสอบดูลักษณะสภาพพื้นผิวของดินสังกะสุนปืน โดยจะใช้เครื่อง X-ray diffraction และ Scanning Electron Microscope ทำการตรวจสอบ แล้วทำฐานข้อมูลเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากดินสังกะสุนปืน เพื่อทำการเปรียบเทียบกับคราบดินสังกะสุนปืนที่ได้จากของกลางหาเพื่อพิสูจน์หาข้อเท็จจริงได้

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. มีความรู้ความเข้าใจถึงประวัติความเป็นมาของดินสังกะสุนปืน
2. สามารถทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบดินสังกะสุนปืนแต่ละชนิดได้
3. มีความรู้และสามารถทราบสัดส่วนและส่วนประกอบต่างๆ ของดินสังกะสุนปืนได้
4. สามารถแบ่งลักษณะของสภาพพื้นผิวของดินสังกะสุนปืนในแต่ละชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถใช้เครื่อง X-ray diffraction และ Scanning Electron Microscope ได้
6. สามารถทำฐานข้อมูลของคินส์กระดูกสันป็นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 ดินปืน

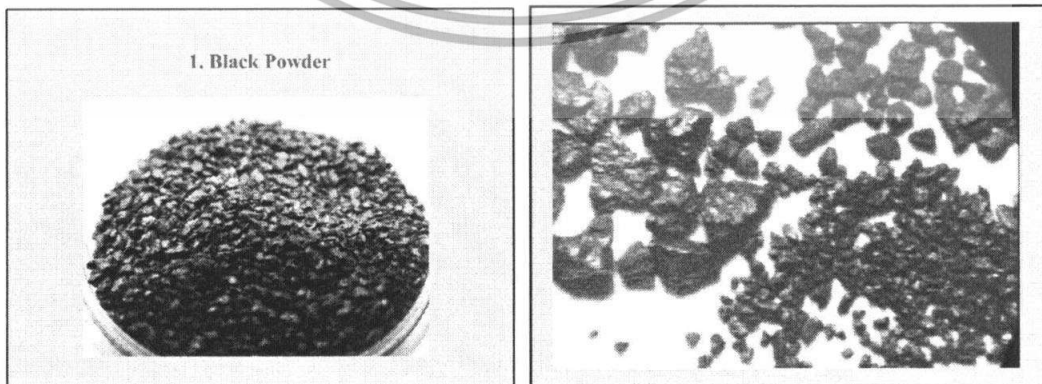
ดินปืน (Gun Powder) หรือ ดินส่งกระสุนปืน(Propellant) ดินปืนพบครั้งแรกโดยชาวจีนในราวปี ค.ศ. 1130 ซึ่งชาวจีนรู้จักการเล่นประทัดและดอกไม้ไฟมาตั้งแต่สมัยโบราณ ต่อมาชาวสเปนที่มาติดต่อกับชาวจีนได้นำไปแพร่หลายในยุโรป โดยบันทึกในยุโรปปรากฏว่า Roger Bacon พระชาวเองโกลแซกซัน ได้เขียนสูตรไว้ว่ามีส่วนผสมประกอบ Saltpeter หรือดินประสิว 78% ถ่าน 4 % กำมะถัน 18 %

ดินปืนมี 3 ชนิด คือ

- 1.ดินดำ (Black Powder)
- 2.Pyrodex
- 3.ดินไร้ควัน ( Smokeless Powder )

1. ดินดำเป็นดินปืนที่มีส่วนผสมระหว่าง ดินประสิว( $KNO_3$ ) 75%  
 กำมะถัน 12%  
 ถ่าน 13%

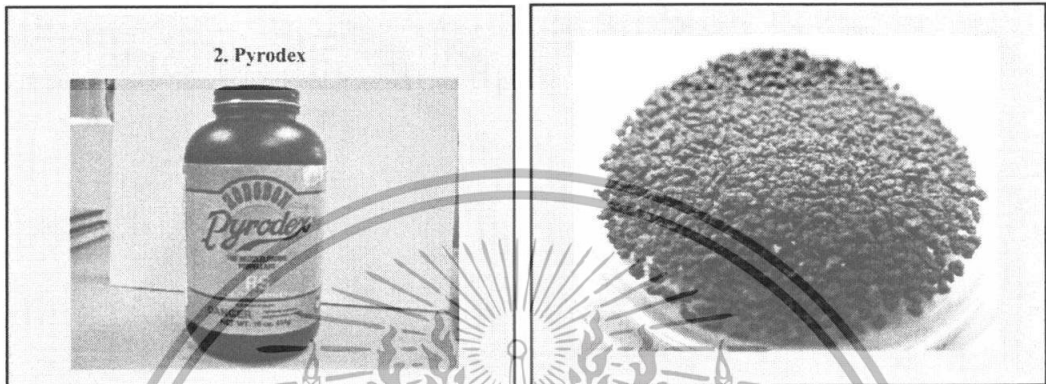
ซึ่งอัตราส่วนสามารถปรับเปลี่ยนไปได้แล้วแต่ผู้ผลิต ถ้าต้องการให้ลูกใหม่เร็วก็คัดสัดส่วนของถ่านลง ถ้าต้องการลูกใหม่นานก็เพิ่มสัดส่วนของถ่าน



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของดินดำ(Black Powder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไพโรเดคซ์ (Pyrodex) ค้นพบในศตวรรษที่ 20 โดย Hodgdon Powder Company มีคุณสมบัติคล้ายดินดำ แต่เผาไหม้ดีกว่าดินดำ ทั้งคราบเขม่าตกค้างในลำกล้องน้อยกว่าดินดำ ควันก็น้อยกว่าดินดำ เนื้อดินปืนก็ฟูกว่าดินดำ และทนความร้อนและการเสียดสีได้ดีกว่าดินดำ



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของ Pyrodex

3. ดินไร้ควัน, ดินควันน้อย (Smokeless Powder) เป็นสารประกอบไนโตรเซลลูโลส เดิมได้มาจากการนำเอาสำลี หรือ ฝ้ายมาทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกเข้มข้น ฝ้าย หรือสำลี เมื่อแห้งจะติดไฟได้ จึงเรียกได้ว่า Guncotton เมื่อเผาไหม้จะไม่มี ควันจึงเรียกดินไร้ควัน (Smokeless Powder) แต่ที่จริงยังมีควันแต่น้อย จึงเรียก ดินควันน้อย ก็มีเรียกกันในปัจจุบันในการผลิตในอุตสาหกรรมได้จากนำท่อนไม้มาข่อยให้ละเอียดพร้อมทั้งสกัดเอาแทนนินออกแล้วจึงนำมาทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกเข้มข้น

ดินไร้ควัน (Smokeless Powder) แบ่งเป็น 3 ประเภท

3.1 ดินฐานเดี่ยว (Single-Base Powder) คือ ดินปืนที่ประกอบด้วย ไนโตรเซลลูโลสแต่เพียงอย่างเดียวอัตราการเผาไหม้ไม่เร็วนักใช้ในปืนที่ลำกล้องมีขนาดเล็กที่ความเร็วต้นของกระสุนไม่มากนัก และลำกล้องต้องไม่ยาวเกินไป เหมาะสำหรับการเป็นดินขับกระสุนปืนที่ใช้กับปืนสั้น

3.2 ดินฐานคู่ (Double-Base Powder) คือ ดินปืนที่ประกอบด้วยไนโตรเซลลูโลสและไนโตรกลีเซอรอลเติมไนโตรกลีเซอรอลลงไปเพิ่มความเร็วในการระเบิดให้รวดเร็วขึ้นซึ่งไนโตรกลีเซอรอลเป็นวัตถุระเบิดแรงสูงจึงนิยมใช้เป็นดินปืนสำหรับปืนใหญ่แต่มีข้อเสียคือลำกล้องปืนมีความร้อนสูง และมีเปลวไฟออกทางปากลำกล้องมากเกินไปเมื่อมีความร้อนสูงก็ทำให้ลำกล้องสึกกร่อนอย่างรวดเร็วและในขณะเดียวกันการมีเปลวไฟออกทางปากลำกล้องมากเกินไปในทางการทหารเป็นการเปิดที่ตั้งให้ข้าศึกเห็นได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

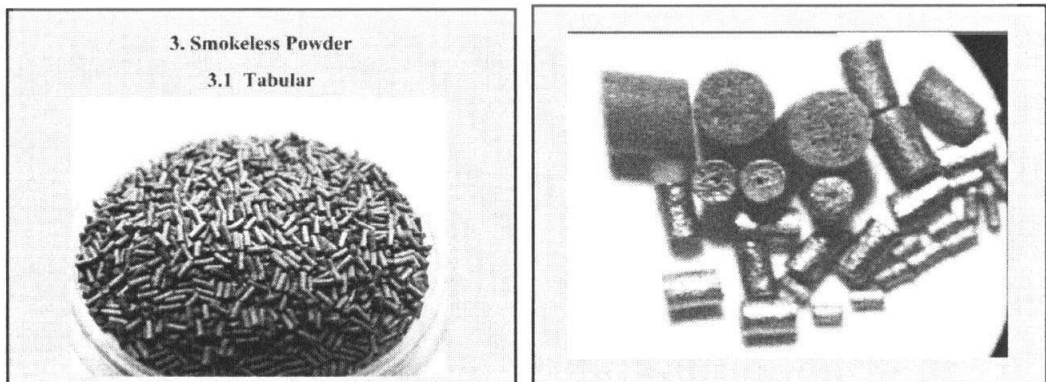
3.3 ดินสามฐาน ( Triple-Base Powder) คือดินปืนที่ประกอบด้วยไนโตรเซลลูโลสและไนโตรกลีเซอรอลผสมกันและ Nitroguanidine ได้แก่ ดิน Cordite จากข้อเสียของดินสองฐานจึงมีการเติม Nitroguanidine เพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นลงเพื่อช่วยยืดอายุของล้ากล้อปืนและลดเปลวไฟที่ออกทางปากล้ากล้อ



รูปที่ 2.3 แสดงถึงดินไร้ควัน, ดินควันน้อย (Smokeless Powder)

การที่ต้องผลิตให้ดินไร้ควันมีรูปร่างต่างออกไป ก็เพื่อต้องการเผาไหม้ที่เหมาะสมกับชนิดของกระสุนปืน และขนาดของปืน ความยาวของล้ากล้อปืน ถ้าเป็นปืนที่ล้ากล้อสั้นก็ต้องดินปืนที่มีการเผาไหม้เร็ว ขณะที่ลูกกระสุนปืนหลุดออกจากปากล้ากล้อก็ควรจะเผาไหม้หมดไม่เหลือซาก การผลิตรูปแบบของเม็ดดินปืนจะต้องให้มีพื้นที่ให้เผาไหม้มากที่สุด เพราะว่าดินปืนจะลุกไหม้จากผิวหน้าของเม็ดดินปืน เมื่อยังเผาไหม้เม็ดดินปืนยังเล็กลง การเผาไหม้ก็ช้าลง แรงดันของแก๊สในล้ากล้อปืนจะลดลง ถ้าล้ากล้อปืนที่ยาวมาก ลูกกระสุนปืนยังไม่พ้นปากล้ากล้อ ความดันลดลงจะเป็นเหตุให้ลูกกระสุนปืนหลุดออกจากปากล้ากล้อปืนช้าจะทำให้เสียความแม่นยำของกระสุนปืนไป และลักษณะของดินไร้ควันประเภทต่างๆ มีดังนี้

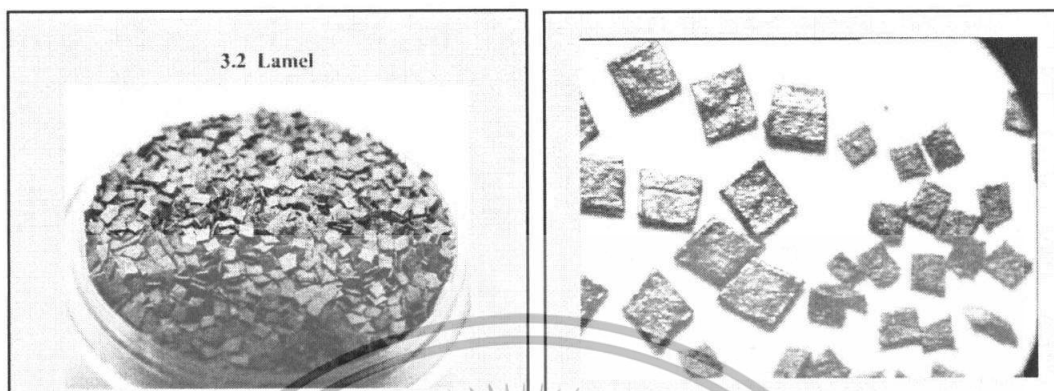
1.Tabular มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกมีรูตรงกลางซึ่งอาจมีรูเดียวหรือหลายรูก็ได้ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Tubular

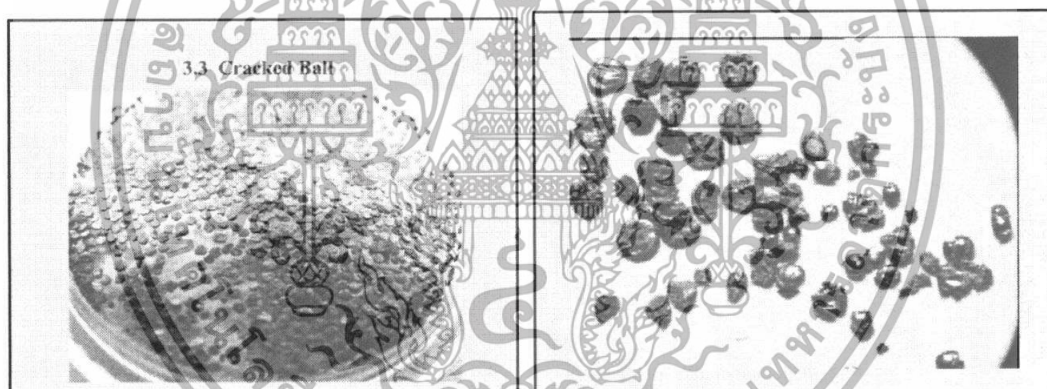
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Lamel มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมแบน ดังรูปที่ 2.5



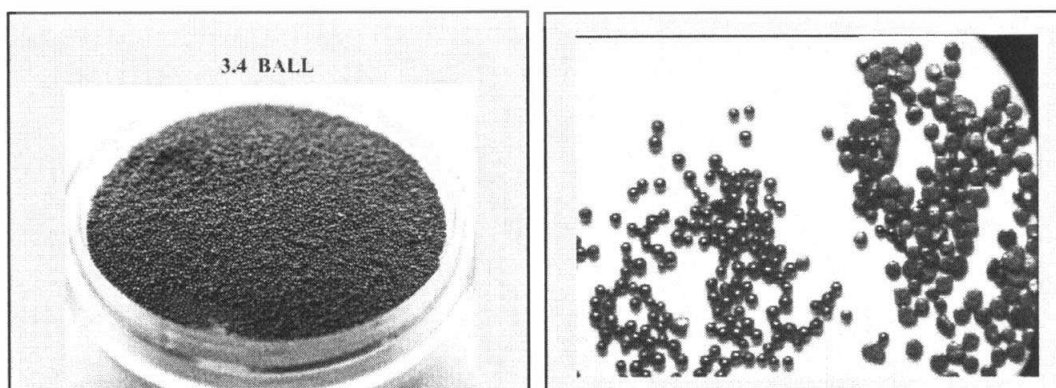
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Lamel

3. Cracked ball มีลักษณะค่อนข้างกลมแบน ดังรูปที่ 2.6



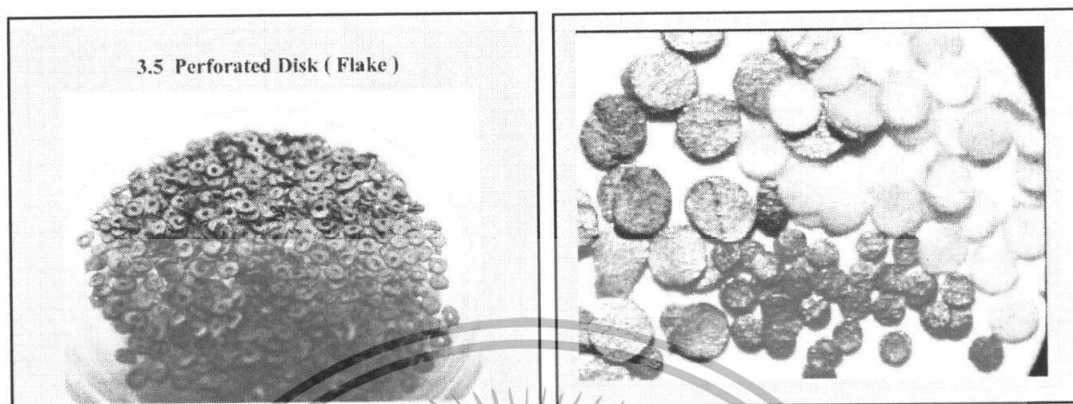
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Cracked ball

4. Ball มีลักษณะเป็นทรงกลม ดังรูปที่ 2.7



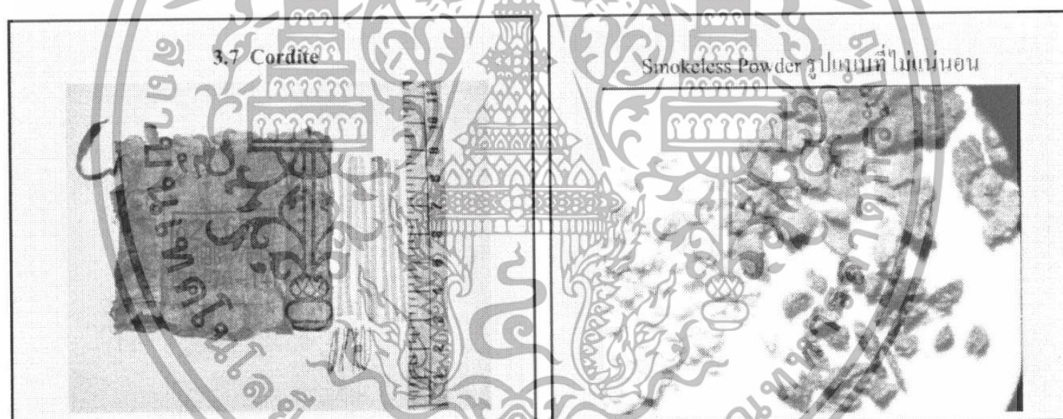
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Ball เพื่อใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. Perforated Disk (Fake) มีลักษณะเป็นแผ่นกลมแบนมีรูตรงกลาง ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงแสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Perforated Disk (Fake)

## 6. Cordite มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงแสดงลักษณะดินไร้ควันประเภท Cordite

## 2.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์

การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (x-ray diffraction) จะอาศัยหลักการของแสงที่แสดงคุณสมบัติเป็นคลื่น (wave) การศึกษาโครงสร้างผลึกจากการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ใช้วิธี  $\theta$ - $2\theta$  ดิฟแฟรคโทมิเตอร์ ( $\theta$ - $2\theta$  Diffractometer Method) เทคนิคนี้ใช้รังสีเอ็กซ์ความยาวคลื่นเดียว (ความยาวคลื่น 0.1542 nm) ตกกระทบตัวอย่าง ซึ่งอาจเป็นผลึกเดี่ยวหรือวัสดุหลายผลึกก็ได้ ซึ่งตัวอย่างจะหมุนไปเป็นมุม  $\theta$  ในขณะที่อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณรังสีเอ็กซ์ (X-ray detector) จะเคลื่อนที่ไปเป็นมุม  $2\theta$  เพื่อให้การเลี้ยวเบนสอดคล้องกับกฎของแบรกก์

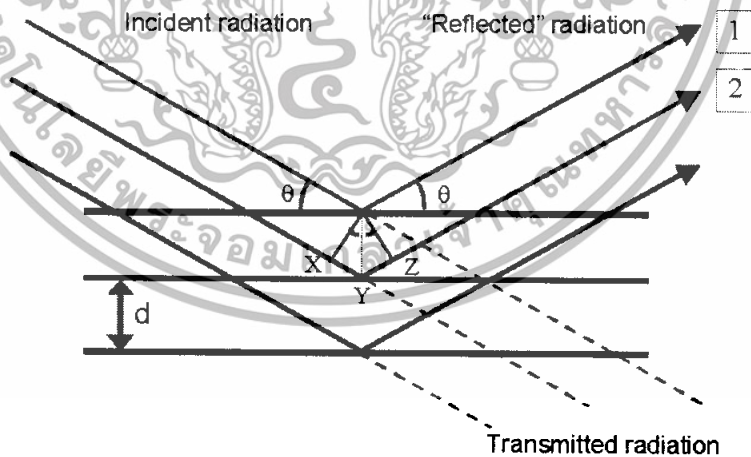
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.1 Bragg's Law**

ในปี พ.ศ. 2455 (ค.ศ. 1912) W.H. Bragg และ W.L. Bragg ได้เสนอแนวคิดที่เราสามารถมองว่าผลึกจัดเรียงตัวเป็นชั้น ( layer ) หรือ ระนาบ ( plane ) ของอะตอมซึ่งสามารถสะท้อนคลื่นที่ตกกระทบ โดยมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ทั้งนี้ลำคลื่นที่สะท้อนออกไปจากระนาบต่างๆ ดังกล่าวจะมีความเข้มสูง ถ้าหากความแตกต่างระหว่างระยะเดินทาง (path difference) ของคลื่นที่สะท้อนจากระนาบที่อยู่ข้างเคียง จะมีค่าเป็นจำนวนเท่าของความยาวคลื่นที่ตกกระทบ ดังสมการ

$$2 d_{hkl} \sin \theta = n \lambda$$

- เมื่อ  $d_{hkl}$  คือ ระยะระหว่างระนาบ
- $\theta$  คือ มุมสะท้อนจากระนาบแบรกก์ของรังสีเอ็กซ์ซึ่งจะเท่ากับมุมตกกระทบ
- $n$  คือ อันดับการเลี้ยวเบน มีค่าตั้งแต่ 1,2,3,...
- $\lambda$  คือ ความยาวคลื่น

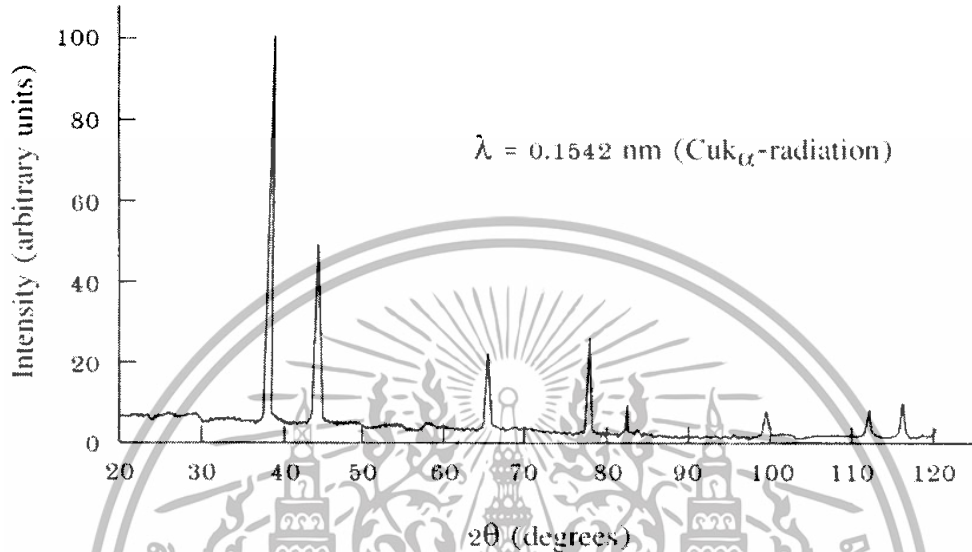


**รูปที่ 2.10** การตกกระทบและการสะท้อนของรังสีเอ็กซ์

ระนาบต่างๆของผลึกไม่ได้ก่อให้เกิดการสะท้อนเสมอไป ระนาบใดที่รังสีเอ็กซ์ตกกระทบแล้วกระเจิงออกมาอย่างสอดคล้องกับกฎของแบรกก์ เรียกว่าระนาบแบรกก์ (Bragg plane) และมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่รังสีสะท้อนทำกับแนวที่ขนานกับรังสีตกกระทบเรียกว่ามุมเลี้ยวเบน (diffraction angle) ซึ่งมีค่าเป็นสองเท่าของมุมสะท้อน แสดงการตกกระทบและการสะท้อนของรังสีเอ็กซ์ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.11 รูปแบบของการเลี้ยวเบน

รูปที่ 2.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์และมุมเลี้ยวเบน เรียกว่า รูปแบบของการเลี้ยวเบน (Diffraction pattern) ซึ่งสำหรับธาตุหรือสารประกอบต่างชนิดกันก็จะมี Diffraction pattern ต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากยอด (peak) ใน Diffraction pattern สำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกนั้น สามารถทำได้โดยการคำนวณ หรือตรวจสอบข้อมูลที่ได้จาก Diffraction pattern กับ Powder Diffraction File (PDF) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของวัสดุที่ได้ จากการรวบรวมรายงานการศึกษาและวิเคราะห์วัสดุด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชัน (X-ray diffraction) โดยข้อมูลส่วนใหญ่จะมาจากเอกสารทางวิชาการต่างๆ ก่อนจะตีพิมพ์ในหนังสือ หรือ CD-ROM เป็นประจำทุกปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลมาตรฐานสำหรับการอ้างอิง

บัตรข้อมูล PDF ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้คือ

1. เซตและหมายเลขไฟล์ (set and file number)
2. พีคที่มีความเข้มมากที่สุด 3 ลำดับแรก (three strongest lines)
3. พีคที่ตำแหน่งมุมต่ำที่สุด (lowest-angle line)
4. สูตรเคมีและชื่อสาร (chemical formula and name of substance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อมูลวิธีการเลี้ยวเบนที่ใช้ (data on diffraction method used) เช่น แหล่งกำเนิด เอ็กซเรย์และฟิลเตอร์ เป็นต้น
6. ข้อมูลทางผลึกวิทยา (crystallographic data) เช่น รูปร่างผลึก และ ขนาดหน่วยเซลล์ เป็นต้น
7. ข้อมูลทางแสงและอื่นๆ (optical and other data)
8. ข้อมูลของตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ (data on specimen)
9. รูปแบบการกระเจิงรังสีเอกซเรย์ของวัสดุ (diffraction pattern) จะบอกค่าความเข้มสัมพัทธ์ ( $I/I_1$ ) ซึ่งแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของพีคที่มีความเข้มสูงสุด และระนาบผลึก (hkl)

### 2.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด (Scanning Electron Microscope : SEM)

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope : EM) เครื่องแรกสร้างขึ้นในปี ค.ศ.1930 โดย Manfred Von Ardenne ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบโดยทั่วไประหว่างกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope : OM) มีความคล้ายคลึงกันแต่กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีความซับซ้อนกว่ามาก และตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาต้องมีการเตรียมต่างจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง คือ ตัวอย่างต้องแห้งและนำไฟฟ้า เนื่องจากระบบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทำงานในระบบสุญญากาศและใช้อิเล็กตรอนเป็นสื่อกลางในการกำเนิดภาพ ดังนั้นถ้าผิวของตัวอย่างไม่นำไฟฟ้าทำให้อิเล็กตรอนบางส่วนตกค้างอยู่บนผิวของตัวอย่างทำให้เกิด charging effects ถ้าอิเล็กตรอนจะเลี้ยวเบนไปจากบริเวณดังกล่าวทำให้ไม่สามารถควบคุมความสว่างและไม่สามารถโฟกัสภาพได้

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนใช้ลำอิเล็กตรอนแทนลำแสง เมื่ออิเล็กตรอนถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดจะถูกเร่งด้วยศักย์ไฟฟ้าสูงผ่านสนามไฟฟ้าในสุญญากาศ ทำให้ความยาวคลื่นของอิเล็กตรอนสั้นกว่าความยาวคลื่นแสงมาก จากการที่อิเล็กตรอนมีประจุลบและมีสนามแม่เหล็ก รอบตัวในแนวตั้งฉากในขณะกำลังเคลื่อนที่ ทำให้สามารถบังคับลำอิเล็กตรอนให้เบี่ยงเบนได้โดยอำนาจสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีประโยชน์ในการสร้างระบบเลนส์ให้เกิดกำลังขยายขึ้นภายในกล้อง จากลักษณะการนำอิเล็กตรอนที่ผ่านระบบเลนส์มาใช้งาน ทำให้แบ่งกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้ 2 แบบ คือ

1) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope : TEM) ใช้ในการส่องดูภาคตัดขวางของตัวอย่าง ซึ่งผ่านการเตรียมเป็นแผ่นบางให้อิเล็กตรอนทะลุผ่านไป

ตกกระทบฉากเรืองแสง (Fluorescent screen) เกิดภาพขยายที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและสามารถบันทึกรูปถ่ายไมโครกราฟ (Micrograph) ได้โดยตรง

2) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) ใช้ในการส่องดูลักษณะพื้นผิวของตัวอย่าง ได้จากการบังคับลำอิเล็กตรอนให้กวาดไปบนพื้นผิวแล้วแล้วแสดงผลบนจอ cathode ray tube (CRT) มีลักษณะของภาพเป็นภาพขาวดำ มีกำลังขยาย 10 – 300,000 เท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง หลักการทำงาน คือ อันตรกิริยาของอิเล็กตรอนกับตัวอย่างทำให้เกิดอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary electron : SE) และจับสัญญาณโดยตัวตรวจจับสัญญาณ (Detector) นำสัญญาณที่ได้ไปขยายและสร้างภาพบนจอ cathode ray tube (CRT)

### 2.3.1 หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด

การทำงานของกล้อง SEM เริ่มจากแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนเรียกว่า แคโทด (Cathode) เนื่องจากเป็นขั้วลบ ทำหน้าที่ผลิตอิเล็กตรอน จากนั้นกลุ่มอิเล็กตรอนจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้าในช่วง 1 – 40 keV พร้อมทั้งบีบกลุ่มอิเล็กตรอนให้เป็นลำอิเล็กตรอนโดยระบบของเลนส์อิเล็กตรอน (Electron lens) ซึ่งมี 2 ชนิด คือ เลนส์คอนเดนเซอร์ (Condenser lens) และเลนส์วัตถุ (Objective lens) ทำหน้าที่โฟกัสภาพ ขณะเดียวกันลำอิเล็กตรอนจะกวาดไปบนผิวตัวอย่างโดยขดลวดสนามแม่เหล็ก (Scanning coils) บนระนาบ  $x - y$  สิ่งสำคัญในการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด คือการเลือกสัญญาณจากอันตรกิริยาของอิเล็กตรอนกับอะตอมของตัวอย่างมาสร้างเป็นภาพ ความต่างจากผลของอันตรกิริยาคือชนิดของตัวอย่างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของธาตุในเนื้อตัวอย่างและกระบวนการวัดสัญญาณด้วยตัวตรวจจับสัญญาณ แบบต่างๆ

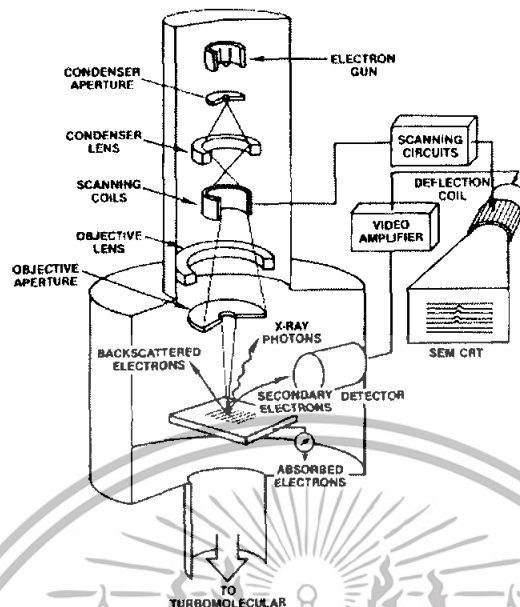
สัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary electron : SE) มีความสำคัญมากในการศึกษาลักษณะพื้นผิวของตัวอย่าง เนื่องจากสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิที่หลุดออกมาส่วนมากจะมาจากบริเวณผิวของตัวอย่าง สัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิเกิดจากอิเล็กตรอนปฐมภูมิ (Primary electron : PE) ถ่ายโอนพลังงานให้แก่อะตอมของตัวอย่าง บริเวณชั้นอิเล็กตรอนหรืออิเล็กตรอนของตัวอย่างได้รับพลังงานสูงเกินกว่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอะตอม อิเล็กตรอนก็จะหลุดออกจากอะตอมกลายเป็นอิเล็กตรอนทุติยภูมิ อีกทั้งสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิมีพลังงานต่ำ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนปฐมภูมิลงไปกระตุ้นอะตอมของตัวอย่างในบริเวณลึกจากผิวตัวอย่าง โอกาสที่สัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ จะหลุดออกมาจากชั้นความลึกนั้นมีน้อยเพราะสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิจะถูกดูดกลืนโดยอะตอมบนผิวก่อนที่จะเล็ดลอดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จะถูกดึงเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณ ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากบริเวณที่เกิดอันตรกิริยาระหว่างอิเล็กตรอนกับผิวของตัวอย่างจะมีสัญญาณหลายชนิด ดังนั้นต้องเลือกสัญญาณเฉพาะที่ต้องการ ในกรณีของสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จะถูกดึงโดยสนามไฟฟ้าจากตัวตรวจจับสัญญาณ สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีพลังงานต่ำจะเคลื่อนที่อยู่ในบริเวณผิวของตัวอย่างหลังจากสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ถูกดึงโดยสนามไฟฟ้าที่ถูกไบแอสไว้ สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จะเคลื่อนเข้าสู่บริเวณ scintillator ซึ่งทำมาจาก  $\text{CaF}_2$  และฉาบผิวด้วยอลูมิเนียมบางทำหน้าที่เป็น collector ไบแอสศักดาไฟฟ้าที่ 12 kV ซึ่งสนามไบแอสนี้จะเร่งให้สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนเข้าชน scintillator ทำให้เกิดสัญญาณแสง และจะถูกส่งไปตาม light guide เพื่อเปลี่ยนจากสัญญาณแสงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วจึงทำการขยายสัญญาณ เพื่อส่งต่อไปให้ระบบสร้างภาพบนจอ CRT กล่าวคือเมื่ออิเล็กตรอนถูกบีบเป็นลำอิเล็กตรอนและโฟกัสด้วยเลนส์แม่เหล็กลงบนผิวของตัวอย่าง ลำอิเล็กตรอนจะถูกควบคุมโดยชุด scanning coils ซึ่งเป็นขดลวดที่สร้างสนามแม่เหล็กควบคุมการกวาดของลำอิเล็กตรอนไปบนผิวของตัวอย่าง ซึ่งการกวาดบนผิวของตัวอย่างนี้จะทำให้ได้สัญญาณต่างๆ สัญญาณควบคุมการกวาดบนพื้นผิวนี้จะทำงานเข้าจังหวะกับชุดควบคุมการสแกนของจอภาพ CRT จุดต่อจุดและเส้นต่อเนื่อง ในขณะเดียวกันสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จะถูกนำไปควบคุมปริมาณความมืดสว่างบนจอ CRT เกิดเป็นภาพขึ้นตามระนาบการกวาดของลำอิเล็กตรอนในกล้องจุลทรรศน์แบบ SEM เนื่องจากพื้นที่ที่แสดงจอภาพ CRT โด่กว่าพื้นที่การกวาดบนผิวของตัวอย่างโดยลำอิเล็กตรอนในกล้องจุลทรรศน์ ดังนั้นจึงเกิดความสัมพันธ์ของกำลังขยายของภาพขึ้นดังนี้

$$\text{กำลังขยาย} = \frac{\text{พื้นที่บน CRT}}{\text{พื้นที่ของการกวาดบนตัวอย่างของลำอิเล็กตรอน}}$$

ชุดของ scanning coils นี้เป็นตัวควบคุมพื้นที่ของการกวาดบนตัวอย่างของลำอิเล็กตรอน และนอกจากควบคุมพื้นที่ในการกวาดแล้วยังควบคุมความเร็วในการกวาดอีกด้วย ซึ่งลักษณะความเร็วในการกวาดนี้จะทำให้ภาพที่ออกมามีความละเอียดแตกต่างกัน ถ้าเราใช้ความเร็วในการกวาดมีความเร็วสูงเราจะได้ภาพที่มีความละเอียดต่ำกว่าการใช้ความเร็วต่ำในการกวาด แสดงองค์ประกอบภายในของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกวาด ดังรูปที่ 2.12

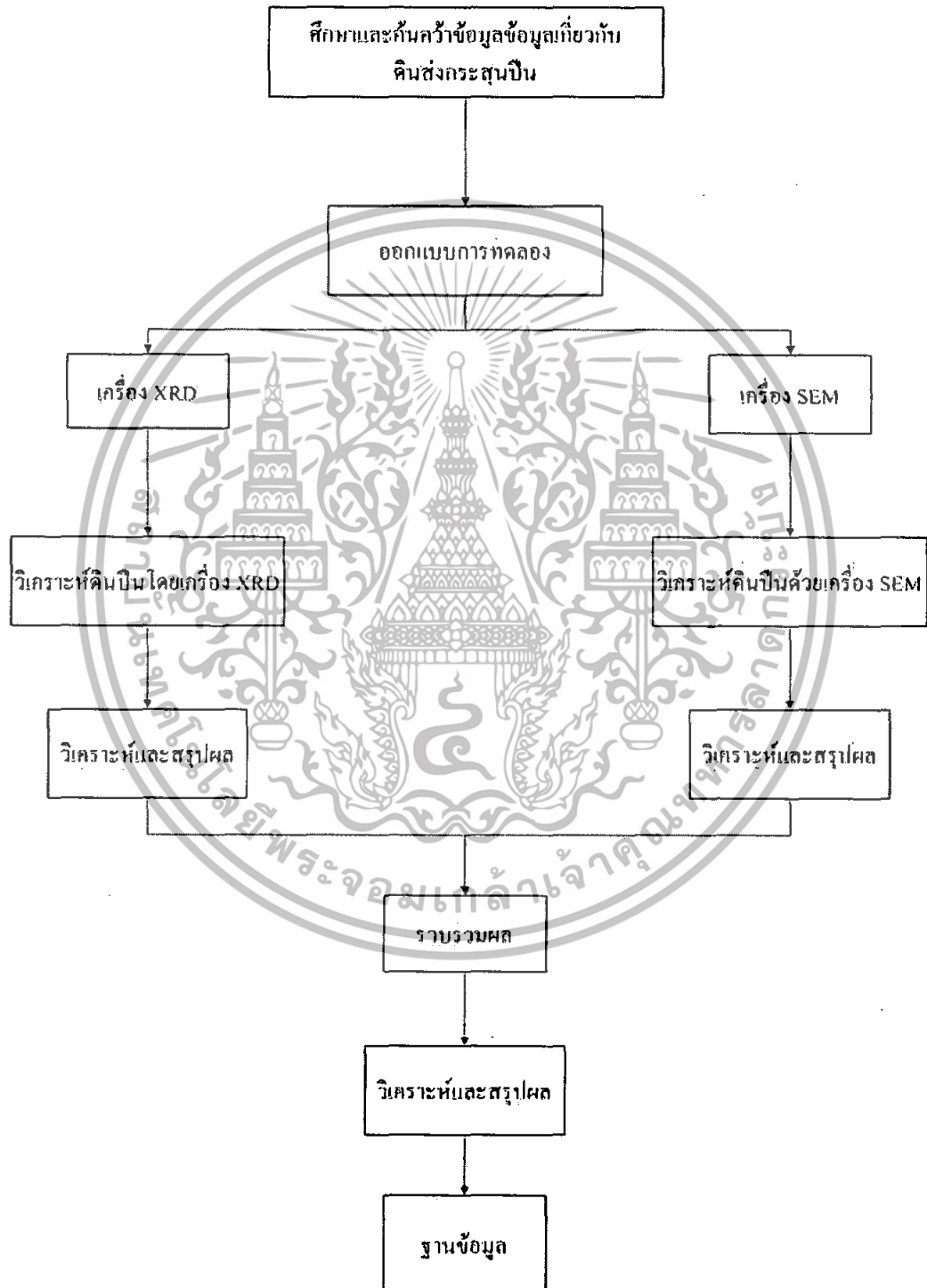


รูปที่ 2.12 แสดงองค์ประกอบภายในของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลื่อนกราด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



### รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

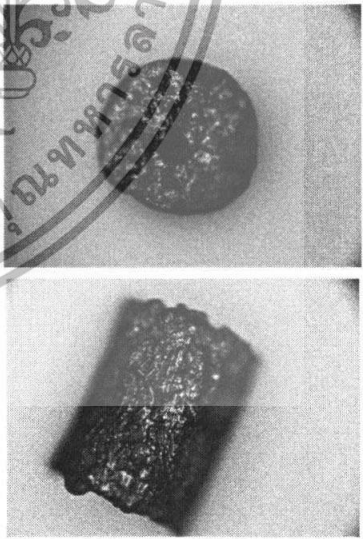
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มจากการทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบพื้นฐานของกระสุนปืน และดินสักระสุนปืน ออกแบบการทดลอง เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่อง X-ray diffraction และ เครื่อง Scanning Electron Microscope จากนั้นเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ดินสักระสุนปืนด้วยเครื่องทั้งสามชนิดดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น โดยวิธีการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปตามหลักการและวิธีในการวัดของเครื่องแต่ละเครื่อง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากแต่ละเครื่องมาวิเคราะห์และสรุปผล และจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแต่ละเครื่องมารวบรวม ทำการวิเคราะห์และสรุปผลอีกครั้งหนึ่ง สุดท้ายนำข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์และสรุปผลแล้วไปทำเป็นฐานข้อมูล

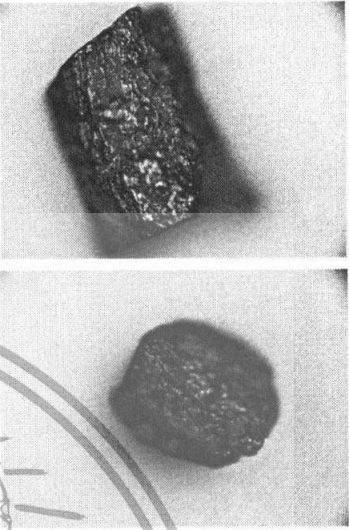
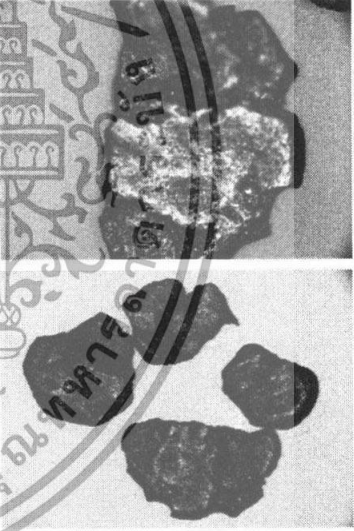
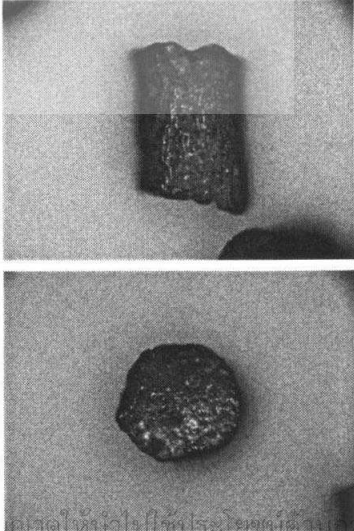
### 3.1 การเตรียมดินสักระสุนปืน

ดินสักระสุนปืนที่นำมาค้นคว้าและวิจัย เป็นดินสักระสุนปืนที่นำมาจากหัวกระสุนที่มีใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ภาพดินสักระสุนปืนชนิดต่างๆ จากกล้องไมโครสโคป

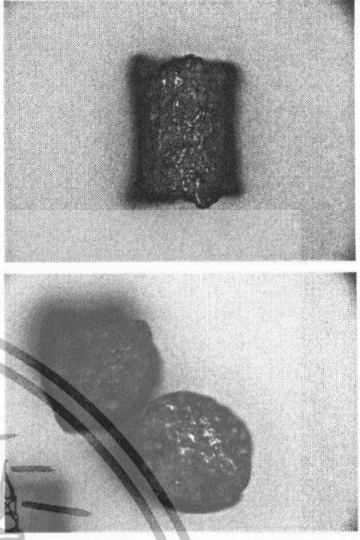
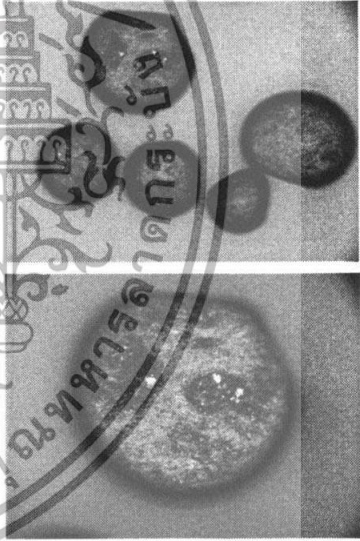
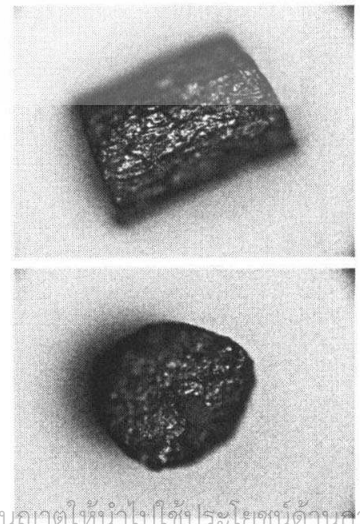
ขนาด	ชนิดหัวกระสุน	ยี่ห้อ	สถานที่ผลิต	ภาพถ่าย
.38 Super	LRN	Bullet Master	Bullet Master Co.,LTD 1515 MOO 4 SOI KWANG RUNG KWANG LOI THEPARAK ROAD SAMRONG NUA SAMUTRAPRAKARN 10270 THAILAND Tel.758-1261 (Automotion 10 lines) FAX.384-3833 Assembled in Thailand	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

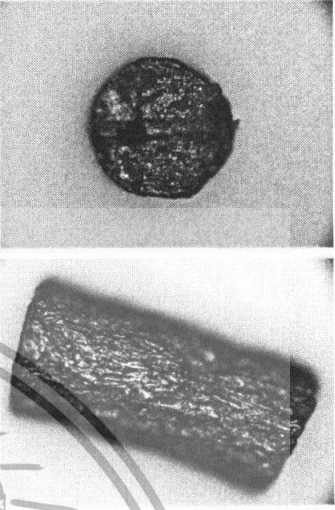
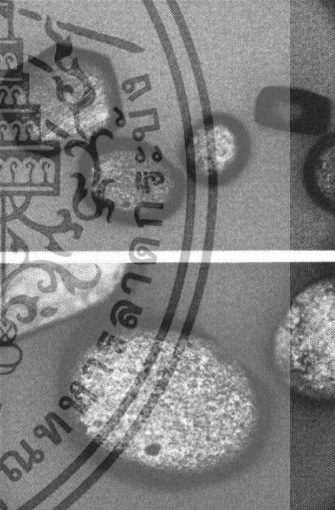
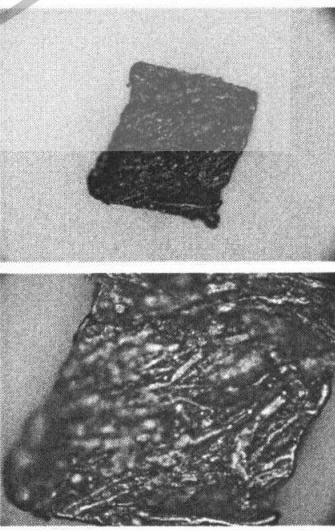
ขนาด	ชนิดหัวกระสุน	ยี่ห้อ	สถานที่ผลิต	ภาพถ่าย
.38 Super	FMJ	Bullet Master	Bullet Master Co.,LTD 999/47-48 MOO 9,sukhumvit road theapharak ampur muang,samutprakarn 10270 thailand tel.02-7268479-82 fax:02-756-9742 assembled in thailand	
.38 Special	LRN	OLYMPIC ARMS	OLYMPIC ARMS & AMMUNITION (THAILAND) NAKHONSAWAN THAILAND 60000 Tel.056-300146-7, 081-6650555	
.45 Auto	FMJ	American Eagle	FEDERAL CARTRIDGE COMPANY ANOKA, MN 55303 IN USA	

81610

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด	ชนิดหัวกระสุน	ยี่ห้อ	สถานที่ผลิต	ภาพถ่าย
.45	FMJ	Bullet Master	Bullet Master Co.,LTD 999/47-48 MOO 9,sukhumvit road theapharak ampur muang,samutprakarn 10270 thailand tel.02-7268479-82 fax:02-756-9742 assembled in Thailand	
.357 Magnum	JSP	Winchester (USA)	USA	
9 mm.	FMJ	Bullet Master Thailand	Bullet Master Co.,LTD 999/47-48 MOO 9,sukhumvit road theapharak ampur muang,samutprakarn 10270 thailand tel.02-7268479-82 fax:02-756-9742 assembled in thailand	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด	ชนิดหัวกระสุน	ยี่ห้อ	สถานที่ผลิต	ภาพถ่าย
9 mm.	LRN	Bullet Master	Bullet Master Co.,LTD 999/47-48 MOO 9,sukhumvit road theapharak ampur muang,samutprakarn 10270 thailand tel.02-7268479-82 fax:02-756-9742 assembled in thailand	
9 mm.	JHP	Sellier & Bellot	Czech	
9 mm.	FMJ	Sellier & Bellot	Czech	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด	ชนิดหัว กระสุน	ยี่ห้อ	สถานที่ผลิต	ภาพถ่าย
9 mm.	LRN	THAI ARMS	บริษัท ไทยอามส์ จำกัด THAI ARMS CO.,LTD 6/3 ซ.ลาดพร้าว1 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900	



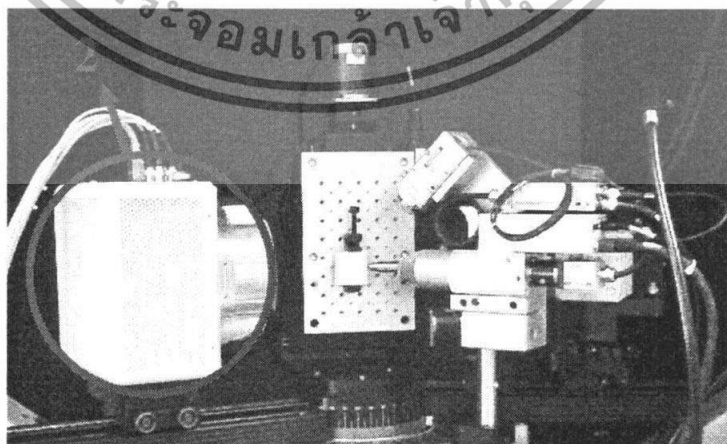
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 เครื่องวัดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ (X-Ray Diffractometer:XRD) รุ่น D8 Discover with GADDS



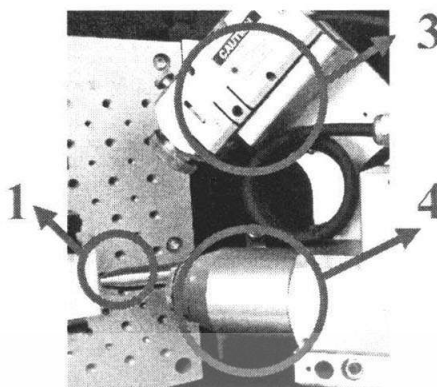
รูปที่ 3.2 เครื่อง XRD รุ่น D8 Discover with GADDS

ใช้เพื่อตรวจสอบโครงสร้างประกอบที่มีอยู่ในดินสังเคราะห์ชั้นเป็นแต่ละชนิด ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 3.3(a) ส่วนประกอบภายในเครื่อง XRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3(b) ส่วนประกอบภายในเครื่อง XRD

รูป 3.3(a) และ 3.3(b) แสดงส่วนประกอบภายในเครื่อง XRD รุ่น D8

หมายเลข 1 หัวยิงรังสีเอ็กซ์

หมายเลข 2 หัววัดรังสีเอ็กซ์(Detector) ที่เลี้ยวเบนออกมา

หมายเลข 3 หัวยิงเลเซอร์ ใช้เพื่อระบุตำแหน่งที่หัวยิงรังสีเอ็กซ์ยังไปบนสารตัวอย่าง (Sample)

หมายเลข 4 ถังลียง

ซึ่งส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้ ได้ถูกเชื่อมให้ทำงานร่วมกันกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านโปรแกรม

### 3.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด (SEM) รุ่น HITACHI S-2150



รูปที่ 3.4 เครื่อง SEM รุ่น HITACHI S-2150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้คุณสมบัติของพื้นผิวของดินสังกะสีเป็นแต่ละชนิด SEM มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- ห้องสุญญากาศ โดยที่ภายในห้องสุญญากาศนี้จะประกอบด้วย หัวยิงอิเล็กตรอน เส้นสแตมแม่เหล็กไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งหลักการทำงานได้กล่าวไว้ในบทที่ 2
- จอแสดงผล ใช้แสดงผลภาพถ่ายพื้นผิวของสารตัวอย่าง
- ส่วนควบคุม ใช้เพื่อควบคุมในการดูพื้นผิวตำแหน่งต่างๆ
- ปุ่มสุญญากาศ มี 2 ชนิดที่ใช้ คือ ปุ่มกล(รูปที่ 3.5) และปุ่มไอน้ำมันฟุ้งกระจาย
- เครื่องทำความเย็นให้กับปุ่มไอน้ำมันฟุ้งกระจาย (รูปที่ 3.6)



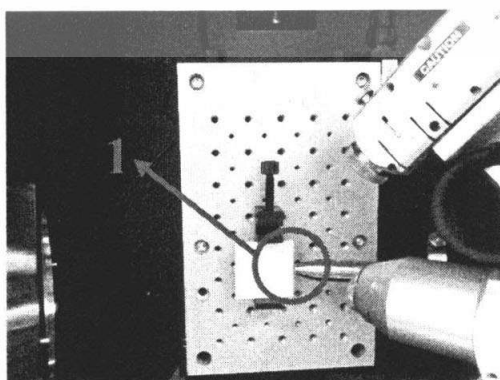
รูปที่ 3.5 ปุ่มกล

รูปที่ 3.6 เครื่องทำความเย็น

#### 3.4 การตรวจสอบดินสังกะสีด้วยเครื่อง X-RAY DIFFRACTION (XRD)

เป็นกระบวนการที่ทำเพื่อตรวจวิเคราะห์ประกอบที่มีอยู่ในหัวกระสุน โดยมีวิธีการดังนี้

- นำดินสังกะสีที่ได้มาติดเข้ากับแผ่นยึดโดยใช้สารบอนด์แล้วใส่เข้าไปในแท่นหมายเลข 1 ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงการนำตัวอย่างมาทำการติดยึด และวิเคราะห์ด้วย XRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการตั้งค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสที่จะใช้ยิงรังสีอิเล็กซ์ โดยใช้ แรงดันไฟฟ้า 40 keV และกระแส 40 mA
- ตั้งค่าเวลาในการวัด count รังสีอิเล็กซ์ที่เลี้ยวเบนออกมา โดยใช้เวลา 120 วินาที
- ทำการวัดรังสีอิเล็กซ์ที่เลี้ยวเบนออกมา โดยส่งจากโปรแกรม GADDS
- เก็บบันทึกผลการตรวจสอบที่ได้ เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์

### 3.5 การตรวจสอบคินสักระสุนปืนด้วยเครื่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบเลือนกราด (SEM)

เป็นกระบวนการที่ทำเพื่อดูสภาพผิวของหัวกระสุนแต่ละชนิด โดยมีวิธีการดังนี้

- นำคินสักระสุนปืนที่ได้ มาใส่เข้าไปในแท่นวาง (แท่นวางอยู่ในห้องสุญญากาศ)
- ทำการปิดฝาห้องสุญญากาศ แล้วทำการสูบอากาศออกด้วยปั๊มกลและปั๊มไอน้ำมันฟุ้งกระจาย
- เมื่อปั๊มเสร็จแล้ว ให้ตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ใช้ยิงลำอิเล็กตรอน โดยตั้งแรงดันไฟฟ้าไปที่ ประมาณ 15-20 keV แล้วค่อยๆปรับกระแสเพิ่มขึ้นจนปรากฏภาพขึ้น
- ทำการระบุตำแหน่งที่ต้องการดูสภาพผิว
- ทำการปรับโฟกัสและกำลังขยาย จนได้ภาพที่ชัดเจนที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและอภิปรายผล

#### 4.1 การวิเคราะห์พื้นผิวดินสังกะสุนปืนด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

เมื่อทำการวิเคราะห์พื้นผิวดินสังกะสุนปืนด้วยเครื่อง SEM ผลที่ได้แสดงดังรูป

##### 4.1.1 ดินสังกะสุนปืนของกระสุนขนาด 9 มิลลิเมตร

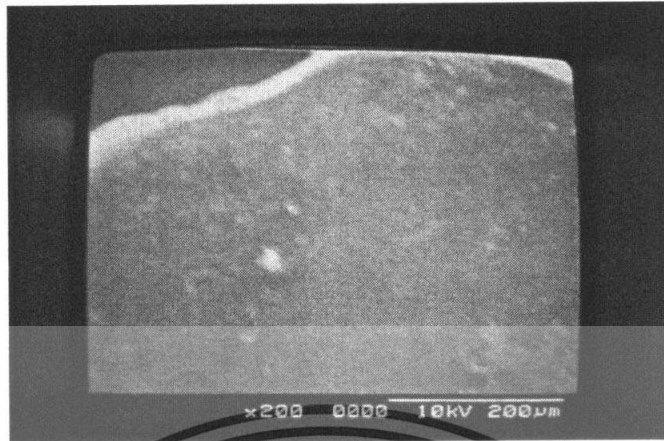
###### 4.1.1.1) 9mm Luger JHP Sellier&Bellot

ขนาดกระสุน	9 mm
ชนิดหัวกระสุน	JHP
ยี่ห้อ	Sellier&Bellot
น้ำหนัก/เม็ด	0.26 mg
ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 750 $\mu\text{m}$ หนา 160 $\mu\text{m}$
ลักษณะของดินปืน	แบบ Crack ball
ลักษณะพื้นผิว	เรียบ



รูปที่ 4.1(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสังกะสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1(b) ภาพถ่ายพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

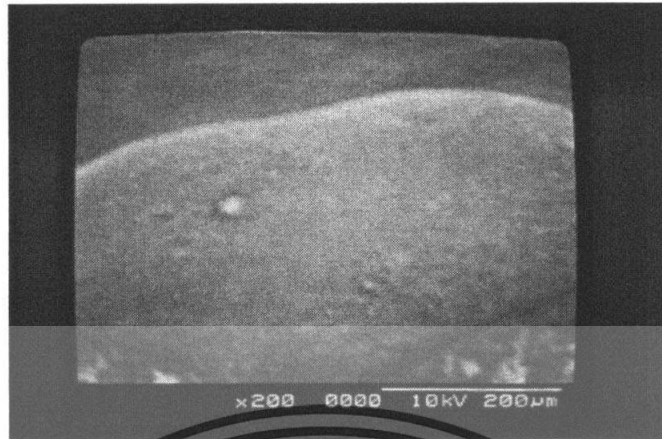


รูปที่ 4.1(c) ภาพถ่ายพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า



รูปที่ 4.2(a) ภาพถ่ายพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการค้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 200 เท่า



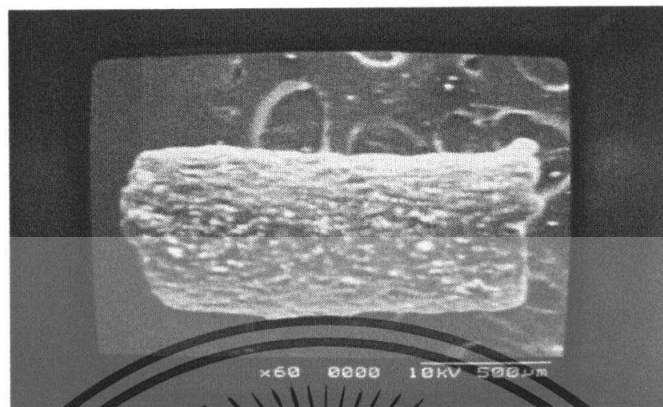
รูปที่ 4.2(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger JHP Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 600 เท่า

#### 4.1.1.2) 9mm Luger FMJ RP Bullet master (Thailand)

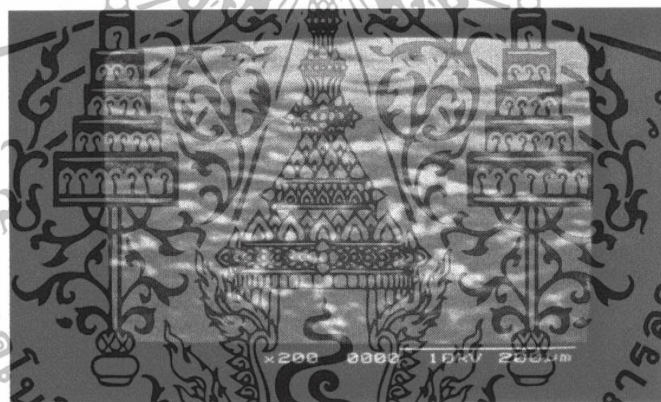
ขนาดกระสุน	9 mm	
ชนิดหัวกระสุน	FMJ	
ยี่ห้อ	Bullet master (Thailand)	
น้ำหนัก/เม็ด	3.18 mg	
ขนาด	สูง	800 µm
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	600 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Rod	
ลักษณะพื้นผิว	ขรุขระ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

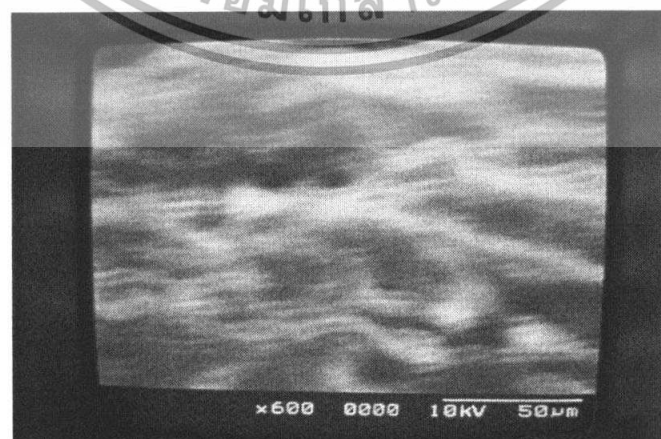
- แนวนอน



รูปที่ 4.3(a) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

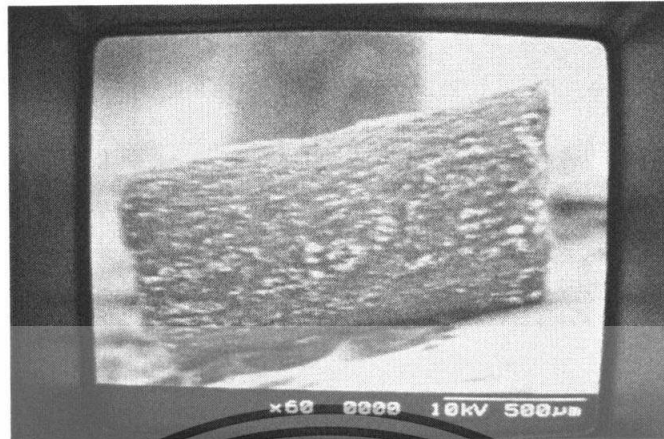


รูปที่ 4.3(b) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

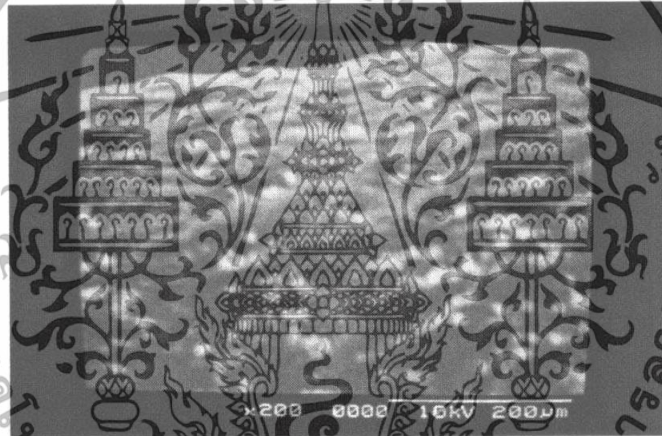


รูปที่ 4.3(c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand

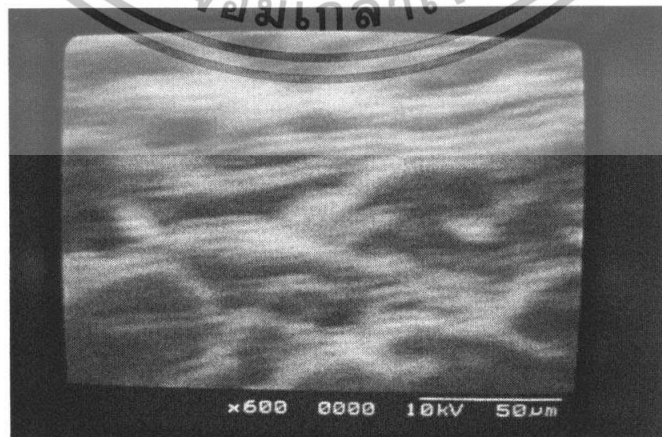
เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4(a) ภาพถ่ายพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



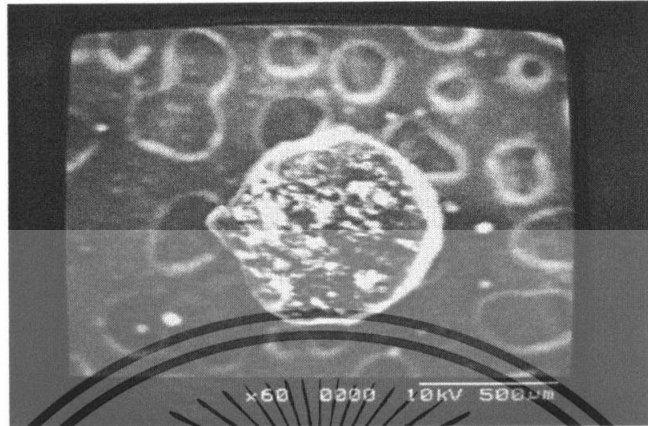
รูปที่ 4.4(b) ภาพถ่ายพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.4(c) ภาพถ่ายพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แนวตั้ง



รูปที่ 4.5(a) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



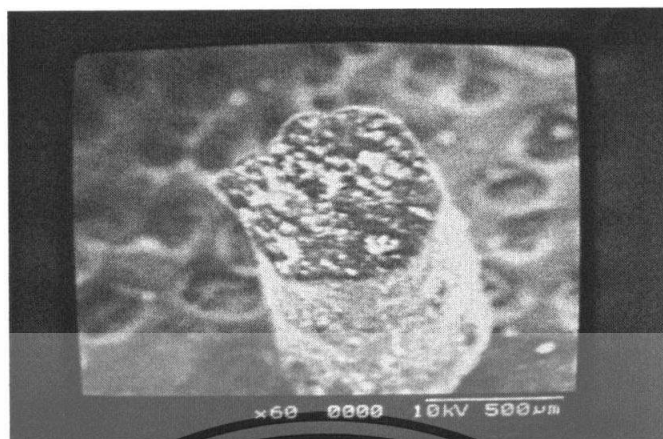
รูปที่ 4.5(b) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



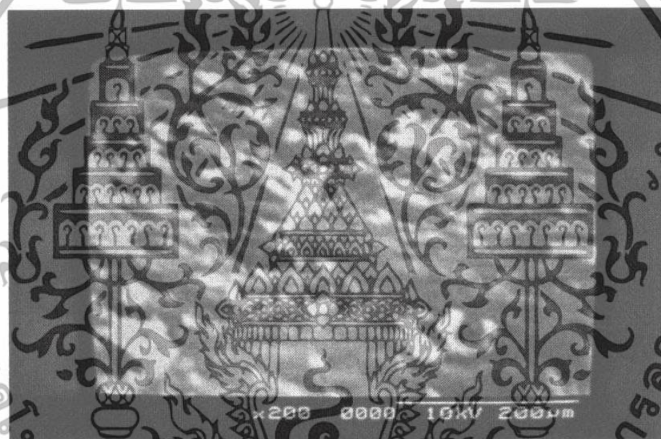
รูปที่ 4.5(c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand

เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.6(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.6(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ RP Bullet Thailand เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

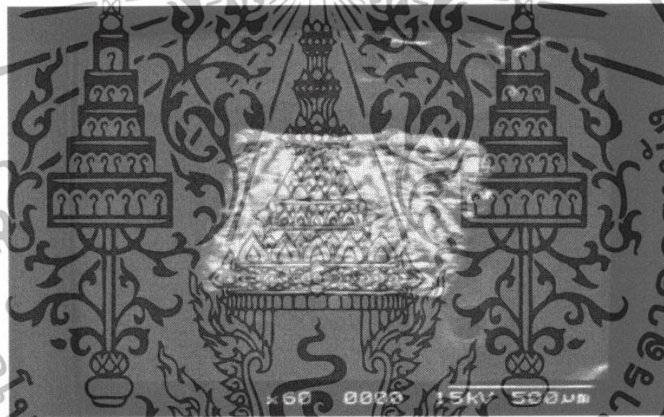
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.1.1.3) 9mm Luger FMJ Sellier&amp;Bellot

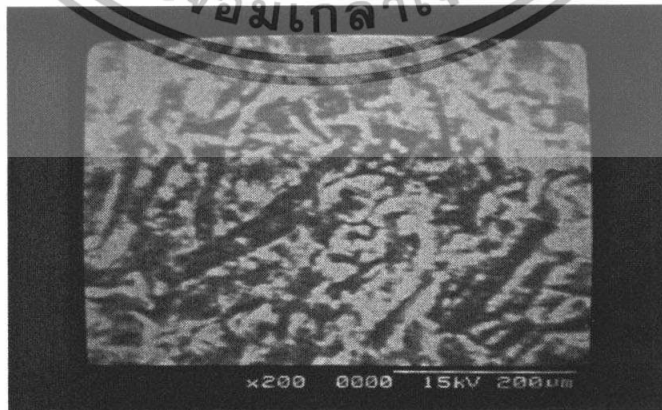
ขนาดกระสุน	9 mm
ชนิดหัวกระสุน	FMJ
ยี่ห้อ	Sellier & Bellot
น้ำหนัก/เม็ด	0.14 mg
ขนาด	กว้าง 500 $\mu\text{m}$
	ยาว 500 $\mu\text{m}$
	หนา 100 $\mu\text{m}$

ลักษณะของดินปืน แบบ Lamel

ลักษณะพื้นผิว ขรุขระ

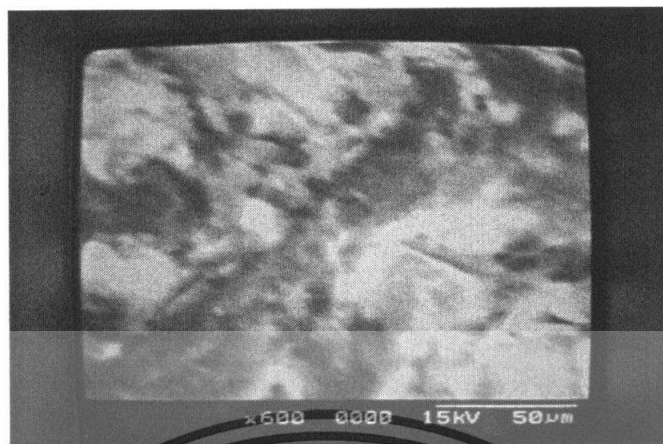


รูปที่ 4.7(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

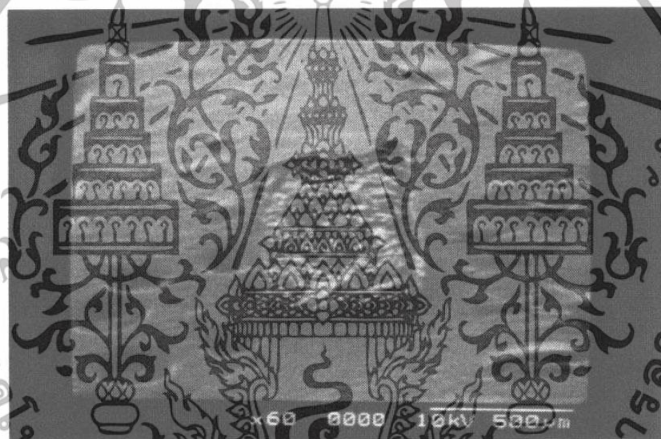


รูปที่ 4.7(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่งกระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

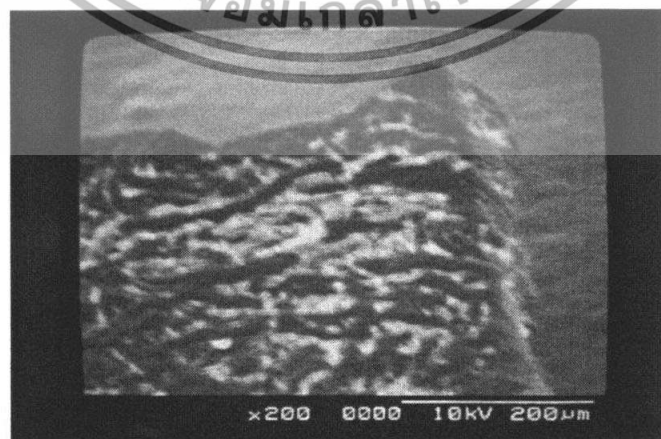
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7(c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 600 เท่า



รูปที่ 4.8(a) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.8(b) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 200 เท่า

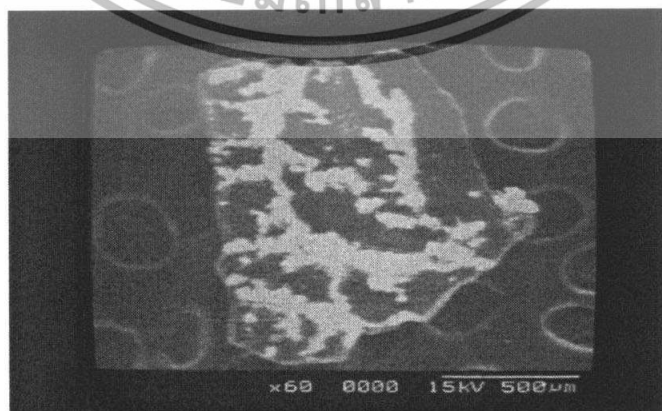
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8(c) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger FMJ Sellier&Bellot เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

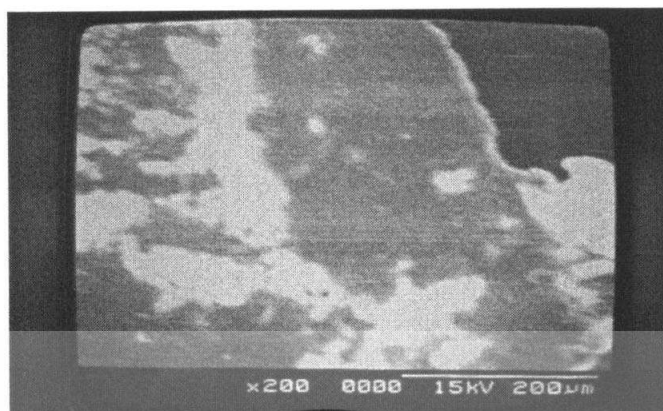
#### 4.1.1.4) 9mm Luger spear LRN Thai Arms

ขนาดกระสุน	9 mm
ชนิดหัวกระสุน	LRN
ยี่ห้อ	Thai Arms
น้ำหนัก/เม็ด	0.80 mg
ขนาด	กว้าง 950 µm
	ยาว 1 mm
	หนา 80 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Lamel
ลักษณะพื้นผิว	ค่อนข้างเรียบ



รูปที่ 4.9(a) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger spear LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

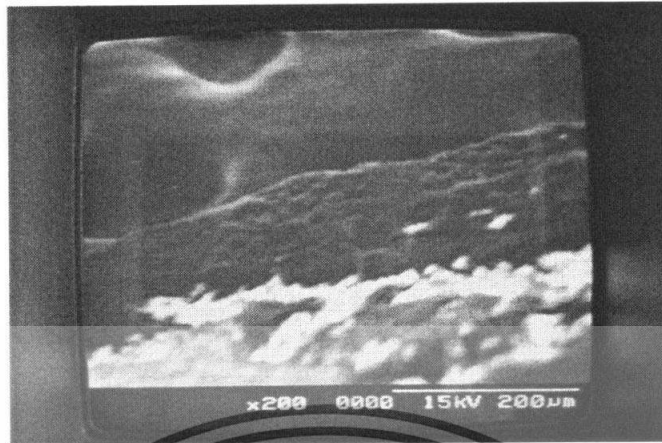


รูปที่ 4.9(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

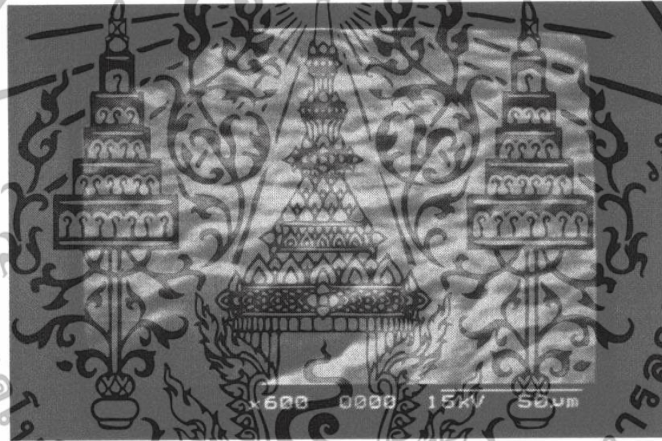


รูปที่ 4.10(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger speer LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10(b) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger speed LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 200 เท่า



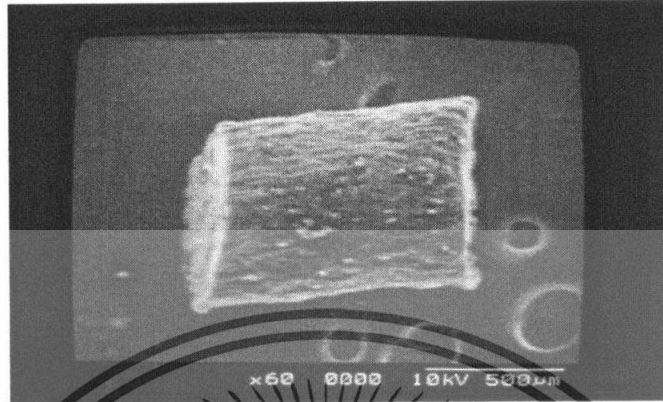
รูปที่ 4.10(c) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm Luger speed LRN Thai Arms เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 600 เท่า

#### 4.1.1.5) 9mm PARA LRN HP Bullet master

ขนาดกระสุน	9 mm	
ชนิดหัวกระสุน	LRN	
ยี่ห้อ	Bullet master	
น้ำหนัก/เม็ด	2.76 mg	
ขนาด	สูง	800 µm
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	700 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Rod	
ลักษณะพื้นผิว	ขรุขระ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

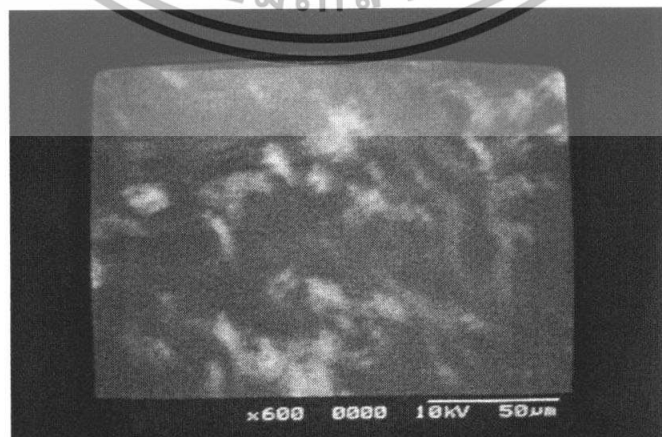
- แนวนอน



รูปที่ 4.11(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่ค่ากล้องขยาย 60 เท่า

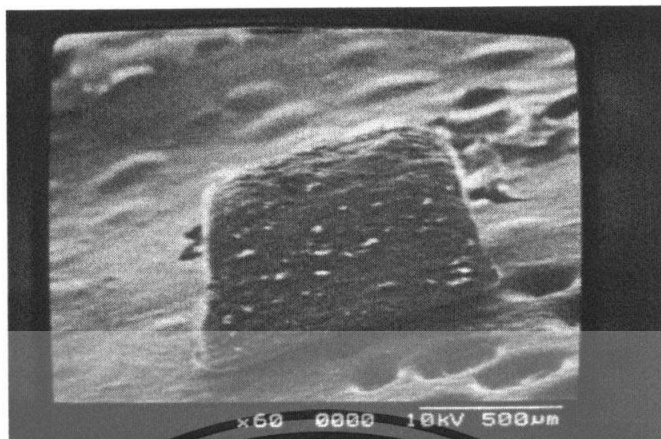


รูปที่ 4.11(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่ค่ากล้องขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.11(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master

เมื่อทำการขยายที่ค่ากล้องขยาย 600 เท่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 60 เท่า



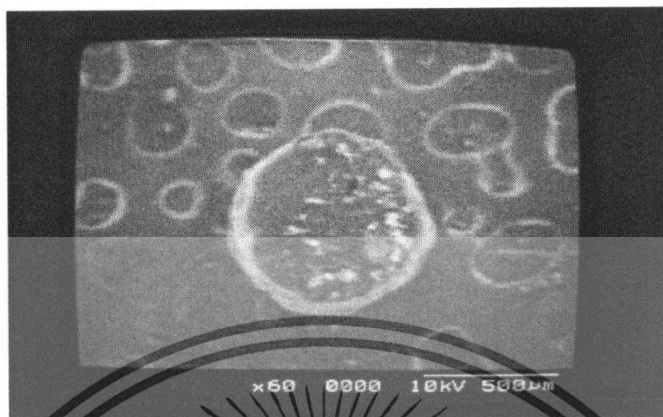
รูปที่ 4.12(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.12(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่ค่าตั้งขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แนวตั้ง



รูปที่ 4.13(a) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

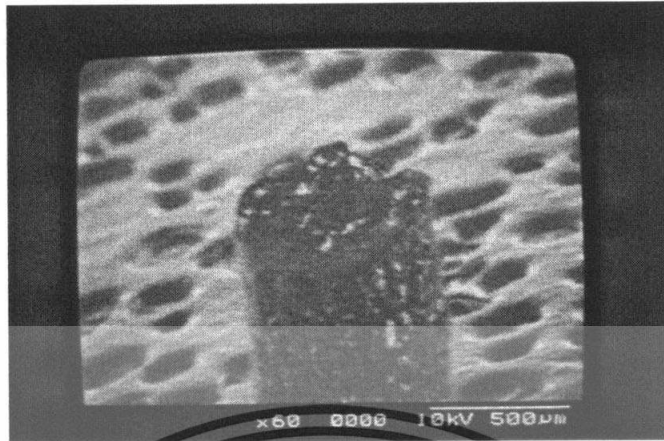


รูปที่ 4.13(b) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.13(c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

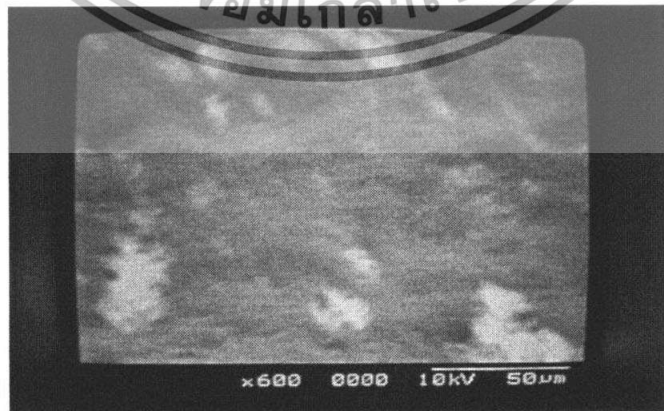
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14(a) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.14(b) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.14(c) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 9mm PARA LRN HP Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

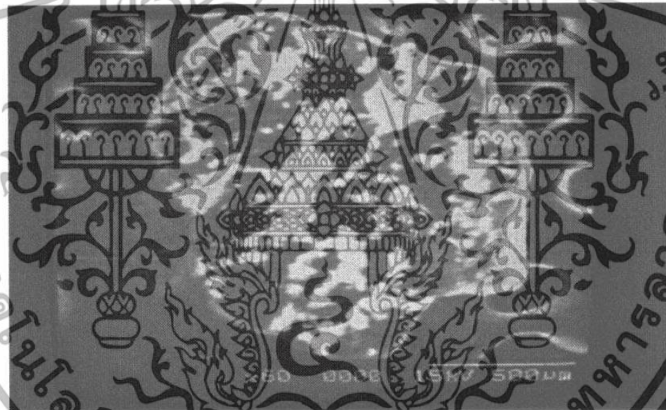
#### 4.1.2 ดินสักระสุนปืนของกระสุนขนาด .38

##### 4.1.2.1) .38 Special LRN RAI Olympic arms

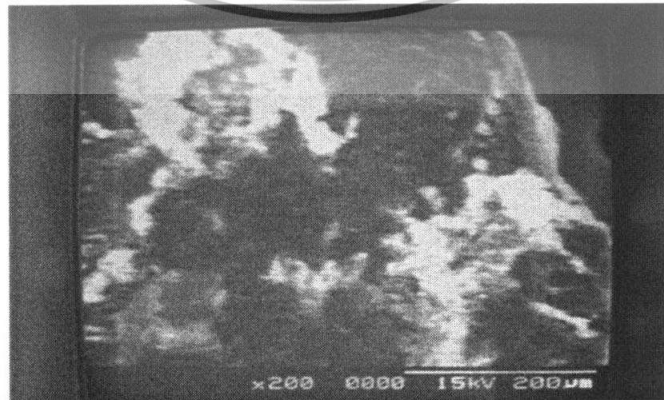
ขนาดกระสุน	.38 special
ชนิดหัวกระสุน	LRN
ยี่ห้อ	Olympic Arm
น้ำหนัก/เม็ด	0.72 mg
ขนาด	กว้าง 1.0 mm
	ยาว 1.2 mm
	หนา 150 $\mu$ m

ลักษณะของดินปืน แบบ Lamel

ลักษณะพื้นผิว ค่อนข้างเรียบ

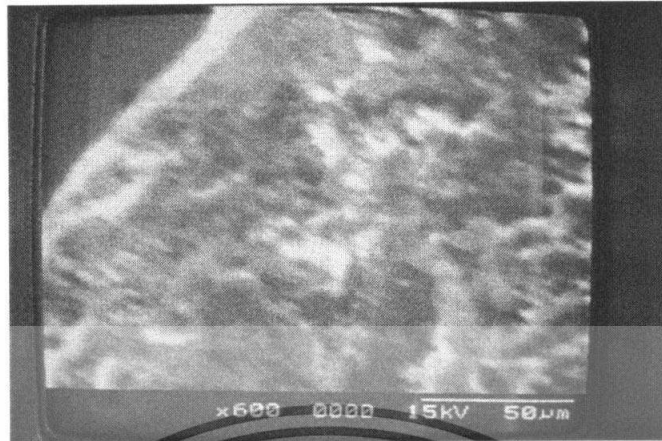


รูปที่ 4.15(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.15 (b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic arms

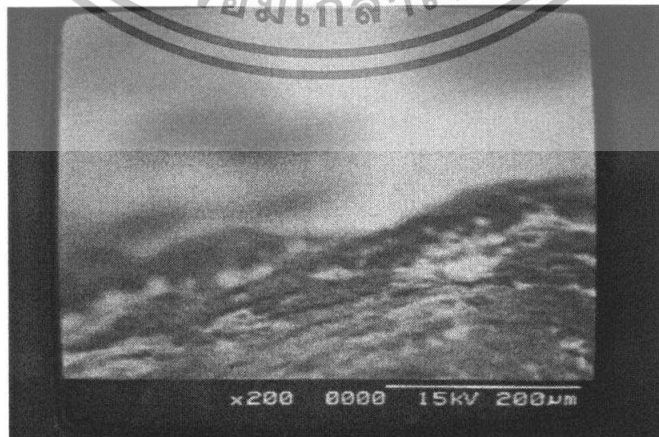
เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 15 (c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

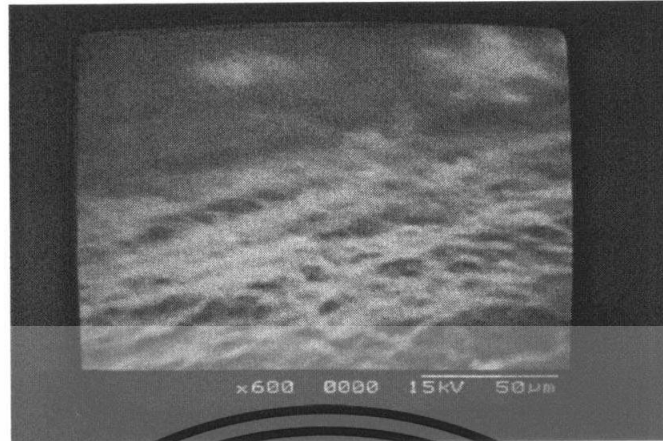


รูปที่ 4. 16(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4. 16 (b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

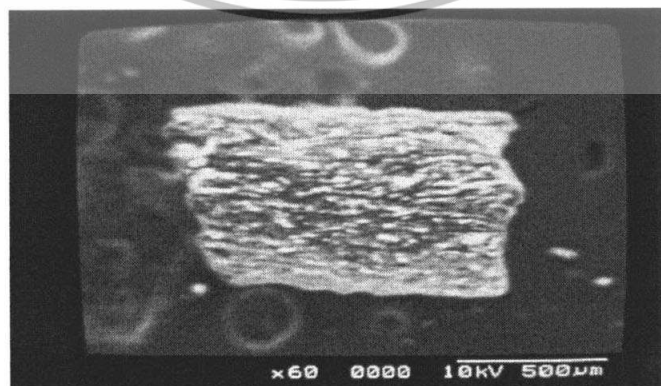


รูปที่ 4.16 (c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Special LRN RAI Olympic arms เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

4.1.2.2) 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand)

ขนาดกระสุน	.38 Super
ชนิดหัวกระสุน	FMJ
ยี่ห้อ	Bullet Master Thailand
น้ำหนัก/เม็ด	3.26 g
ขนาด	สูง 1 mm
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 700 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Rod
ลักษณะพื้นผิว	ขรุขระ

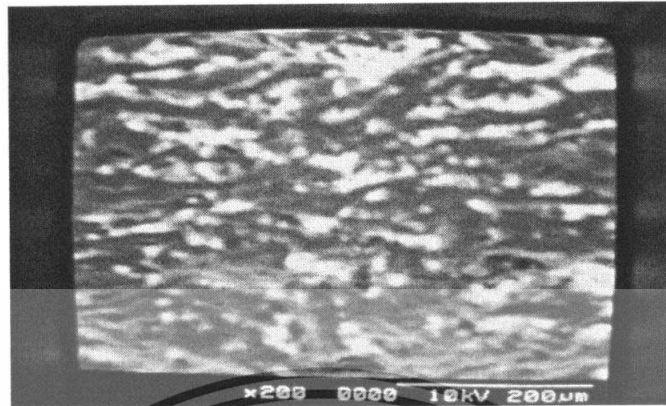
- แนวนอน



รูปที่ 4.17(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master

(Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

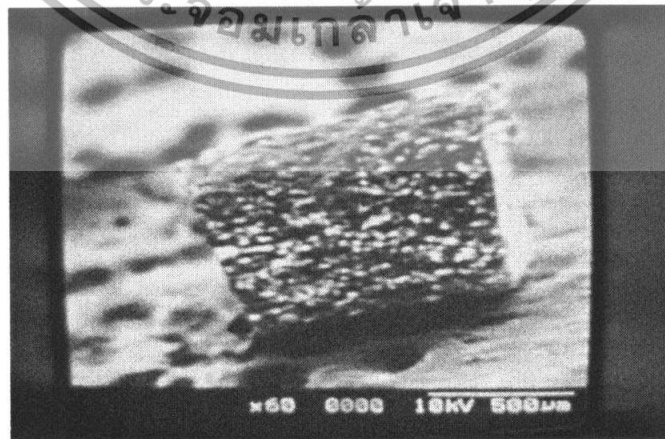
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 17 (b) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

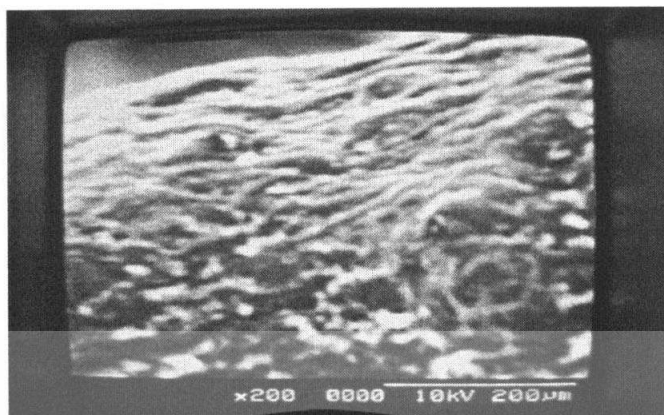


รูปที่ 4. 17 (c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า



รูปที่ 4. 18(a) ภาพพื้นผิวข้างของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

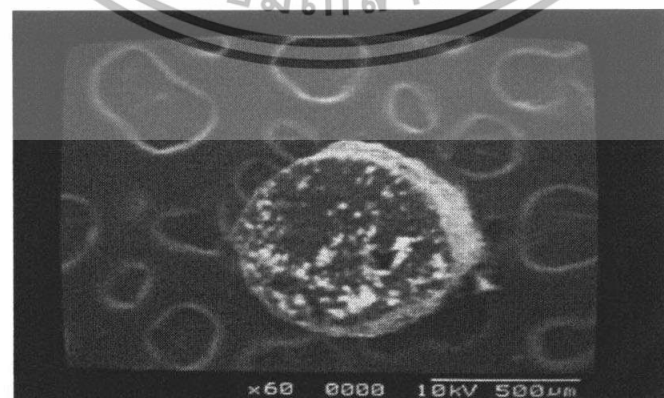


รูปที่ 4. 18 (b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



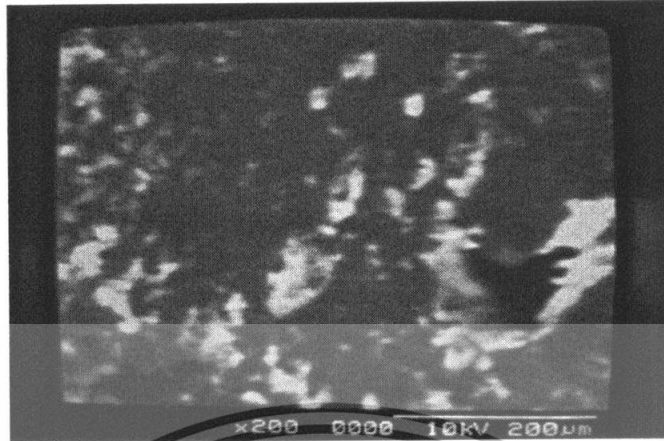
รูปที่ 4. 18 (c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

- แนวตั้ง



รูปที่ 4. 19(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

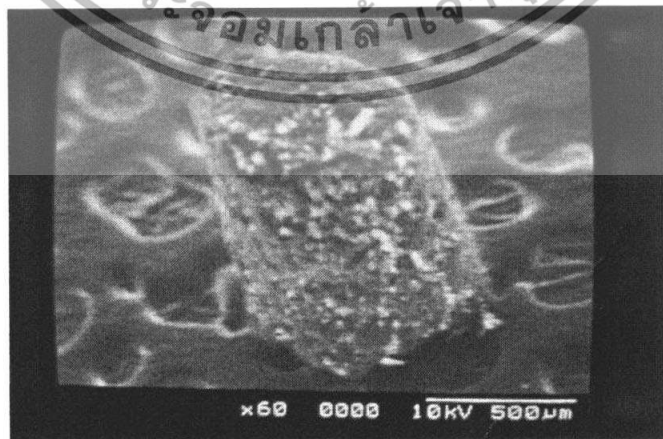
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 (b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.19 (c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า



รูปที่ 4.20(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 20 (b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4. 20 (c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน 38 Super FMJ R.P Bullet Master (Thailand) เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

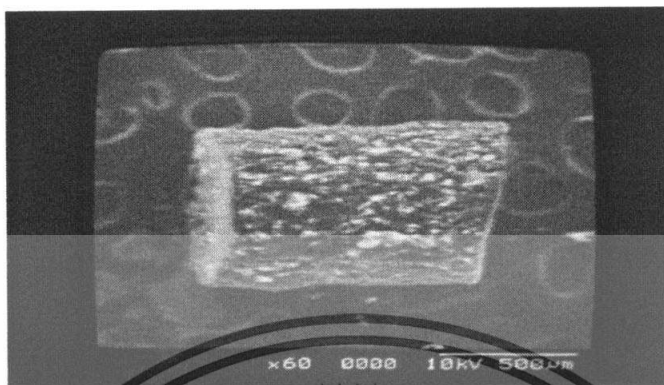
#### 4.1.2.3) .38 Super LRN R-P Bullet master

ขนาดกระสุน	.38 Super
ชนิดหัวกระสุน	LRN
ยี่ห้อ	Bullet Master
น้ำหนัก/เม็ด	2.92 mg
ขนาด	สูง 1 mm
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 700 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Rod

ลักษณะพื้นผิว บรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

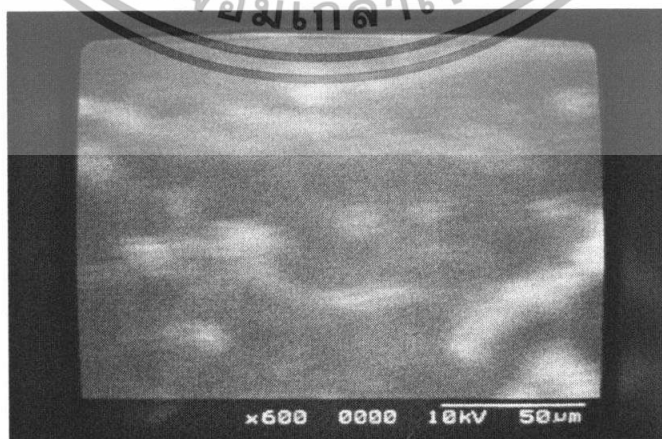
-แนวนอน



รูปที่ 4..21(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

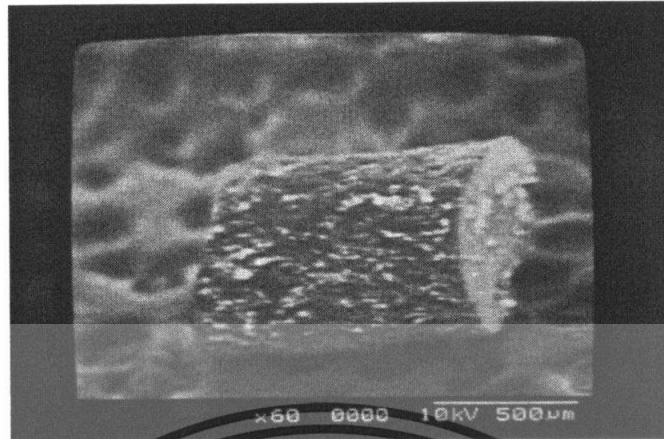


รูปที่ 4..21(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

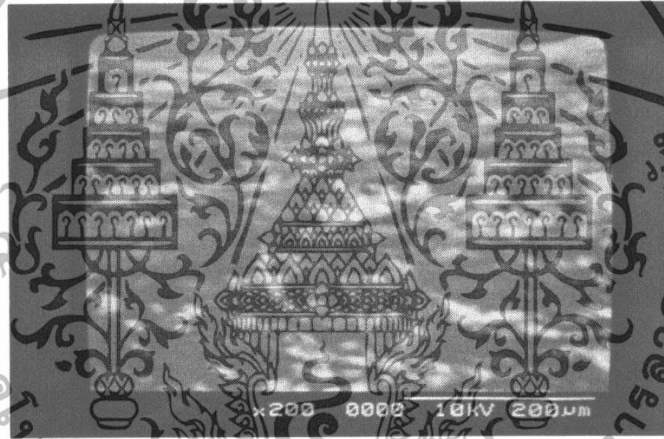


รูปที่ 4..21(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4..22(a) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



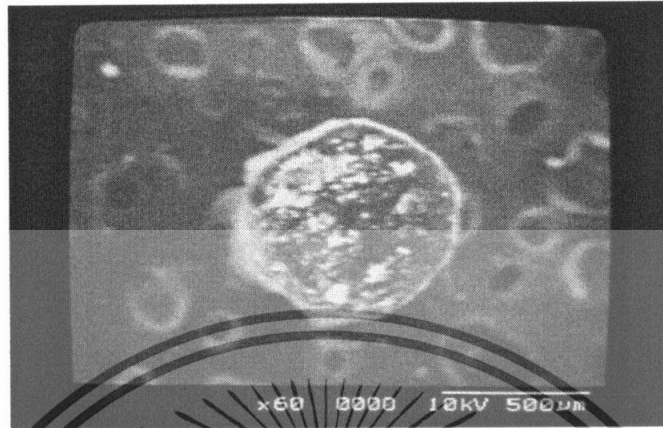
รูปที่ 4..22(b) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4..22(c) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แนวตั้ง



รูปที่ 4. 23(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่กระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

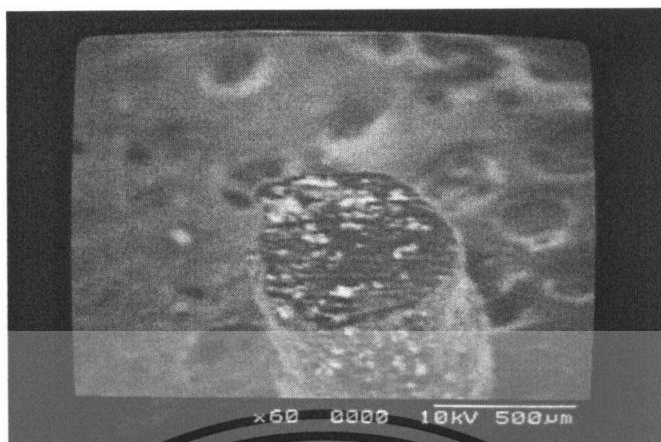


รูปที่ 4. 23(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่กระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.23(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินส่กระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยกรมตำรวจเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.24(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 4.24(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .38 Super LRN R-P Bullet master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 ดินสักระสุนปืนของกระสุนขนาด .45

#### 4.1.3.1) .45 ACP FMJ R.P Bullet Master

ขนาดกระสุน	.45 Acp	
ชนิดหัวกระสุน	FMJ	
ยี่ห้อ	Bullet Master	
น้ำหนัก/เม็ด	1.00 mg	
ขนาด	สูง	1 mm
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	700 $\mu$ m

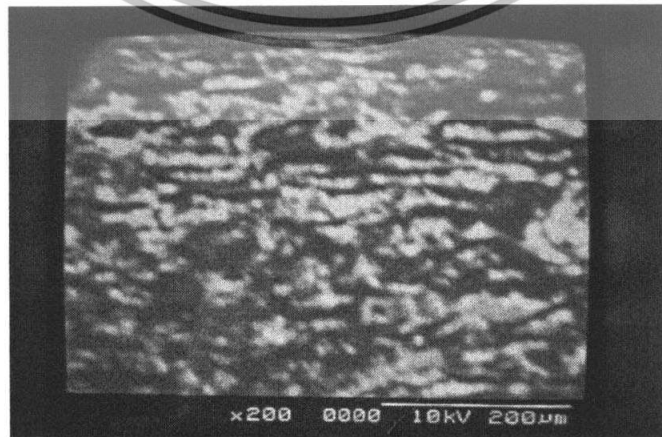
ลักษณะของดินปืน แบบ Rod

ลักษณะพื้นผิว ขรุขระ

- แนวนอน

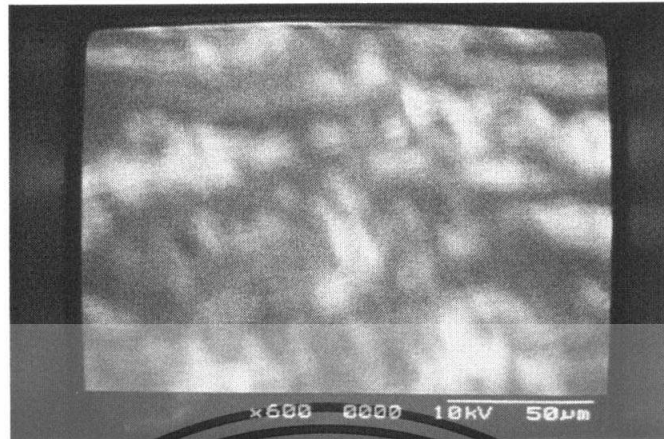


รูปที่ 4.25(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.25(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master

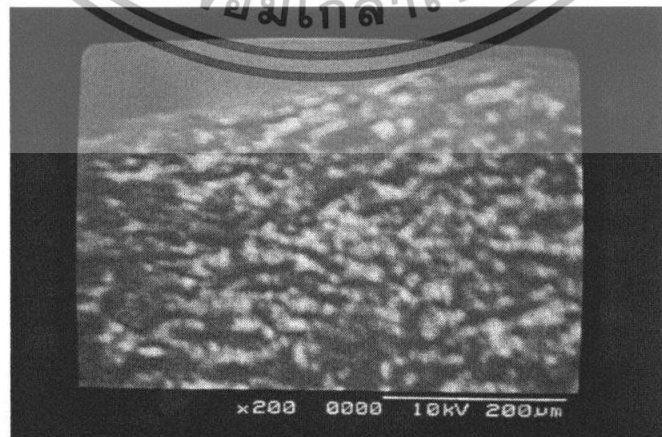
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

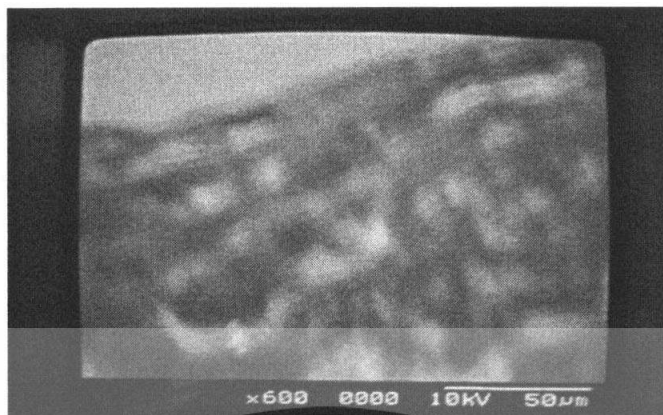


รูปที่ 4.26(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.26(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

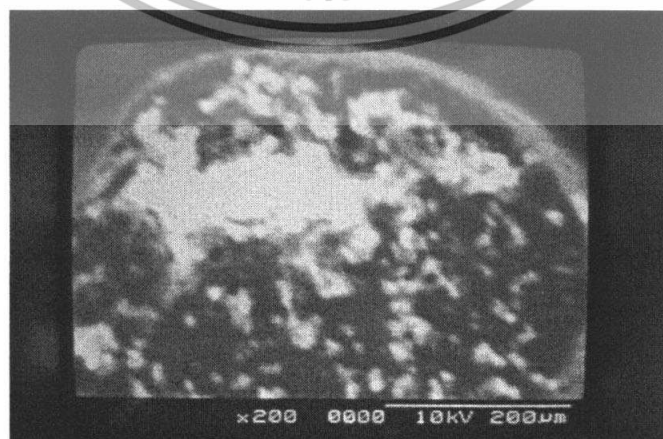
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26(c) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

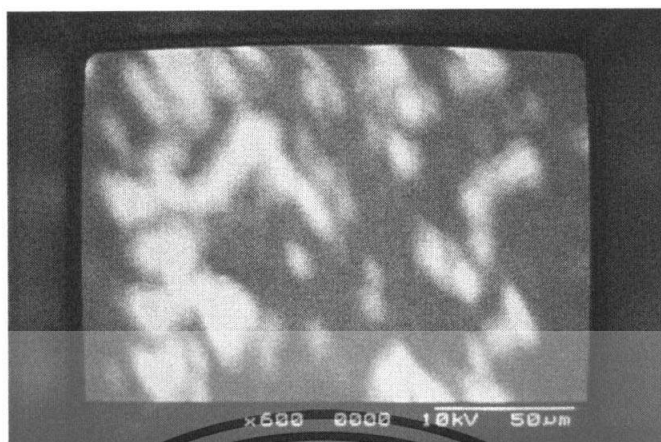


รูปที่ 4.27(a) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 ACP EMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.27(b) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า จะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27(c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า



รูปที่ 4.28(a) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.28(b) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

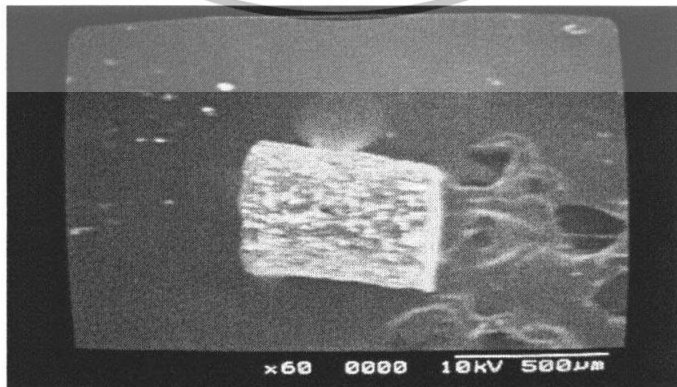


รูปที่ 4.28(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 ACP FMJ R.P Bullet Master เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

4.1.3.2) .45 Auto FMJ R.P American Engle

ขนาดกระสุน	.45 Auto
ชนิดหัวกระสุน	FMJ
ชื่อ	American Engle
น้ำหนัก/เม็ด	0.62 mg
ขนาด	สูง 1 mm
	เส้นผ่านศูนย์กลาง 700 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Rod
ลักษณะพื้นผิว	ขรุขระ

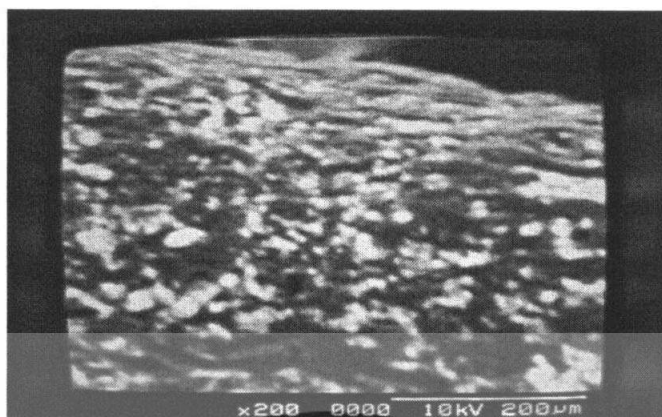
- แนวนอน



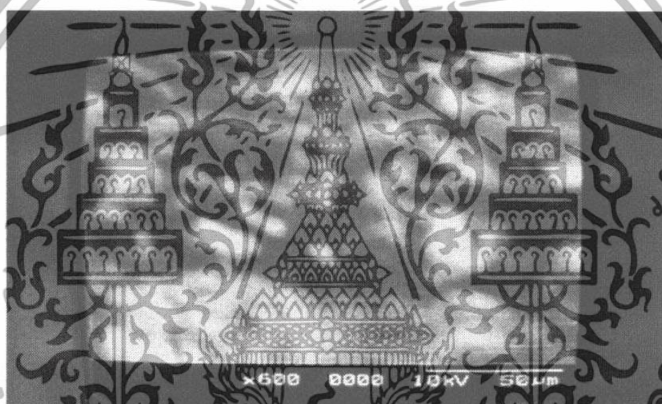
รูปที่ 4.29(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle

เมื่อทำการขยายที่กัำลังขยาย 60 เท่า

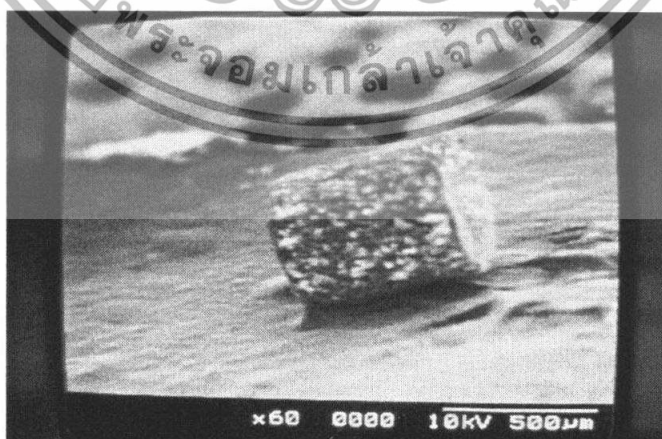
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

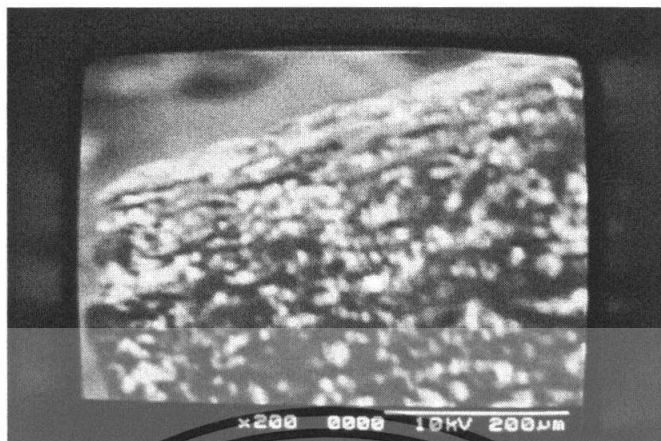


รูปที่ 4.29(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

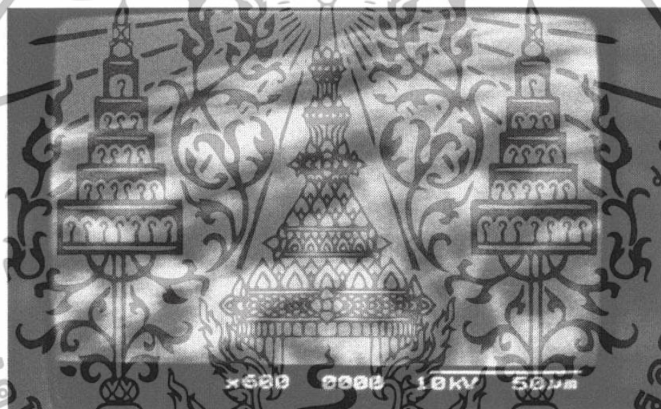


รูปที่ 4.30(a) สภาพพื้นผิวข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Enkle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



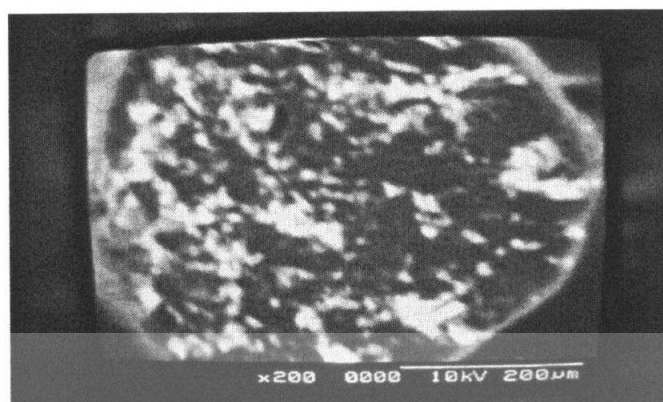
รูปที่ 4.30(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Enkle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

- แนวตั้ง



รูปที่ 4.31(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Enkle

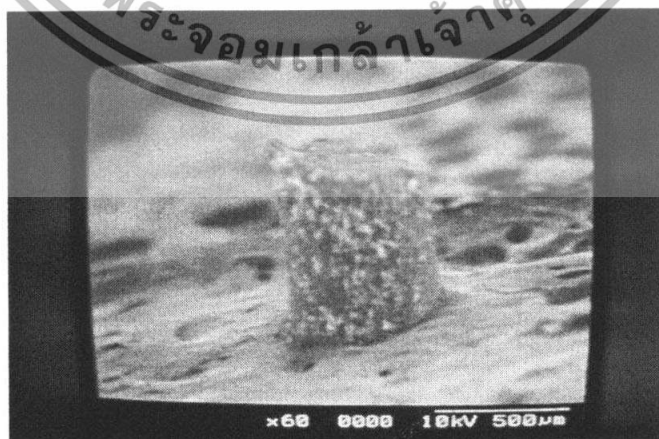
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31(b) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

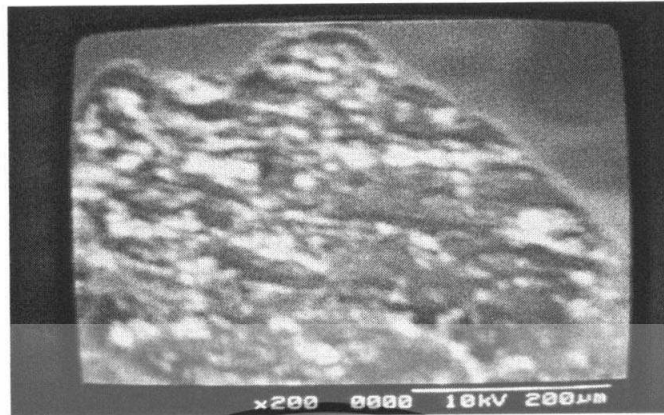


รูปที่ 4.31(c) ภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า



รูปที่ 4.32(a) ภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



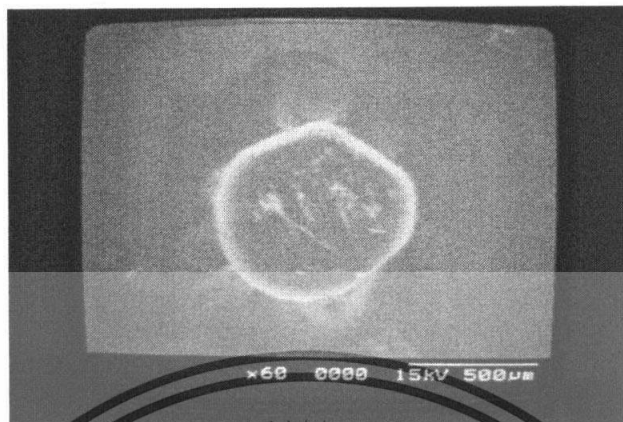
รูปที่ 4.32(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .45 Auto FMJ R.P American Engle เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

#### 4.1.4 ดินสักระสุนปืนของกระสุนขนาด .357

##### 4.1.4.1) .357 Magnum JSP Winchester

ขนาดกระสุน	.357 Magnum
ชนิดหัวกระสุน	JSP
ยี่ห้อ	Winchester
น้ำหนัก/เม็ด	0.68 mg
ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง 750 µm
	หนา 200 µm
ลักษณะของดินปืน	แบบ Crack ball

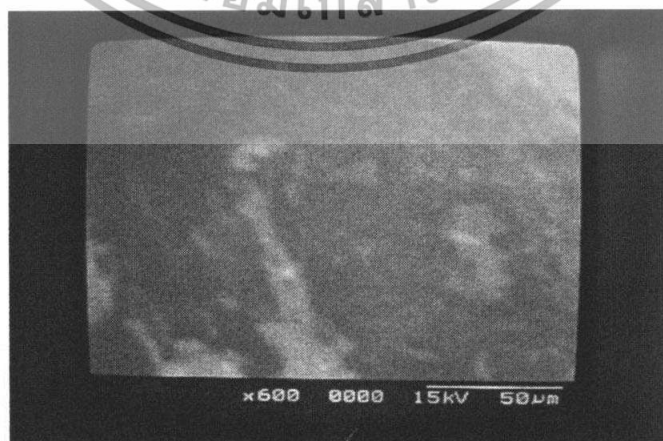
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33(a) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



รูปที่ 4.33(b) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า

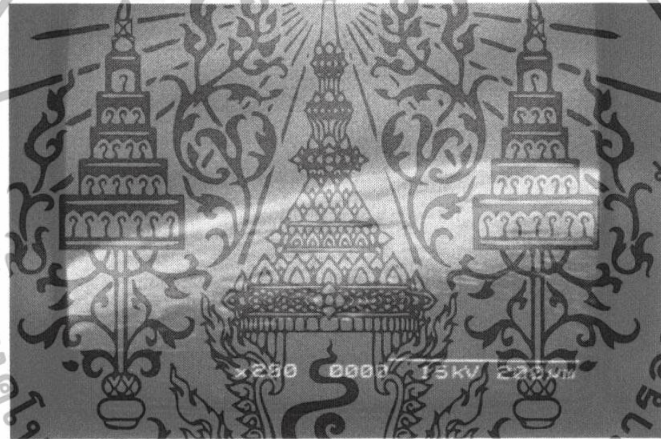


รูปที่ 4.33(c) สภาพพื้นผิวด้านบนของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

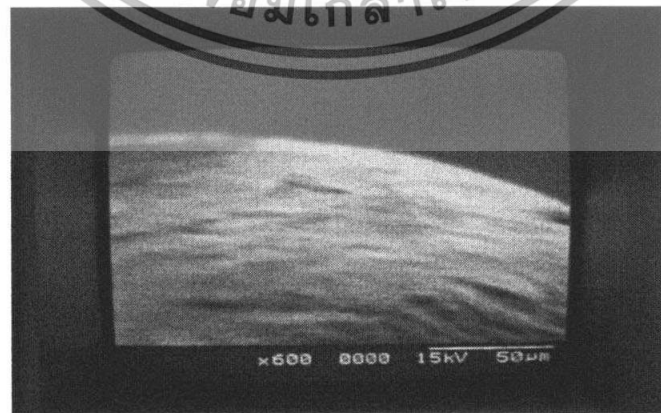
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34(a) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 60 เท่า



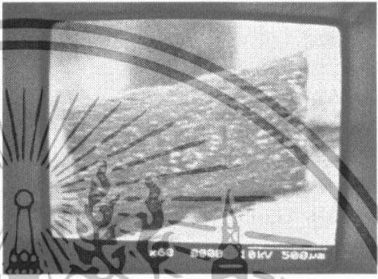

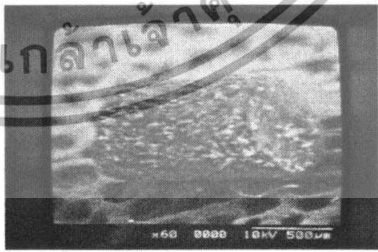
รูปที่ 4.34(b) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 200 เท่า



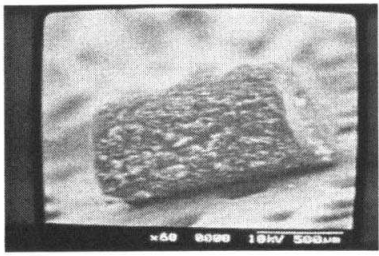
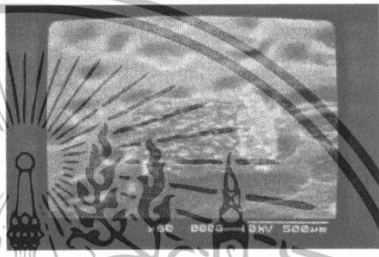
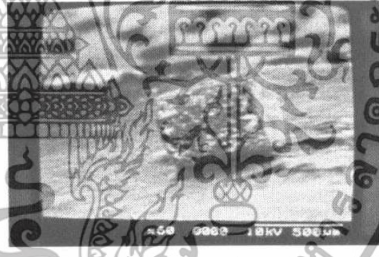
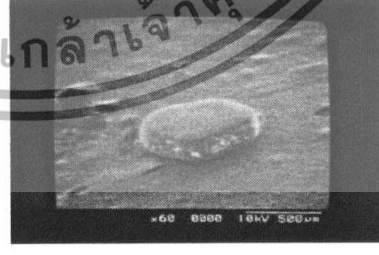
รูปที่ 4.34(c) สภาพพื้นผิวด้านข้างของดินสักระสุนปืน .357 Magnum JSP Winchester เมื่อทำการขยายที่กำลังขยาย 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


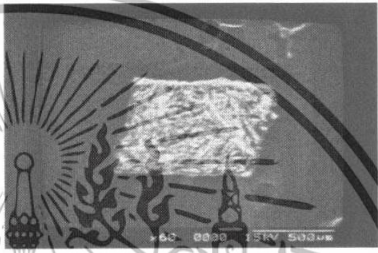
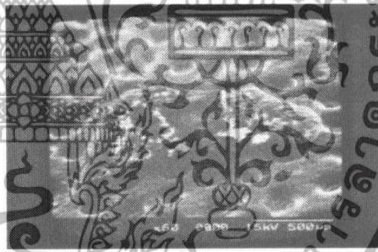
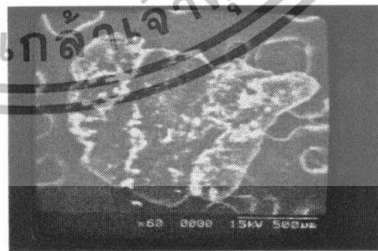
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของดินสักระสุนปืนชนิดต่างๆ

ลักษณะดินสักระสุนปืน	ขนาด	ชนิดหัว	ชื่อ	ภาพลักษณะของดินสักระสุนปืน	ลักษณะทางกายภาพ
Rod	9 mm	FMJ	Bullet master		ทรงกระบอก พื้นผิวเรียบ ลักษณะ ขรุขระ
		LRN	Bullet master		ทรงกระบอก ตัน พื้นผิว เรียบ ลักษณะ ขรุขระ
	.38	LRN	Bullet master		ทรงกระบอก ตัน พื้นผิว เรียบ ลักษณะ ขรุขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		FMJ	Bullet master (Thailand)		ทรงกระบอก ตัน พื้นผิว รอบๆมี ลักษณะ ขรุขระ
Rod	.45	FMJ	Bullet master		ทรงกระบอก ตัน พื้นผิว รอบๆมี ลักษณะ ขรุขระ
		FMJ	American eagle		เป็น ทรงกระบอก ตัน พื้นผิว รอบๆมี ลักษณะ ขรุขระ
Crack ball	9 mm	JHP	Sellier & Bellot		ค่อนข้างกลม แบน ลักษณะ พื้นผิว ค่อนข้างเรียบ

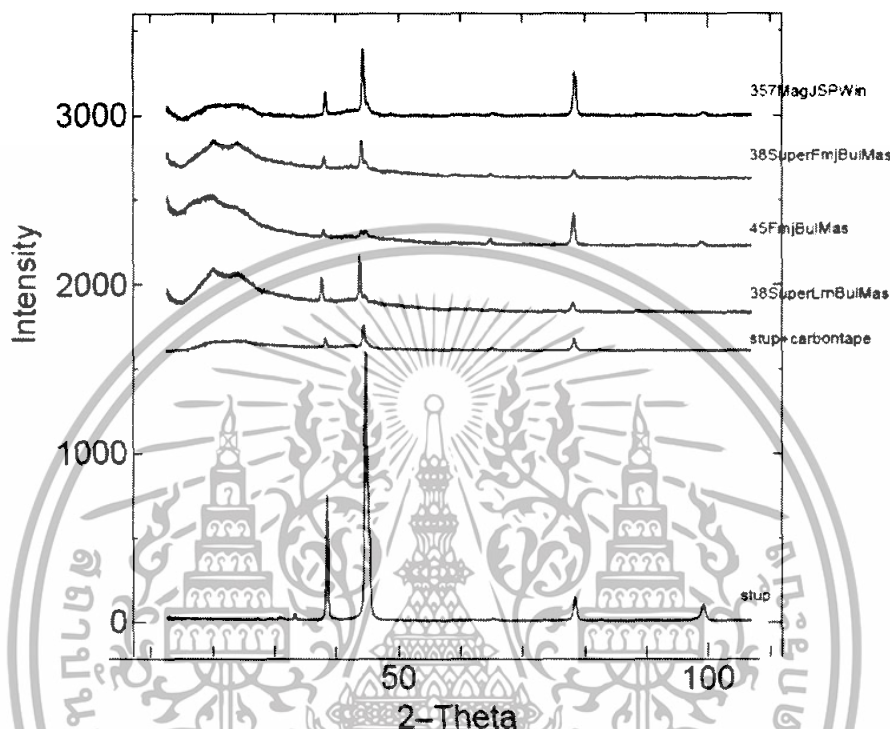
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	.357	JSP	Winchester		ค่อนข้างกลม แบน ลักษณะ พื้นผิว ค่อนข้างเรียบ
Lamel	9 mm	FMJ	Sellier & Bellot		เป็นแผ่น สี่เหลี่ยมบางๆ ลักษณะ พื้นผิว ค่อนข้างเรียบ
		LRN	Thai arms		เป็นแผ่น สี่เหลี่ยมบางๆ ลักษณะ พื้นผิว
	.38	LRN	Olympic arms		เป็นแผ่น สี่เหลี่ยมบางๆ ลักษณะ พื้นผิว ค่อนข้างเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 การวิเคราะห์ดินสักระสุนปืนโดยใช้เครื่อง X-ray diffraction (XRD)

เมื่อทำการตรวจสอบดินสักระสุนปืนโดยใช้เครื่อง XRD รุ่น D8 Discover with GADDS ได้ผลการวิเคราะห์ดังรูป



รูปที่ 4.35 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ดินสักระสุนปืนขนาดต่างๆเปรียบเทียบกับฐานรอง (stub)

จากข้อมูลในรูปที่ 4.68 พบว่า peak ของดินสักระสุนปืนตรงกับ peak ของ stub+carbontape (stub ที่มีคาร์บอนเทปติดอยู่ด้านบน) จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า peak ของดินสักระสุนปืนก็คือ peak ของ คาร์บอนเทป

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลอง พบว่าดินสังกะสีในกระสุนลูกเดียวกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าขนาดของดินสังกะสีในแต่ละเม็ดไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่สามารถนำขนาดของดินสังกะสีมาเป็นเงื่อนไขของการจำแนกดินสังกะสีได้

จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์สภาพพื้นผิวของดินสังกะสีด้วยเครื่อง SEM พบว่า ดินสังกะสีที่นำมาทำการวิเคราะห์สามารถจำแนกตามลักษณะทางกายภาพได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 แบบ Crack ball กลุ่มที่ 2 แบบ Lamel กลุ่มที่ 3 แบบ Rod และจากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ก็ยังพบอีกว่า กระสุนของยี่ห้อ Bullet master ซึ่งเป็นกระสุนที่นิยมใช้มากที่สุด ทั้งหมดใช้ดินสังกะสีเป็นแบบ Rod

และจากการตรวจสอบดินสังกะสีโดยใช้เครื่อง XRD พบว่า peak ของดินสังกะสีเป็นตรงกับ peak ของ stub+carbontape (stub ที่มีคาร์บอนเทปติดอยู่ด้านบน) จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า peak ของดินสังกะสีก็คือ peak ของ คาร์บอนเทป เพราะฉะนั้นข้อมูลที่ได้จึงไม่ถูกต้องและไม่สามารถระบุถึงส่วนประกอบและสัดส่วนได้ของดินสังกะสีในแต่ละชนิดได้ แต่จากกราฟยังพบว่าที่มุมต่ำๆมี peak ที่แตกต่างกันซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะเป็น peak ของสารออร์แกนิก(สารโพลีเมอร์)ที่เคลือบดินสังกะสีอยู่ ซึ่งโพลีเมอร์ที่พบช่วยในการกันความชื้นดินสังกะสีทำให้อายุการใช้งานของดินสังกะสีนานขึ้น และจากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าดินสังกะสีแต่ละยี่ห้อ มีสารเคลือบที่แตกต่างกัน

#### ข้อเสนอแนะ

- การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของดินสังกะสีควรมีการนำสารที่เคลือบดินสังกะสีออกเสียก่อน

## เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์. 2574. **สเปกโทรสโกปีด้านการวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พ.ต.ท.สุภฤกษ์ อภรณ์รัตน์. 2550. **ความรู้เบื้องต้นเรื่องกระสุนปืน**. กรุงเทพฯ:  
สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

พ.ต.ท.สุภฤกษ์ อภรณ์รัตน์. 2550. **ความรู้เรื่องอาวุธปืนสำหรับผู้ตรวจพิสูจน์**.  
กรุงเทพฯ: สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้