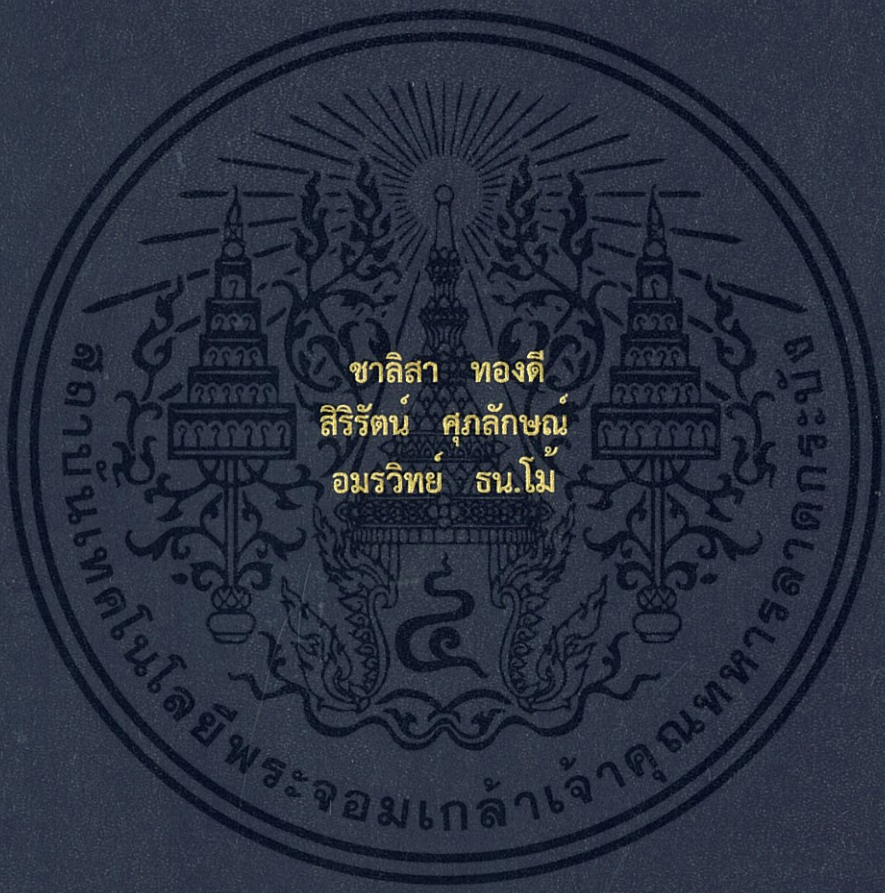
การตรวจสอบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ

ESTIMATION OF SHOOTING DISTANCES FROM GUNSHOT RESIDUE USING IMAGE PROCESSING METHOD

ชาลิสา ทองดี

สิริรัตน์ ศุภลักษณ์

อมรวิทย์ ธน.โม้



โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การตรวจสอบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ

ESTIMATION OF SHOOTING DISTANCES FROM GUNSHOT RESIDUE USING IMAGE PROCESSING METHOD

ชาลิสา ทองดี
สิริรัตน์ ศุภลักษณ์
อมรวิทย์ ธน.โม้

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESTIMATION OF SHOOTING DISTANCES FROM GUNSHOT RESIDUE USING IMAGE PROCESSING METHOD

CHALISA THONGDEE

SIRIRAT SUPPALUC

AMORNWIT THANAMO

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)

DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY ADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การตรวจสอบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ Estimation Of Shooting Distances From Gunshot Residue Using Image Processing Method	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชาลิสา ทองดี	รหัสนักศึกษา 57050951
	นางสาวสิริรัตน์ ศุภลักษณ์	รหัสนักศึกษา 57051046
	นายอมรวิทย์ ธน.โม้	รหัสนักศึกษา 57051057
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)	
ภาควิชา	ฟิสิกส์	
ปีการศึกษา	2560	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ภาณุพล โขลนกระโทก	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.อนุพงศ์ สรงประภา ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.ศ.ทิพวรรณ คล้ายบุญมี กรรมการ	
อ.ภูมินทร์ จินดาจิธาวัฒน์ กรรมการ	
ดร.ภาณุพล โขลนกระโทก กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การตรวจสอบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ Estimation of Shooting Distances from Gunshot Residue Using Image Processing Method	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชาลิสา ทองดี	รหัสนักศึกษา 57059051
	นางสาวสิริรัตน์ ศุภลักษณ์	รหัสนักศึกษา 57051046
	นายอมรวิทย์ ธน.โม้	รหัสนักศึกษา 57051057
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)	
ภาควิชา	ฟิสิกส์	
ปีการศึกษา	2560	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ภาณุพล โขลนกระโทก	

บทคัดย่อ

การตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนด้วยวิธีการประมวลผลภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างในการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในระยะต่าง ๆ โดยเป็นการตรวจสอบเขม่าดินปืนที่กระจายตัวบนผ้าที่ขึงไว้กับไม้กระดานและบนเสื้อที่อยู่บนตัวหุ่นเพื่อแสดงให้เห็นเห็นว่าหากมีการยิงปืนใส่วัตถุต่างชนิดกัน รูปแบบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนก็มีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งทำการตรวจสอบโดยใช้สารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับน้ำส้มสายชูกลั่น 5% ยี่ห้อคิวพี เมื่อสารเคมี 2 ชนิดนี้ทำปฏิกิริยากับเขม่าดินปืนเกิดเป็นสีม่วงเข้มและให้สีที่ติดทนนานกว่าสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 จากนั้นทำการประมวลผลภาพเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของระยะการยิงและหาพื้นที่ใต้กราฟจากกระจายตัวของเขม่าดินปืนพบว่าที่ค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพแบบ 2 มิติและ 3 มิติที่ระยะ 4 นิ้วเขม่ามีการกระจายหนาแน่นมากที่สุดรองลงมาก็คือที่ระยะ 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้วและ 30 นิ้ว ตามลำดับและเมื่อมีการพ่นสารเคมีชนิด Sodium rhodizonateกับน้ำส้มสายชู เห็นได้ถึงการกระจายตัวของเขม่าที่ชัดเจนมากเมื่อเทียบกับเขม่าดินปืนที่ยังไม่ได้ทำการพ่นสารเคมีเทียบเป็นสัดส่วนได้ร้อยละ 8.53

คำสำคัญ : การตรวจสอบระยะการยิง การประมวลผลภาพ เขม่าดินปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Estimation of shooting distances from gunshot residue using image processing method	
Students	Miss Chalisa Thongdee	Student ID 57050951
	Miss Sirirat Suppaluc	Student ID 57051046
	Mr. Amornwit Thanamo	Student ID 57051057
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)	
Department	Physics	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2017	
Advisor	Bhanupol Klonggratog	

Abstract

The objective of shooting distances from gunshot residue estimation using image the purpose is to study differences in the distribution of gunshot residue soot at various stages the gunshot residue is scattered on the fabric that is plied with plank and on the shirt on the puppet to demonstrate that if a gun is fired on different objects. The pattern of gunshot residue is different Sodium rhodizonate and QP 5% distilled vinegar is chemically modified to give a darker color to the gunshot residue soot than the sodium rhodizonate with KCl pH 1.0. then the image processing was performed to correlate the firing range and find the area below the graph from the diffusion of the gunshot residue soot It was found that the values obtained from 2D and 3D image processing at 4 inches of soot were the most densely distributed, followed by 8 inches, 12 inches, 16 inches, 24 inches and 30 inches and spraying Sodium rhodizonate with vinegar Obviously, the distribution of soot was significantly higher than that of non-spray gunshot residue which was 8.53%.

Keyword : Estimation of shooting distance, Image processing, Gunshot residue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาจากบุคคลและสถาบันต่างๆต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ภาณุพล โชลนกระโทก ที่คอยให้คำปรึกษา คอยให้คำแนะนำและคอยให้แนวทางในการศึกษาค้นคว้ารวมไปถึงการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดดะยะเวลาการทำโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจโท ธีรนันท์ นคินทร์พงษ์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์(สบ.3) กองพิสูจน์หลักฐานกลาง กลุ่มงานตรวจอาวุธปืนและเครื่องกระสุน ที่คอยให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการใช้สารเคมีในการทดลองการตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืน

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจโท ชัยยงค์ พรมเชียง ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์(สบ.3) กองพิสูจน์หลักฐานกลาง กลุ่มงานตรวจอาวุธปืนและเครื่องกระสุน ที่คอยดูแลเกี่ยวกับขั้นตอนการยิง และการเก็บเขม่าดินปืนอย่างเข้มงวดและอย่างใกล้ชิด

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจโทหญิง สุพัตรา ถนอมวงค์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์(สบ.2) กองพิสูจน์หลักฐานกลาง กลุ่มงานตรวจอาวุธปืนและเครื่องกระสุน ที่คอยให้คำปรึกษาและการช่วยเหลือเรื่องกระสุนปืนและการใช้กระสุนปืนมาเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวสำหรับกำลังใจที่มีให้อย่างสม่ำเสมอไม่เคยแปรเปลี่ยน

ขอขอบพระคุณพี่ๆประจำห้องแลปอิเล็กทรอนิกส์ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านการเขียนโปรแกรม และในเรื่องอื่น ๆ มาโดยตลอดการทำโครงงานวิจัย

ชาลิสา ทองดี

สิริรัตน์ ศุภลักษณ์

อมรวิทย์ ธน.โม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ชนิดของอาวุธปืนที่ใช้ในการศึกษา	4
2.1.1 ปืนพกออโตเมติกขนาด 9 มม.	4
2.1.2 ปืนพกรีวอลเวอร์ขนาด .357	5
2.2 ชนิดของกระสุนปืนที่ใช้ในการศึกษา	6
2.2.1 กระสุนปืนขนาด 9 มม.	6
2.2.2 กระสุนปืนขนาด .38	8
2.3 การตรวจพิสูจน์การกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน	9
2.3.1 การตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยการใช้ sodium rhodizonate test	9
2.3.2. Walker test	10
2.3.3 Greiss test	10
2.3.4 Marshall test	10
2.3.5 Tewari test	10
2.4 การเกิดและแหล่งกำเนิดเขม่าดินปืน	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.1 การเกิดเขม่าดินปืน 11

2.4.2 แหล่งกำเนิดเขม่าดินปืน 12

2.5 ประเภทเขม่าปืน 13

2.5.1 organic gunshot residue 13

2.5.2 in organic gunshot residue 13

2.6 การตรวจระยะตำแหน่งในการกระจายตัวของเขม่าดินปืน 14

2.6.1 การตรวจสอบด้วยตาเปล่า 14

2.6.2 การตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยการถ่ายภาพ Multi-spectral จากกล้อง infrared 15

2.7 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB 16

2.7.1 โปรแกรม MATLAB 16

2.7.2 ประโยชน์ของโปรแกรม MATLAB 16

2.7.3 ภาพระดับความเข้มเทา (Intensity image or Gray Scale Image) 17

2.7.4 ภาพสี (color Image) 17

2.7.5 การประมวลผลภาพโดยการใช้โปรแกรม MATLAB 18

2.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer 21

2.8.1 หน้าที่ของเครื่อง FT-IR 21

2.8.2 การทำงานของเครื่อง FT-IR 21

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

2.9.1 งานวิจัยภายในประเทศ 21

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 23

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 23

3.2 วิธีการทดลอง 25

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างเขม่าดินปืน 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืน	25
3.2.3 การถ่ายภาพและเตรียมภาพที่ได้ไปทำการประมวลผลภาพ	26
3.2.4 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB	27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	29
4.1 ภาพเขม่าดินปืนที่นำมาใช้ในการทดลอง	29
4.2 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมี	41
4.3 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB	47
4.3.1 ลักษณะการประมวลผลภาพของโปรแกรม MATLAB	48
4.4 ตารางสรุปผลพื้นที่ใต้กราฟ	125
4.4.1 ตารางสรุปผลพื้นที่ใต้กราฟ	141
4.4.2 กราฟแสดงการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในแต่ละระยะ	145
4.5 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่พื้นผิวต่างกัน	153
4.6 การวิเคราะห์ค่า RGB	194
4.6.1 การวิเคราะห์หาค่า RGB ของ Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชู	194
4.6.2 การวิเคราะห์หาค่า RGB ของ Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0	194
4.7 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุโดยใช้เครื่อง FT-IR	197
4.7.1 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุในสารเคมีชนิด KCl pH 1.0	197
4.7.2 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุในสารเคมีชนิดน้ำส้มสายชู	198
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	199
5.1 สรุปผลการวิจัย	199
5.2 ข้อเสนอแนะ	199
เอกสารอ้างอิง	200
ภาคผนวก ก	202
ภาคผนวก ข	206
ภาคผนวก ค	209
ภาคผนวก ง	212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
2.1 ตารางแสดง primer residue ของกระสุนปืนชนิดธรรมดาและกระสุนปืนชนิดปราศจากตะกั่ว	12
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	23
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	24
3.3 กระสุนปืน	24
3.4 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพ ขนาดช่องละ 4x5 นิ้ว (ครั้งที่ 1)	24
3.5 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพ ขนาดช่องละ 4x5 นิ้ว (ครั้งที่ 2)	24
3.6 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพ ขนาดช่องละ 4x5 นิ้ว (ครั้งที่ 3)	25
3.7 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง	25
4.1 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด .38	29
4.2 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.	30
4.3 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด .38	31
4.4 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด 9 มม.	34
4.5 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด .38	37
4.6 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.	39
4.7 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 บนผ้าขาว cotton ขนาด 10 X 10 นิ้ว	41
4.8 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพนสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. บนผ้าขาว cotton ขนาด 10 X 10 นิ้ว	42
4.9 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38	43
4.10 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม.	45
4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38	49
4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืน ขนาด 9 มม.	55
4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี	68
4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38	75
4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.	81
4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบสารเคมี	88
4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี	94
4.19 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Top view)	101
4.20 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Cubic view)	103
4.21 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม.จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Top view)	105
4.22 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Cubic view)	107
4.23 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Top view)	109
4.24 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Cubic view)	111
4.25 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม.	113
4.26 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Cubic view)	115
4.27 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากเสื้อสีขาว	117
4.28 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากเสื้อสีขาว	119
4.29 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากเสื้อสีขาวโดยทำการพ่นสารเคมี	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.30 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากเสื้อสีขาวโดยทำการพ่นสารเคมี 123

4.31 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 125

4.32 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. 127

4.33 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี 129

4.34 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี 131

4.35 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 133

4.36 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. 135

4.37 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี 137

4.38 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี 139

4.39 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 141

4.40 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. 141

4.41 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี 142

4.42 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี . 142

4.43 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38 143

4.44 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. 143

4.45 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี 144

4.46 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี 144

4.47 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยมไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 154

4.48 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยมไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติ 155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.50 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 3 มิติ 157

4.51 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 158

4.52 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี 159

4.53 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติแบบพ่นสารสารเคมี 160

4.54 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 3 มิติแบบพ่นสารเคมี 162

4.55 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี 163

4.56 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 164

4.57 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบ 2 มิติ 165

4.58 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 3 มิติ 167

4.59 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 168

4.60 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี 169

4.61 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 2 มิติแบบพ่นสารเคมี 170

4.62 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 3 มิติแบบพ่นสารเคมี 172

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
4.63 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี	173
4.64 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38	174
4.65 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติ	175
4.66 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 3 มิติ	177
4.67 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38	178
4.68 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี	179
4.69 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 พ่นสารเคมีแบบกราฟ 2 มิติ	180
4.70 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 พ่นสารเคมี แบบ 3 มิติ	182
4.71 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี	183
4.72 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.	184
4.73 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 2 มิติ	185
4.74 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 3 มิติ	187
4.75 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.	188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

4.76 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี 189

4.77 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 2 มิติ แบบพ่นสารเคมี 190

4.78 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 3 มิติ แบบพ่นสารเคมี 192

4.79 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี 193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

2.1 ปืนพกออโตเมติก ยี่ห้อ CZ model 75 B 5

2.2 ปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Colt Python 6

2.3 ภาพแสดงโครงสร้างภายในของกระสุนปืน ขนาด 9 มม. 7

2.4 ภาพแสดงโครงสร้างภายนอกของกระสุนปืน ขนาด 9 มม. 7

2.5 ภาพแสดงโครงสร้างภายนอกของกระสุนปืน ขนาด .38 Special 8

2.6 การทดสอบ sodium rhodizonate test 9

2.7 การเกิดเขม่าดินปืน 11

2.8 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในแต่ละระยะ 14

2.9 การกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่ถ่ายจากกล้อง infrared 15

2.10 ระดับความเข้มเทา 17

2.11 ตัวอย่างโค้ดการประมวลผลภาพ 2 มิติ 18

2.12 ตัวอย่างโค้ดการประมวลผลภาพ 3 มิติ 18

2.13 ภาพเขม่าดินปืน 19

2.14 ตัวอย่างโค้ดการประมวลผลภาพ 2 มิติ 19

2.15 ตัวอย่างโค้ดการประมวลผลภาพ 3 มิติ 19

2.16 การประมวลผลภาพ 2 มิติ 20

2.17 การประมวลผลภาพ 20

2.18 เครื่อง FT- IR 21

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 26

3.2 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ 26

3.3 หน้าต่างโปรแกรม GUI MATLAB 27

3.4 เลือกภาพที่นำมาใช้ในประมวลผลภาพโดยการกดปุ่ม loading image 27

3.5 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ 28

3.6 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติแบบ Top view 28

3.7 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติแบบ Cubic view ซึ่งมีโค้ดการประมวลผลภาคตามภาคผนวก ค 28

4.1 แผนผังลักษณะการประมวลผลภาพโดยการใช้โปรแกรม MATLAB 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
4.2 ภาพวงกลมสีดำ	48
4.3 ภาพวงกลมสีเทา	48
4.4 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38	145
4.5 กราฟแสดงความแตกต่างของการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.	146
4.6 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี	147
4.7 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี	148
4.8 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาวโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38	149
4.9 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาวโดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.	150
4.10 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาวโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี	151
4.11 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาวโดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี	152
4.12 ลักษณะการประมวลผลภาพ	153
4.12 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดย ใช้กระสุนขนาด .38 ที่ระยะ 8 นิ้ว	194
4.13 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดย ใช้กระสุนขนาด 9 มม. ที่ระยะ 8 นิ้ว	194
4.14 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดย ใช้กระสุนขนาด .38 ที่ระยะ 8 นิ้ว	194
4.15 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดย ใช้กระสุนขนาด 9 มม. ที่ระยะ 8 นิ้ว	195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 195

4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูโดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม. 195

4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 196

4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม. 196

4.20 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance 197

4.21 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance 197

4.22 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance 198

4.23 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance 198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนิติวิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ใช้หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ มายืนยันการกระทำความผิดของบุคคล โดยพยานหลักฐานหลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญที่ได้รับการยอมรับที่ยอมรับในกระบวนการทางยุติธรรมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากหลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ได้ว่าบุคคลใดเป็นผู้บริสุทธิ์และบุคคลใดเป็นผู้กระทำความผิด ตลอดจนรูปแบบในการกระทำความผิดครั้งนั้นเป็นแบบใด ผ่านหลักฐานที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุ หรือหลักฐานอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่อง มาทำการตรวจพิสูจน์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนิติวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญในการช่วยให้เจ้าหน้าที่ของรัฐมีแนวทางในการสืบสวนสอบสวน และสามารถดำเนินการตรวจจับผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้อง นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ไม่ลงโทษผู้บริสุทธิ์หรือผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง อันก่อให้เกิดความเป็นธรรมและความน่าเชื่อถือของกระบวนการยุติธรรมในสังคม ปัญหาอาชญากรรมเป็นปัญหาของสังคมไทยและที่สำคัญกำลังมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุน โดยในปัจจุบันมีคดีที่เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนเป็นจำนวนมาก โดยเทียบแล้วเป็นร้อยละ 5.3 [1] กับคดีความทั้งหมด และยังมีการนำเข้าอาวุธปืนอย่างต่อเนื่องในทุกปี โดยจากสถิติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2554 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 6,200,000 กระบอก โดยในจำนวนนี้ยังไม่รวมอาวุธปืนเถื่อนและอาวุธปืนไทยประดิษฐ์ที่ไม่ได้รับการขึ้นทะเบียน[2]

โดยในขั้นตอนการตรวจสอบระยะในการยิงนับเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อน เพราะเมื่อมีการยิงปืนเกิดขึ้น อนุภาคบางส่วนของดินปืนเกิดการเผาไหม้และกลายเป็นควัน โดยกระสุนถูกยิงออกมาจากปากกระบอกปืนและอนุภาคของเขม่าดินปืนเหล่านั้นจะกระจายในลักษณะของทรงกรวย และเริ่มชะลอตัวลงด้วยแรงต้านของอากาศ และจะหยุดตัวลงเมื่อเคลื่อนที่ไปตกกระทบยังเป้าวัตถุ ในการกำหนดระยะในการยิงจากปากกระบอกไปยังเป้าวัตถุนั้นนับเป็นปัจจัยที่สำคัญ เพราะทำให้ทราบถึงตำแหน่งในการยิงของคนร้ายได้ ซึ่งถือเป็นหลักฐานชิ้นสำคัญที่จะนำไปสู่การตรวจสอบความผิดทางอาญา และทางแพ่งที่เกี่ยวข้องกับอาวุธปืนและเครื่องกระสุน[3]

ในปัจจุบันการตรวจสอบและการหาระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืน มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีซึ่งส่วนใหญ่เป็นวิธีทางเคมี ได้แก่ การใช้ Sodium rhodizonate กับ Potassium chloride pH1 Walker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

test Greiss test Tewari test โดยเทคนิคที่ได้กล่าวมานั้น เรียกว่า เทคนิค color test แต่เนื่องจากเทคนิคที่ได้กล่าวมานั้น ล้วนแต่มีการใช้สารเคมีที่มีราคาแพง หาซื้อได้ยากจากตามท้องตลาด และสารเคมีบางตัวก็มีความเป็นกรดสูง หากผู้ทดลองขาดความชำนาญหรือความเชี่ยวชาญในการใช้สารเคมีเหล่านี้อาจส่งผลเสียหรือเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทำการทดลองได้

ในโครงงานพิเศษนี้ใช้สารเคมีชนิด Sodium rodizonate กับ Acetic acid(น้ำส้มสายชู) ในการตรวจหาระยะการกระจายตัวของเขม่าปืน Potassium chloride pH1 เนื่องจาก Acetic acid (น้ำส้มสายชู) มีราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด สามารถใช้แทนสารเคมีชนิด ได้และให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน แต่จุดเด่นของ Sodium rodizonate กับ Acetic acid (น้ำส้มสายชู) เมื่อพ่นลงไปบนเขม่าดินปืน จะปรากฏขึ้นเป็นสีม่วงหรือสีชมพูทันที และปรากฏเป็นเวลานานกว่าการใช้สารเคมีชนิด Sodium rodizonate กับ Potassium chloride pH1 จึงทำให้ทราบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่รวดเร็วและแม่นยำมากกว่าเดิม จากนั้นนำภาพเขม่าดินปืนในแต่ละระยะมาทำการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยการตรวจสอบดังกล่าว สามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นประโยชน์ด้านนิติวิทยาศาสตร์เรื่องการตรวจสอบชนิดของเขม่าดินปืน อีกทั้งเป็นการเพิ่มศักยภาพในการตรวจพิสูจน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1) ตรวจสอบความแตกต่างของระยะตำแหน่งในการยิง
2) ออกแบบและสร้างระบบวิเคราะห์เขม่าปืนด้วยการประมวลผลภาพ

1.3 ขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับโครงงานพิเศษ

1) ตรวจสอบและหาระยะการกระจายตัวของเขม่าปืนโดยการใช้ Sodium rhodizonate กับ Acetic acid (น้ำส้มสายชู)

2) วิเคราะห์โครมาโตแกรมด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยการใช้โปรแกรม math lab

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ขั้นตอนการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องอันประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้
   1.1) วิเคราะห์การกระจายตัวของเขม่าปืนด้วยเทคนิค color test
   1.2) ตรวจสอบระยะการกระจายของเขม่าดินปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) การประมวลผลภาพ

2) ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบการวิเคราะห์โครมาโตแกรมด้วยการประมวลผลภาพ

2.1) ศึกษาเทคนิคในการวิเคราะห์ภาพ

2.2) ศึกษาเทคนิคในการประมวลผลภาพ

2.3) การวิเคราะห์ผล

2.4) ทำรูปเล่มรายงาน

3) สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับรูปสัณฐานของอนุภาคที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง ไปใช้เพื่อเป็นข้อมูลในคดีที่ใช้อาวุธปืนประกอบการกระทำความผิด โดยนำผลการวิจัยไปใช้ในการตรวจพิสูจน์เขม่าปืนการพิสูจน์การกระทำความผิดในกระบวนการยุติธรรม และการกันผู้บริสุทธิ์ออกจากการตัดสินและลงโทษอาญา

2) ทราบถึงตำแหน่งของระยะในการยิงมากขึ้น เมื่อนำภาพที่ได้มาทำกาประมวลผลด้วยโปรแกรม MATLAB

3) เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย ที่มีความเกี่ยวข้องกับการพิสูจน์เขม่าปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์เขม่าดินปืนด้วยการประมวลผลภาพโครมาโตแกรมนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า ด้านแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจพิสูจน์การกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน การเกิดและแหล่งกำเนิดเขม่าดินปืน การตรวจสอบระยะตำแหน่งในการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพโดยการใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อก่อให้เกิดความชัดเจนต่อโครงงานพิเศษ โดยแบ่งสาระสำคัญของหัวข้อในการศึกษา คือ ชนิดของอาวุธปืนที่ใช้ในการศึกษา ชนิดของกระสุนปืนที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ชนิดของอาวุธปืนที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 ปืนพกออโตเมติกขนาด 9 มม. ยี่ห้อ CZ model 75B

จุดเด่นของปืนชนิดนี้คือ “สมอ” ทำหน้าที่เป็นตัวล็อกเข็มแทงชนวน เสริมระบบความปลอดภัยคือป้องกันปืนลั่นกรณีหล่นกระแทกพื้น CZ model 75B ใช้ระบบกึ่งอัตโนมัติ ทำงานด้วยรีคอยล์ มีลำกล้องยาว 4.7 นิ้ว มีสันขัดกลอนกับลำเลื่อนด้านในหน้ารังเพลิง ท้ายลำกล้องกระดกลงเพื่อปลดกลอนและกระดกกลับขึ้นในจังหวะเดินหน้าเพื่อขัดกลอน ซึ่งเป็นผลงานคิดค้นของเบรานิงก์ ซึ่งข้อดีของปืนพกออโตเมติก ยี่ห้อ CZ model 75B สามารถควบคุมการกระดกของลำกล้องด้วยห่วงลูกเบี้ยวและทำโครงปืนหุ้มลำเลื่อน ซึ่งสองจุดหลังนี้เป็นการออกแบบของ ชาร์ล เพ็ตเตอร์ แต่ CZ model 75B เปลี่ยนระบบการทำงานของไกให้ทันสมัยขึ้น คือเหนี่ยวไกนัดแรกแบบ “ดับเบิล” ได้ไม่ต้องง้างนกก่อน และเมื่อลั่นกระสุนนัดแรกไปแล้ว ปืนสามารถทำงานง้างนกให้เองนัดต่อๆไปเป็นการยิงแบบ“ซิงเกิล”ที่แรงต้านของไกน้อยกว่าแบบดับเบิลอีกจุดหนึ่งที่ CZ model 75B รับมาจาก เบรานิงก์ ไฮเพาเวอร์ ก็คือซองกระสุน “สองแถว” โดยเพิ่มความจุเป็น 15 นัด ทั้งหมดทำให้ CZ model 75B จัดเป็นปืน “เก้าลูกดก” สมัยใหม่เต็มตัว โดยสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของ CZ model 75B คือสามารถพกในสภาพพร้อมใช้งานได้ทั้งแบบ “ดับเบิล” ลดนกไว้หรือ“ซิงเกิล”นกง้างแต่เข้าห้ามไกเหมือนปืน 1911 ปี ค.ศ.1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specification CZ-75

ขนาดกระสุน : 9 x19 MM LUGER/PARABELLUM , 9 x 21 MM IMI , .40S&W

ความจุ : 12/15/16 นัด

มิติ : ยาว(L) x สูง(H) x หนา(t) : 206 x 138 x 33 มิลลิเมตร

น้ำหนัก : 1,120 กรัม

ระบบปฏิบัติการ : DA-SA

ระบบการยิง : SEMI - AUTO

ระยะหวังผล : 50 เมตร

ฟังก์ชัน : ศูนย์เลเซอร์ , ไฟฉาย , กล้อง ZOOM ระยใกล้ถึงไกล , กระบอกเก็บเสียง

แรงเหนี่ยวไก : ดับเบิล 5500 กรัม (12 ปอนด์), ซิงเกิล 2300 กรัม (5 ปอนด์)วัสดุ เหล็กรมดำ (หรือเหล็กสเตนเลสสำหรับรุ่นใหม่ล่าสุด)อื่นๆ มีชุดลั่นไก “โอเมกา” ให้เลือกได้

ลักษณะใช้งาน : ปืนเฝ้าบ้าน หรือเจ้าหน้าที่พกซองนอก [4]

รูปที่ 2.1 ปืนพกออโตเมติก ยี่ห้อ CZ model 75 B[5]

2.1.2 ปืนพกรีวอลเวอร์ขนาด .357 ยี่ห้อ Colt Python

Colt Python เป็นปืนลูกโม่หรือรีวอลเวอร์ที่มี ความแม่นยำในการยิงสูง ระบบไกเรียบลื่น โครงหนา โม่หนา มีความแข็งแรงทนทาน ใช้ง่าย มีน้ำหนักเบา ไม่ต้องขึ้นลำก่อนยิง ระบบล็อคลูกโม่ที่แน่นหนา ทำให้ระหว่างที่ง้างนกปืน ลูกโม่จะไม่มีการขยับเลยแม้แต่น้อย ซึ่งช่วยให้ตอนที่ลั่นไกลูกกระสุนอยู่ตรงกับปากลำกล้องพอดี อีกทั้งยังทิ้งห่างคู่แข่งด้วยการออกแบบที่ให้มีระยะห่างระหว่างโคนของลำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องให้ชิดกับปากลูกโม่ 1/1,000 นิ้ว ซึ่งช่วยลดการสูญเสียของแรงแก๊สที่ขับหัวกระสุนออกจากลำกล้อง [6]

Specification Colt Python

ขนาดกระสุน : .357 แม็กนั่ม / .38 สเปเชียล โม่จุ 6 นัด

มิติตัวปืน : ยาวxสูงxหนา : 232x138x39 มิลลิเมตร

ลำกล้องยาว : 104 มม. (4.1 นิ้ว)

น้ำหนัก : 1,160 กรัม

แรงเหนี่ยวไก : ดับเบิล 5,900 กรัม (13 ปอนด์); ซิงเกิล 1,350 กรัม (3 ปอนด์)

วัสดุ : เหล็กชุบทอง (รุ่นปกติรมดำ, ชุบนิเกิล)

ความยาวลำกล้อง : 4 นิ้ว

ลักษณะใช้งาน : ปืนสะสม, พกซองนอก, ต่อสู้ระยะปานกลาง[8]

รูปที่ 2.2 ปืนพกรีวอลเวอร์ ยี่ห้อ Colt Python[7]

2.2 ชนิดของกระสุนปืนที่ใช้ในการศึกษา

2.2.1 กระสุนปืนขนาด 9 มม.

กระสุนปืนขนาด 9 มม. ยี่ห้อ Bullet master หัวกระสุนแบบ full metal jacket ใช้กับปืนพกออโตเมติก มีความเร็วกระสุนประมาณ 1100 ฟุต/วินาที โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. เป็นกระสุนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งในระดับกองทัพเจ้าหน้าที่ตำรวจ หน่วยรักษาความปลอดภัย และในชั้นประชาชน ที่ต้องการหลักประกันความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน สำหรับในประเทศไทย กระสุนขนาด 9 มม. ถือเป็นกระสุนที่ได้รับความนิยมสูงอันเป็นผลมาจากองค์ประกอบหลายๆ ด้าน ซึ่งกระสุนชนิดนี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดยชาวอเมริกัน คือ เกเอ้อร์ ลูเก้อร์

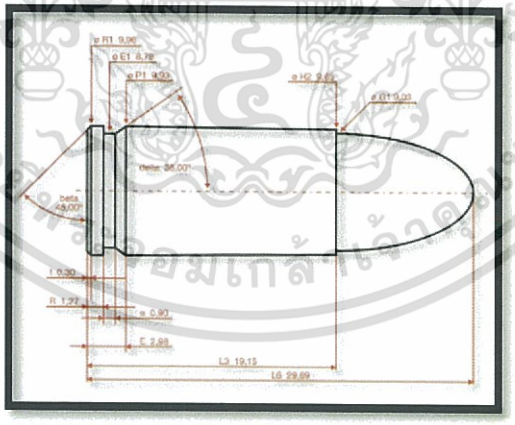
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระสุนขนาด 9 มม. ได้รับความนิยมสูงถึงขีดสุดเมื่อกองทัพสหรัฐฯตัดสินใจปลดประจำการเอ็ม 1911 เอ 1 หลังจากที่ใช้เอ็ม 1911 เอ 1 กับกระสุนขนาด .45 เอซีพี มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1911 โดยรับแบเร็ตต้า 92 เอฟเอส ขนาด 9 มม. เข้าประจำการแทนด้วย 2 ประการหลักๆ คือ

1. สะดวกแก่การส่งกำลังบำรุง เพราะทุกประเทศในสนธิสัญญานาโต้ (NATO) ใช้ปืนออโต้เมติกขนาด 9 มม. เป็นปืนประจำกายของทหาร

2. กระสุน 9 มม. มีวิถีกระสุนที่ราบเรียบและหวังผลได้ไกลกว่า .45 เอซีพี

รูปที่ 2.3 ภาพแสดงโครงสร้างภายในของกระสุนปืน ขนาด 9 มม.



รูปที่ 2.4 ภาพแสดงโครงสร้างภายนอกของกระสุนปืน ขนาด 9 มม.[8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่าศูนย์กลางหัวกระสุน : 9 มม./0.354 นิ้ว

ปลายปลอก : 09.65 มม./0.380 นิ้ว

ฐานปลอก : 09.93 มม./0.391 นิ้ว

จานท้าย : 09.96 มม./0.392 นิ้ว

ความหนาแน่น : 00.90 มม./0.035 นิ้ว

ความยาวตลอดทั้งนัด : 29.69 มม./1.169 นิ้ว

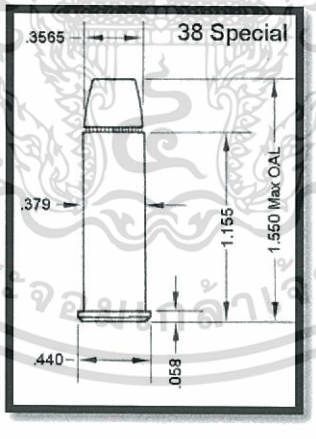
ความจุปลอกกระสุน : 0.86 ตร.ซม./13 กรัม (น้ำหนัก.น้ำ)

จอกชนวน : แบบเบอร์ดัน บ๊อกเซ่อร์ (ขนาดเล็ก)

แรงดันในรังเพลิงสูงสุด : 235 เอ็มพีเอ/34,084 ปอนด์/ตารางนิ้ว[9]

2.2.2 กระสุนปืนขนาด .38

กระสุนปืนขนาด .38 Special. ยี่ห้อ Winchester หัวกระสุนแบบ Jacked HP ใช้กับปืนพกรีวอลเวอร์ มีความเร็วกระสุน 700 – 800 ฟุต/วินาที น้ำหนักของกระสุนประมาณ 10.2 กรัม พลังงานจากปากกระบอกปืน476 จูน และมีความดันสูงสุดถึง 20,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงโครงสร้างภายนอกของกระสุนปืน ขนาด .38 Special

เส้นผ่าศูนย์กลางหัวกระสุน : 0.3565 นิ้ว

ความสูงหัวกระสุน : 0.395 นิ้ว

ความกว้างจานท้าย : 0.440 นิ้ว

ความสูงจานท้าย : 0.058 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวตลอดทั้งนัด : 1.550 นิ้ว

ความยาวปลอกกระสุน : 1.097 นิ้ว

ความกว้างปลอกกระสุน : 0.397 นิ้ว

2.3 การตรวจพิสูจน์การกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืน

2.3.1. การตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยการใช้ sodium rhodizonate test

การตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยการใช้สารเคมีชนิด sodium rhodizonate test กับ Potassium chloride pH1 ซึ่งวิธีนี้เป็นการตรวจวิเคราะห์ที่ง่าย สามารถตรวจพบเขม่าปืนหลังจากการยิงปืนนานถึง 48 ชั่วโมง แต่มีข้อจำกัดคือความไว (sensitive) ในการวิเคราะห์ต่ำ ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ไม่ชัดเจน โดยการตรวจวิเคราะห์เขม่าปืนโดยใช้ sodiumrhodizonate test เป็นการตรวจวิเคราะห์เพื่อหาธาตุตะกั่ว (Pb) แบเรี่ยม (Ba) และแอนติโมนี (Sb) จาก leadstyphnate (PbO_2 $C_6H(NO_2)_3$) barium nitrate ($Ba(NO_3)_2$) และ antimony trisulphide (Sb_2S_3) แต่พบว่าบัฟเฟอร์ชนิด Potassium chloride นั้นจัดเป็นสารที่มีราคาค่อนข้างแพง และจัดเป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายเพราะมีความเป็นกรดค่อนข้างสูง เมื่อสัมผัสกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการเก็บเขม่า สารเคมีชนิด Potassium chloride จะกัดกร่อนเครื่องมือจนเครื่องมือได้รับความเสียหายและเกิดเป็นสนิม และถ้าหากสัมผัสกับผิวหนังก็เกิดอาการระคายเคืองและเป็นอันตรายต่อผิวหนัง [10]

ก) ข)

รูปที่ 2.6 ก) การทดสอบ sodium rhodizonate test ทำได้โดยการฉีดพ่นด้วยสารละลาย sodium rhodizonate ลงบนบริเวณที่มีเขม่า ซึ่งสารละลายชนิดนี้มีส่วนผสมของ sodium rhodizonate กับน้ำกลั่น ซึ่งสารสารละลายนี้มีสีเหลือง

ข) นำสารละลายชนิด Potassium chloride pH1 ฉีดลงบนพื้นที่ตัวอย่าง ซึ่งสารละลายชนิดนี้ช่วยลดสีพื้นหลังสีเหลืองที่เกิดจาก sodium rhodizonate และปรากฏออกมาเป็นสีม่วงในบริเวณที่มีคราบตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2. Walker test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบหา Nitrites ซึ่งเป็นส่วนประกอบในดินปืนทั้งใน ส่วนที่เผาไหม้หมดแล้วและยังเผาไหม้ไม่หมดหรือ เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งผลของการเกิดปฏิกิริยาส่งผลให้ ให้สารที่มีสีแดงหรือสีส้ม

2.3.3. Greiss test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบ หา Nitrites เหมือนกับเทคนิค Walker test แต่ ในการวิเคราะห์นั้น จะใช้ naphthylamine แทน 2-naphthylamine-4, 8-disulphonic acid ซึ่งผลของการเกิดปฏิกิริยาส่งผลให้สารที่มีสีส้ม

2.3.4. Marshall test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบ หา Nitrites ด้วยการทำปฏิกิริยาของ Nitrites กับสารละลาย Sulphanilic acid 5% บน กระดาษอัดรูป ซึ่งส่งผลให้ให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้สีม่วง

2.3.5. Tewari test

เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทดสอบ หา Nitrites ด้วยการทำปฏิกิริยาของ Nitrites กับสารละลาย tazoline hydrochloride (2-N-benzy lanilinomethyliminazolinehydrochloride) ซึ่งส่งผลให้ผลการเกิดปฏิกิริยาเป็นสารประกอบที่ให้ สีเหลือง [11]

แต่เนื่องจาก ในวิธีข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้น ล้วนแต่มีการใช้สารเคมีที่มีราคาแพง หาซื้อได้ยากจากตามท้องตลาด และสารเคมีบางตัวก็มีความเป็นกรดสูง หากผู้ทดลองขาดความชำนาญหรือความเชี่ยวชาญในการใช้สารเคมีเหล่านี้ อาจส่งผลเสียหรือเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทำการทดลองได้ ในการทดลองนี้จึงได้เลือกใช้สารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ acetic acid จากน้ำส้มสายชู มาใช้ในการตรวจหาระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืน เนื่องจาก acetic acid มีราคาถูกหาซื้อได้ง่ายจากตามท้องตลาด สามารถใช้แทนสารเคมีชนิด Potassium chloride pH 1 ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่คล้ายกัน แต่จุดเด่นของ Sodium rodizonate กับ acetic acid เมื่อพ่นลงไปบนเขม่าดินปืน จะปรากฏขึ้นเป็นสีม่วงหรือชมพูเข้มทันที และปรากฏเป็นเวลานานกว่าการใช้สารเคมีชนิด Sodium rodizonate กับ Potassium chloride pH 1 จึงทำให้ทราบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่รวดเร็วและแม่นยำมากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. การเกิดและแหล่งกำเนิดเขม่าดินปืน

เขม่าปืน (gunshot residue) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังการยิงปืน ซึ่งเป็นผลมาจากส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ (residue of combustion) ของชนวนท้ายกระสุนปืนและดินส่งกระสุนปืน โดยประกอบไปด้วยอนุภาคจากส่วนประกอบของเครื่องกระสุนปืน ดินส่งกระสุนปืนส่วนที่ไม่ถูกเผาไหม้ (unburned gunpowder) และเศษโลหะ (metallic chips) ที่ได้จากหัวกระสุน ปลอกกระสุน ชนวนท้ายกระสุนและพื้นผิวภายในลำกล้องปืน

2.4.1 การเกิดเขม่าดินปืน

เขม่าปืนเกิดจากการทำงานของอาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืนที่เกิดขึ้นหลังจากการเหนี่ยวไกปืน (trigger) โดยเข็มแทงชนวน (firing pin) เคลื่อนที่ไปกระแทกบริเวณที่เป็นชนวน (primer) ซึ่งอยู่บริเวณท้ายกระสุนปืน ทำให้ชนวนท้ายกระสุนปืนระเบิดเป็นเปลวไฟเพื่อใช้จุดดินส่งกระสุนปืนให้เกิดการลุกไหม้ต่อไป การระเบิดของชนวนท้ายกระสุนปืนและการเผาไหม้ของดินส่งกระสุนปืนเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาอันสั้นประมาณ 1 มิลลิวินาที ทำให้อุณหภูมิและความดันเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน เกิดความร้อนและให้ความร้อนเป็นก๊าซจำนวนมาก โดยก๊าซที่ได้ขยายตัวกลายเป็นก๊าซที่มีแรงดันสูง ทำให้ปลอกกระสุนปืนขยายตัวแนบกับผนังภายในของรังเพลิง ส่งผลให้บริเวณปลายปลอกกระสุนปืนที่ยึดลูกกระสุนปืนไว้เกิดการคลายตัว แรงดันระเบิดทั้งหมดจึงมีทิศทางการกระทำไปทางด้านหน้าหรือบริเวณปลายของปลอกกระสุนปืน ขับลูกกระสุนปืนวิ่งออกจากปลายปลอกกระสุนปืนผ่านทางปากลำกล้องปืน โดยแรงดันยังขับเอากลุ่มไอ (vapors) และก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ให้ผ่านออกมาทางปากลำกล้องปืน โดยพาเอาเขม่าปืนส่วนที่ไม่ถูกเผาไหม้ (unburned) ออกมาด้วย

ก) ข)

รูปที่ 2.7 ก) บริเวณที่เกิดเขม่าหรืออนุภาคของชนวนท้ายกระสุนปืน
ข) อนุภาคของดินส่งกระสุนปืนที่ถูกแรงระเบิดขับดันออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 แหล่งกำเนิดเขม่าดินปืน

ก. ชนวนท้ายกระสุนปืน (primer)

เป็นที่มาของเขม่าที่เรียกว่า primer residue อันเป็นผลลัพธ์ซึ่งได้มาจาก primer mixture ที่ถูกเผาไหม้เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการจุดระเบิดของชนวนท้ายกระสุนปืน อาจแบ่ง primer residue เป็น 2 กลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย

ตารางที่ 2.1 แสดง primer residue ของกระสุนปืนชนิดธรรมดา และกระสุนปืนชนิดปราศจากตะกั่ว

กระสุนปืนชนิดธรรมดา		**กระสุนปืนชนิดปราศจากตะกั่ว**
Corrosive primer	Non – corrosive primer	
ปรอท (Hg) แอนติโมนี (Sb) โพแทสเซียม (K) คลอรีน (Cl) ซัลเฟอร์ (S) และเขม่าชนวนท้ายกระสุนปืนชนิด	ธาตุตะกั่ว (Pb) แบเรี่ยม (Ba) และแอนติโมนี (Sb) ธาตุอะลูมิเนียม (Al) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ทองแดง (Cu) และซิลิคอน (Si)	ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) อะลูมิเนียม (Al) ซิลิคอน (Si) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) เหล็ก(Fe) โซเดียม (Na) ไทเทเนียม (Ti) และซัลเฟอร์ (S)

ข. ดินส่งกระสุนปืน (propellant)

เป็นแหล่งกำเนิดของเขม่าดินปืน ที่มีความแตกต่างไปจากเขม่าของชนวนท้ายกระสุนปืน เพราะให้เขม่าดินปืนประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ และธาตุที่ไม่ใช่โลหะ อย่างไรก็ตาม ดินส่งกระสุนปืนส่วนที่ถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ (burned gunpowder) กลายเป็นก๊าซคาร์บอน ก๊าซออกซิเจน และก๊าซไนโตรเจน ลอยไปในอากาศจนหมด โดยดินส่งกระสุนปืนประกอบไปด้วย ดินดำ (black powder) และดินควันน้อย (smokeless powder) โดยเขม่าของดินดำเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกิดเป็น potassiumcarbonate (K_2CO_3) sulfate (SO_4) hydrogen sulfide (H_2S) potassium thiosulphate ($K_2S_2O_3$) และ otassiumthiocyanate (KCNS) ทั้งนี้ ยังพบว่าในเขม่าปืนมีธาตุคาร์บอน (C) และ ซัลเฟอร์ (S) รวมอยู่ด้วย ส่วนดินควันน้อย (smokeless power) ซึ่งเขม่าของดินควันน้อยประกอบไปด้วย organicresidue ที่ได้มาจากการเผาไหม้ของ nitroglycerine ซึ่งเป็นสารหลักในดินควันน้อยชนิด double-based และสารผสมอื่นๆ (additives) ที่ผสมอยู่ทั้งในดินควันน้อยชนิด single-based และ double-based

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ปลอกกระสุนปืน (cartridge case)

ให้เขม่าตามวัสดุที่นำมาใช้ทำปลอกกระสุนปืน เช่น เขม่าของเหล็ก (Fe) โครเมียม (Cr) อะลูมิเนียม (Al) นิกเกิล (Ni) และในกรณีที่ปลอกกระสุนปืนทำมาจากทองเหลืองประกอบไปด้วย ทองแดง (Cu) กับสังกะสี (Zn)

ง. ลูกกระสุนปืน (bullet หรือ projectile)

ในกรณี unjacketed bullet เป็นที่มาเขม่าของตะกั่ว (Pb) แอนติโมนี (Sb) และดีบุก (Sn) ส่วน jacketed bullet ให้เขม่าของเหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn)

จ. ลำกล้องปืน (barrel)

เป็นแหล่งกำเนิดเขม่าของเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และโครเมียม (Cr)

ฉ. ภาชนะบรรจุชนวนท้ายกระสุนปืน (percussion cup)

ให้เขม่าที่ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ เช่น เขม่าของเหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และดีบุก (Sn)

2.5 ประเภทเขม่าปืน

2.5.1 organic gunshot residues หรือ O-GSR

เป็นเขม่าปืนที่เกิดจากการเผาไหม้ของดินส่งกระสุนปืน (propellant discharge residue) เทคนิคการตรวจวิเคราะห์อินทรีย์สารจากเขม่าปืน มีพัฒนาการตามลำดับ เดิมใช้การตรวจหา nitrates และ nitrites ที่เกิดขึ้น จากการเผาไหม้ของดินส่งกระสุนปืนชนิดดินปืน โดยใช้ dermal nitrate test แต่ในปัจจุบันนิยมใช้ดินส่งกระสุนปืนชนิดดินควันน้อย ซึ่งจากการตรวจวิเคราะห์ที่ผ่านมา พบว่าดินควันน้อยมีเขม่าในรูปของสารประกอบสารอินทรีย์ จำพวก nitro-compound อยู่ 23 ชนิด

2.5.2 inorganic gunshot residues หรือ i-GSR

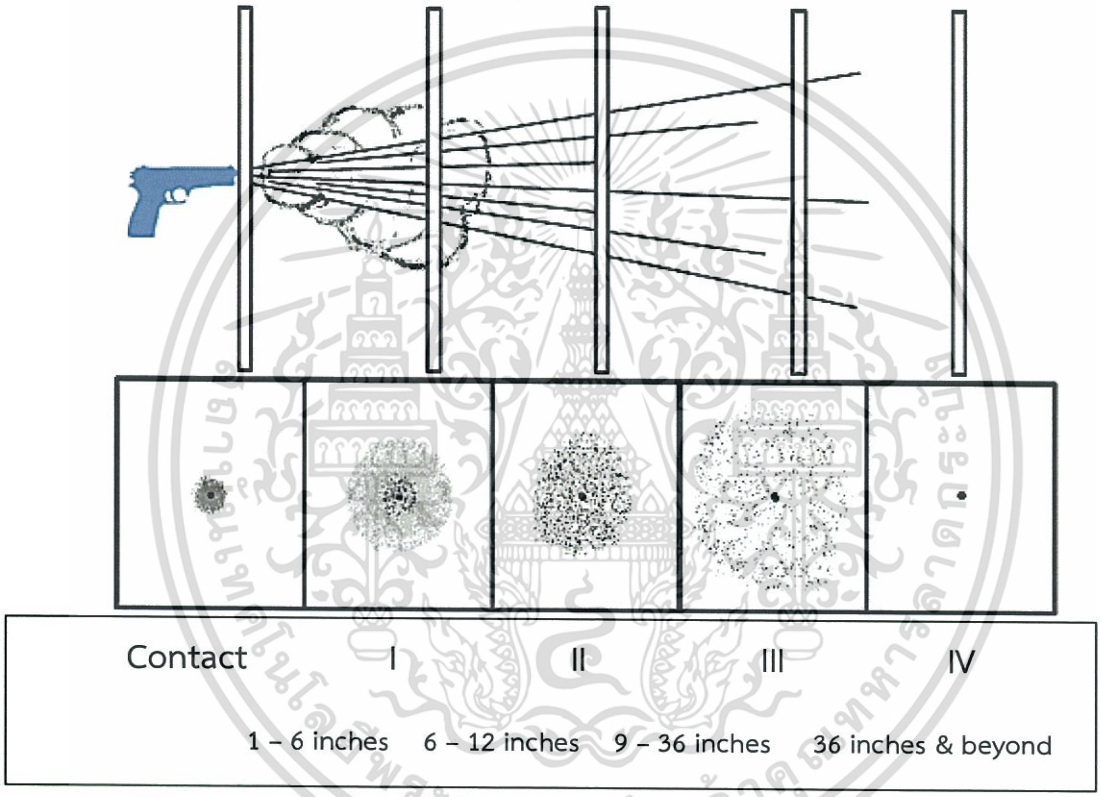
เป็นเขม่าปืนประเภทอนินทรียสารที่เป็นผลมาจากการระเบิดและเผาไหม้ของชนวนท้ายกระสุนปืน (primer discharge residue) เกิดเป็นการตกค้างของเขม่าที่ประกอบไปด้วยอนุภาคของธาตุต่างๆ ที่เป็นส่วนผสมของชนวนท้ายกระสุนปืน เริ่มแรกใช้ mercury fulminates ($Hg(CNO)_2$) เป็นเชื้อปะทุ (initiating explosive) มี powdered glass เป็นตัวกระตุ้นการเผาไหม้ของเชื้อปะทุ (frictionnator) และใช้ berthollet's salt หรือ potassiumchlorate ($KClO_3$) ทำหน้าที่ oxidizer เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้ antimony trisulphide (Sb_2S_3) ซึ่งใช้เป็นสารเชื้อเพลิง (fuel) จากนั้นเปลี่ยนมาใช้ lead styphnate ($PbO_2C_6H(NO_2)_3$) เป็นตัวจุดระเบิด (initiating explosive) antimony trisulphide และbarium nitrate ($Ba(NO_3)_2$) ที่ใช้เป็นสารเพิ่มออกซิเจน (oxidizing agent) เขม่าปืนที่เกิดจากชนวนท้ายกระสุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปืนชนิดหลังนี้มีลักษณะเฉพาะ โดยพบอนุภาคของธาตุตะกั่ว (Pb) แบเรี่ยม (Ba) และแอนติโมนี(Sb) ในอนุภาคเดียวกันทุกครั้งบริเวณมือหลังจากการยิงปืน[12]

2.6 การตรวจสอบระยะตำแหน่งในการกระจายตัวของเขม่าดินปืน

2.6.1 การตรวจสอบด้วยตาเปล่า



รูปที่ 2.8 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในแต่ละระยะ

ที่มา : http://julieyumi.tumblr.com

สืบค้นเมื่อ วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561

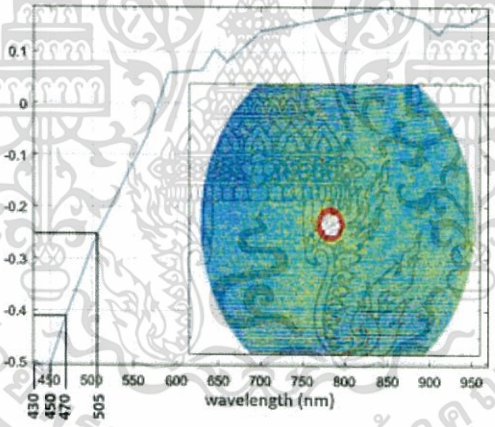
ลักษณะทั่วไป

Contact: เกิดการทำลายล้าง โดยเกิดการฉีกขาดของผิวหนังหรือเสื้อผ้า โดยความหนาแน่นของเขม่าจะอยู่บริเวณริมขอบกระสุน แต่เขม่าส่วนใหญ่จะพุ่งออกไปทางด้านหลังของเป้ายิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zone I: มีความหนาแน่นของเขม่าบริเวณรอบรูกระสุนเป็นจำนวนมากทั้งเขม่าที่เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์และเขม่าที่เกิดการเผาไหม้แค่เพียงบางส่วน โดยเขม่าดินปืนกระจายตัวไปทั่วทั้งรอบๆเป้ายิง
Zone II: สังเกตเห็นการกระจายตัวของเขม่าแบบเบาบาง ไม่ชัดเจน แต่อนุภาคของเขม่าวงในส่วนใหญ่ก็ยังคงกระจายตัวรอบๆรูกระสุน ส่วนเขม่าวงนอกมีการกระจายตัวอย่างกระจัดกระจายไปทั่วเป้ายิง
Zone III: มองไม่เห็นเขม่า ซึ่งเขม่าวงในมีการกระจายตัวรอบรูกระสุนแบบจางๆ ส่วนเขม่าวงนอกจะกระจายตัวไปทั่วทั้งเป้ายิงอย่างเบาบาง ไม่หนาแน่น
Zone IV: ไม่สามารถแยกแยะอนุภาคของเขม่าปืนได้ ซึ่งอาจจะมีการกระจายตัวของเศษผงเขม่าเล็กๆน้อยๆ อย่างเบาบาง และแทบจะมองไม่เห็นร่องรอยการกระจายตัวของเขม่า [13]

2.6.2 การตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยการถ่ายภาพ Multi-spectral จากกล้อง infrared



รูปที่ 2.9 การกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่ถ่ายจากกล้อง infrared
ที่มา : https://ac.els-cdn.com สืบค้นเมื่อ : วันที่ 21 เมษายน 2561

เทคนิคนี้เป็นการตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนจากการถ่ายภาพ Multi-spectral ด้วยกล้อง infrared ซึ่งข้อจำกัดของวิธีนี้ก็คือต้องใช้แสงในช่วงสีม่วง – สีน้ำเงินที่มีความยาวคลื่นในช่วง 430 – 470 nm. ในการถ่ายภาพ ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและมีข้อจำกัดต่อการใช้งานเป็นอย่างสูง [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB

2.7.1 โปรแกรม MATLAB

โปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมการคำนวณเชิงตัวเลขที่มีสิ่งแวดล้อมในการคำนวณของตัวเอง (Numerical Computing Environment) และมีภาษาเฉพาะตัวในการเขียนโปรแกรมได้ โดยโปรแกรม MATLAB สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การทำซิมูเลชั่นของระบบ การสร้างระบบควบคุม และโดยเฉพาะเรื่อง image processing ดังนั้นในปัจจุบันนี้หลาย ๆ หน่วยงานทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้เริ่มนำโปรแกรม MATLAB เข้ามาช่วยในการทำงานและช่วยในการเรียนการสอน

2.7.2 ประโยชน์ของโปรแกรม MATLAB

2.7.2.1 MATLAB เป็นโปรแกรมคำนวณที่รองรับข้อมูล

ก. เชิงตัวเลข (Numeric) สามารถใช้เป็นเครื่องคำนวณธรรมดา หรือใช้งานฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงได้

ข. เชิงสัญลักษณ์ (Symbolic) สามารถคำนวณในเชิงตัวแปรได้ เช่น การอินทิเกรต หรือการแก้สมการต่างๆ

2.7.2.2 MATLAB สามารถเขียนโปรแกรมได้

ก. สามารถเขียนได้แบบทั้ง script ซึ่งทำงานในลักษณะชุดคำสั่งต่อเนื่อง หรือเขียนเป็นฟังก์ชันเพื่อใช้งานก็ได้

ข. มี GUI รองรับ

2.7.2.3 MATLAB สามารถติดต่อ หรือใช้งานกับ ภาษา ฮาร์ดแวร์ หรือแฟ้มข้อมูลรูปแบบต่างๆ ได้

ก. สามารถอ่านหรือเขียนแฟ้มข้อมูลสื่อสารแบบมาตรฐานได้ เช่น ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ เป็นต้น

ข. สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ กล้องวิดีโอ บอร์ด DSP ได้ เป็นต้น[15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ภาพระดับความเข้มเทา (Intensity image or Gray Scale Image)

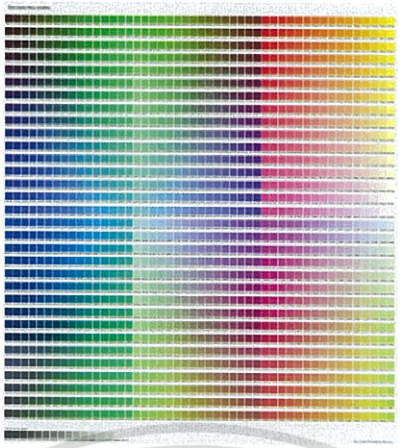
ลักษณะของภาพชนิดนี้ ในแต่ละพิกเซลมีค่าความเข้มแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไปตั้งแต่ระดับสีดำไปยังระดับสีขาว สามารถกำหนดระดับความเข้มของแสงนั้น โดยใช้ค่าระดับความเข้มเทา (Gray Scale) โดยทั่วไปภาพแบบระดับสีเทามีค่าระดับความเข้มเทาเท่ากับ 8 บิต ดังนั้นค่าความเข้มแสงถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ เมื่อค่าระดับความเข้มเทามีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงจุดภาพนั้นมีค่าระดับความเข้มเทาของแสงต่ำและทำให้จุดในภาพเป็นสีดำ ในทางกลับกันหากค่าระดับความเข้มเทามีค่าเท่ากับ 255 หมายถึงจุดภาพนั้นมีค่าความเข้มแสงมากทำให้ภาพเป็นสีขาว ซึ่งสีขาวถูกแทนที่ด้วยค่าความเข้มเทา 255 และสีดำถูกแทนค่าด้วยระดับความเข้มเทาเท่ากับ 0 ส่วนค่าระหว่าง 0 -255 ก็มีเฉดสีจากดำไปสีขาวนั่นเองแต่ในการทดลองได้ทำการ invert รูปภาพทำให้ค่าสีดำที่มีระดับความเข้มเทาเท่ากับ 255และค่าสีขาวมีค่าระดับความเข้มเทาเท่ากับ 0 ดังรูปที่ 2.10[16]

รูปที่ 2.10 ระดับความเข้มเทา

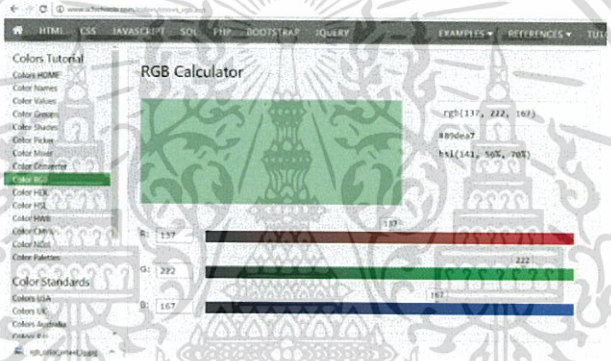
2.7.4 ภาพสี (color Image)

ภาพชนิดนี้แต่ละจุดภาพหรือพิกเซลของภาพมีการบันทึกค่าระดับความเข้มของแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก 3 สีที่ซ้อนกันอยู่ คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และ สีน้ำเงิน (blue) ซึ่งในแต่ละพิกเซลนั้นๆ แสดงผลของค่าสีของแต่ละพิกเซลตามระดับความเข้มในแต่ละแถบแสง ผลของค่าสีแต่ละพิกเซลตามระดับความเข้มในแต่ละแถบสีนั้น ดังรูปที่ 2.12 ซึ่งเกิดจากการผสมของ RGB โดยสัดส่วน ดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ระดับความเข้มสี

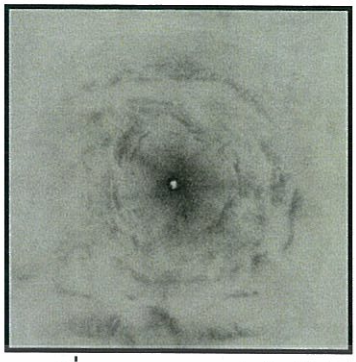


รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างสัดส่วนการผสมสี RGB

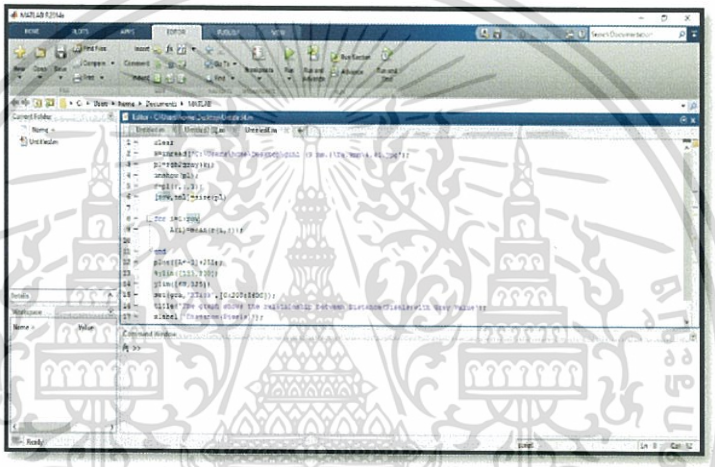
2.7.5 การประมวลผลภาพโดยการใช้โปรแกรม MATLAB

การประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม MATLAB ประกอบไปด้วย ข้อมูลภาพดิจิตอล เป็นเซตของค่าตัวเลขที่แทนระดับความเข้มของสัญญาณที่เก็บอยู่ในรูปของเมทริกซ์ เนื่องจากโปรแกรม MATLAB รองรับข้อมูลพื้นฐานเป็นอะเรย์หลายมิติ รวมถึงเมทริกซ์และตัวดำเนินการต่างๆ ทำให้มีความเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรมนี้ในการประมวลผลภาพ และมีกล่องเครื่องมือที่ช่วยให้การประมวลผลภาพทำได้สะดวกขึ้น ทั้งในส่วนของการประมวลผลภาพและการนำเข้าข้อมูลภาพ ซึ่งกล่องเครื่องมือเหล่านี้ จะมีฟังก์ชันพิเศษที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลภาพ เช่น เรขาคณิต พีชคณิต รวมไปถึงการแปลงข้อมูลภาพ นอกจากนี้ทูลบ็อกยังรองรับข้อมูลภาพได้ทั้งภาพขาวดำ ภาพเกรย์สเกล และภาพสี[17]

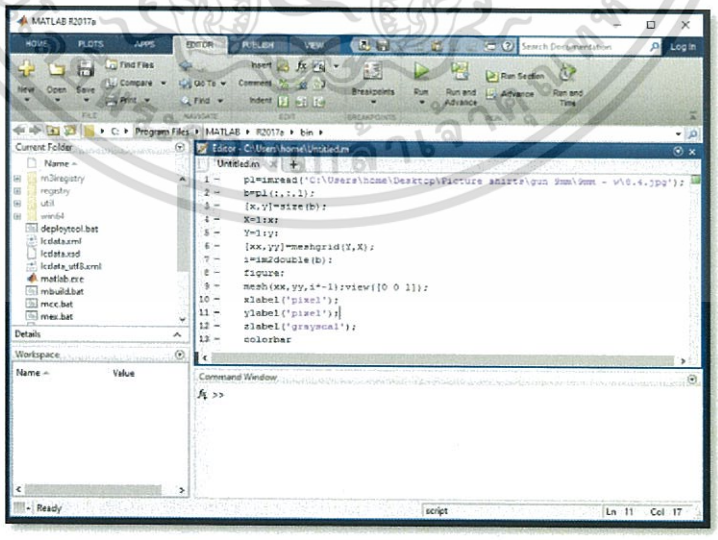
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ภาพเขม่าดินปืน

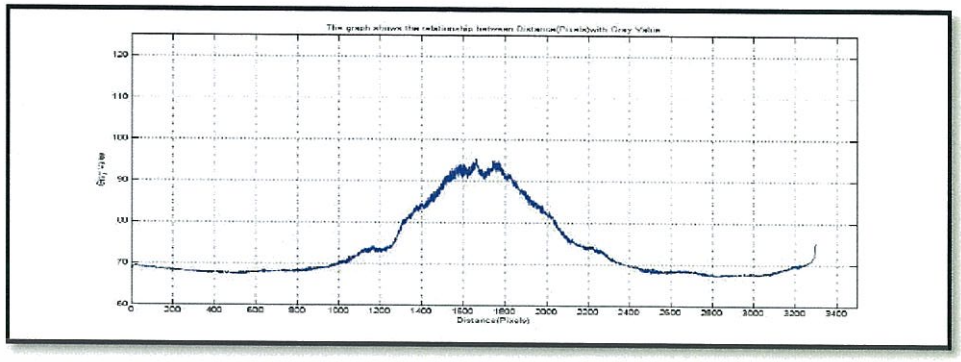


รูปที่ 2.14 ตัวอย่างโค้ดการประมวลผลภาพ 2 มิติ

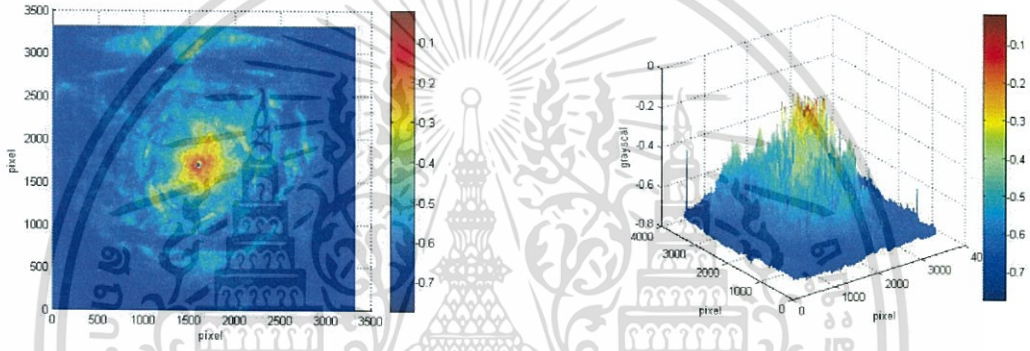


รูปที่ 2.15 ตัวอย่างโค้ดการประมวลผลภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การประมวลผลภาพ 2 มิติ



ก) ข)

รูปที่ 2.17 ก) การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติแบบ top view

ข) การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติแบบ cubic view

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer

2.8.1 หน้าที่ของเครื่อง FT-IR

Fourier Transform Infrared Spectrometer เรียกสั้นๆว่า FT-IR เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ โครงสร้างของสาร โดยอาศัยหลักการดูดกลืนรังสีที่อยู่ในช่วง12800 – 10 cm^{-1} ของคลื่นอินฟราเรด ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ทั้ง ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

2.8.2 การทำงานของเครื่อง FT-IR

FT-IR ทำงานในช่วงของรังสีอินฟราเรดที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ช่วง 4,000 – 400 cm^{-} เนื่องจากมีความถี่ที่ตรงกับความถี่ของการสั่นของพันธะโควาเลนซ์ในโมเลกุลของสาร เมื่อโมเลกุลของสารได้รับพลังงานจากคลื่นรังสีอินฟราเรดเข้าไปจะทำให้พันธะในโมเลกุลเกิดการสั่นและการหมุน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุล ทำให้โมเลกุลเกิดการดูดกลืนแสงแล้ววัดแสงที่สงผานออกมา ได้ผลเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง Wave number กับ Transmittance ซึ่งเรียกว่า Infrared spectrum[18]

รูปที่ 2.18 เครื่อง FT- IR

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ปี 2016 , พลอยไพลิน แก้วบุญเรือง ดร.สุภาวดี ดาวดี พ.ต.ท. จิรวัชร ธนูรัตน์และดร. วรรณา ศิริแสงตระกูล ได้ทำการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของเขม่าปืนชนิดอินทรีย์แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค high performance liquid chromatography (HPLC) โดยทำการเก็บตัวอย่างของเขม่าดินปืนชนิดอินทรีย์บนแปดตำแหน่งของมือ ซึ่งตัวอย่างถูกเก็บด้วยวิธีการป้าย (swab) โดยใช้เอทานอล ภายหลังการยิงด้วยกระสุนปืนขนาด .38 special จำนวน 1 นัด ที่มีความแตกต่างของยี่ห้อ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค high performance liquid chromatography (HPLC) กระสุนนปืนยี่ห้อ Winchester พบสาร 2,4-Dinitrotoluene (2,4-DNT) และสาร Diphenylamine (DPA) ส่วนกระสุนยี่ห้อ Speer ตรวจพบเขม่าปืนอินทรียฺง 4 ชนิดคือ 2,4-DNT, DPA, Methyl centralite (MC) และ Ethyl centralite (EC) แต่ปริมาณของ 2,4-DNT, MC และ EC [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในหัวข้อวิจัยเรื่องการวิเคราะห์การกระจายตัวของเขม่าดินปืนด้วยการประมวลผลภาพโครมาโตแกรม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนและตรวจสอบความแตกต่างของระยะตำแหน่งในการยิงของปืนรีวอลเวอร์กับปืนออโตเมติกระหว่างเขม่าดินปืนที่มีการพ่นสารเคมีกับเขม่าดินปืนที่ไม่ได้พ่นสารเคมี โดยใช้กระสุนขนาด .38 และกระสุนขนาด 9 มม. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการกระจายตัวของเขม่าดินปืน จากนั้นนำมาประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของระยะการยิงในแต่ละระยะโดยการใช้โปรแกรม MATLAB ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ อุปกรณ์	ขนาด/ยี่ห้อ	จำนวน
1. ผ้า cotton	10 x 10 นิ้ว	60 ผืน
2. ถุงมือยางอเนกประสงค์	เบอร์ 7	1 กล่อง
3. ถุงซิบ	10x15 นิ้ว	70 ถุง
4. ที่อุดหู	3M	1 ชุด
5. กระบอกตวง	10 มิลลิลิตร	4 ใบ
6. บีกเกอร์แก้ว	50 มิลลิลิตร	5 ใบ
7. ขวดหยดสารละลาย	60 ซีซี	3 ใบ
8. ปืนพก revolve	ยี่ห้อ Smith and Wesson ขนาด .38 ความยาวลำกล้อง 4 นิ้ว	1 กระบอก
9. ปืนพกออโตเมติก	ยี่ห้อ colt ขนาด 9 mm ความยาวลำกล้อง 4.75 นิ้ว	1 กระบอก
10. ขวดสเปรย์	-	1 ขวด
11. กล้องถ่ายรูป	ยี่ห้อ fuji xa – 10 โหมด manual ISO 200	1 เครื่อง
12. กล่องถ่ายภาพ	40x40 เซนติเมตร	1 กล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง(ต่อ)

13. ตลับเมตร	-	1 อัน
14. Lux meter	-	1 อัน
15. เสื้อยืดสีขาว	-	60 ผืน

ตารางที่ 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี	รายละเอียด
1.Sodium rhodizonate	Acros organics
2.Distilled water	ไม่ระบุ
3.Acetic acid จากน้ำส้มสายชู	-

ตารางที่ 3.3 กระสุนปืน

ตัวอย่างที่	ชื่อ	จำนวน
1.	กระสุนปืน .38	30 นัด
2.	กระสุนปืน 9 มม.	30 นัด

ตารางที่ 3.4 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพ ขนาดช่องละ 4x5 นิ้ว (ครั้งที่ 1)

763 lux	761 lux	721 lux
854 lux	850 lux	858 lux
884 lux	890 lux	905 lux
873 lux	823 lux	887 lux

ตารางที่ 3.5 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพ ขนาดช่องละ 4x5 นิ้ว (ครั้งที่ 2)

776 lux	744 lux	733 lux
876 lux	858 lux	846 lux
899 lux	920 lux	954 lux
881 lux	813 lux	886 lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพ ขนาดช่องละ 4x5 นิ้ว (ครั้งที่ 3)

782 lux	747 lux	734 lux
858 lux	863 lux	873 lux
883 lux	889 lux	896 lux
884 lux	834 lux	880 lux

ตารางที่ 3.7 ค่าความเข้มแสงของกล่องถ่ายภาพเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้ง

773.67 lux	750.67 lux	729.33 lux
862.67 lux	857 lux	859 lux
888.67 lux	899.67 lux	918.33 lux
879.33 lux	823.33 lux	884.33 lux

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างเขม่าดินปืน

1) เตรียมอาวุธปืน 2 ชนิด คือ ปืนพกออโตเมติก ยี่ห้อ colt ขนาด 9 mm. ความยาวลำกล้อง 4.75 นิ้ว จำนวน 1 กระบอกและปืนพกรีวอลเวอร์ยี่ห้อ Smith and Wesson ขนาด .38 ความยาวลำกล้อง 4 นิ้ว จำนวน 1 กระบอก
2) เตรียมเป้ายิง โดยในการทดลองใช้ผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว ติดไว้กับไม้กระดานและหุ่นสวมเสื้อสีขาว
3) ทำการยิงปืนโดยแบ่งระยะในการยิงทั้งหมด 6 ระยะ คือ 4 นิ้ว 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้ว 30 นิ้ว และทำการยิงซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง
4) นำเขม่าดินปืนในแต่ละระยะที่ทำการยิงได้ไปทำการถ่ายภาพ เพื่อนำไปทำการประมวลผลภาพ

3.2.2 การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืน[11]

1) เตรียมผง Sodium rhodizonate ปริมาณ 1/4 ช้อนชา นำมาละลายกับน้ำกลั่น จนเกิดสีเป็นสีชาเข้ม
2) Acetic acid จากน้ำส้มสายชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

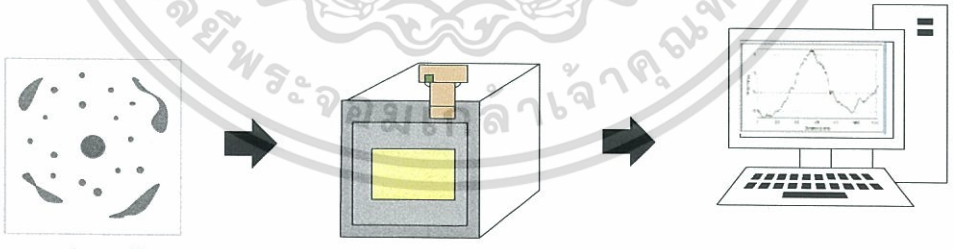
3) นำเขม่าดินปืนที่ทำการยิงได้ในแต่ละระยะมาตรวจสอบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยทำการพ่น Acetic acid จากน้ำส้มสายชู ลงไปยังเป้ายิง จากนั้นพ่น Sodium rhodizonate ตามลงไป เมื่อเขม่าดินปืนกับปฏิกิริยากับสารละลายทั้ง 2 ชนิด จะปรากฏสีชมพูเข้มหรือสีม่วงขึ้นมา

4) นำเขม่าดินปืนในแต่ละระยะที่ทำการยิงได้ไปทำการถ่ายภาพ เพื่อนำไปทำการประมวลผลภาพโดยมีขั้นตอนการทดลองตามภาคผนวก ข

ก) ข)

รูปที่ 3.1 ก) สารละลาย Sodium Rhodizonate
ข) สารละลายจากน้ำส้มสายชู

3.2.3 การถ่ายภาพและเตรียมภาพที่ได้ไปทำการประมวลผลภาพ



เขม่าดินปืน กล่องถ่ายภาพ วิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรม MATLAB

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

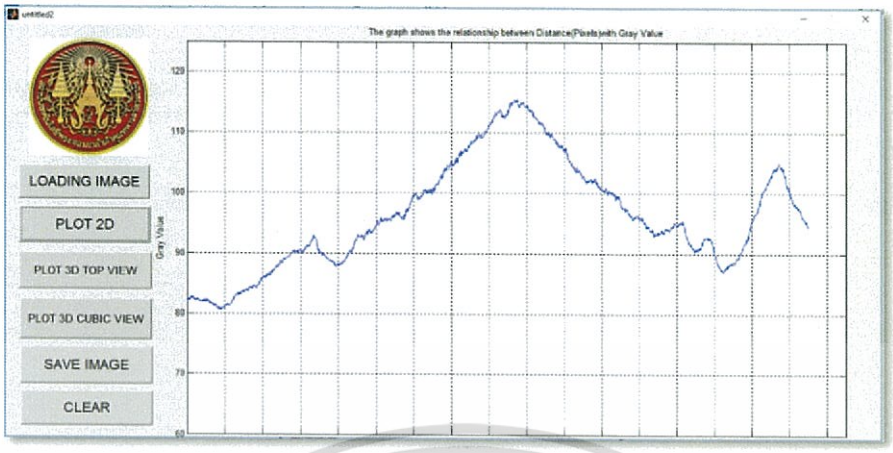
3.2.4 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB

เมื่อทำการประมวลผลภาพ ได้กราฟดังรูปที่ 3.1 ซึ่งกราฟที่ได้เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม MATLAB โดยการใช้ฟังก์ชัน GUI(Graphical User Interface) แสดงขั้นตอนในการประมวลผลภาพดังต่อไปนี้

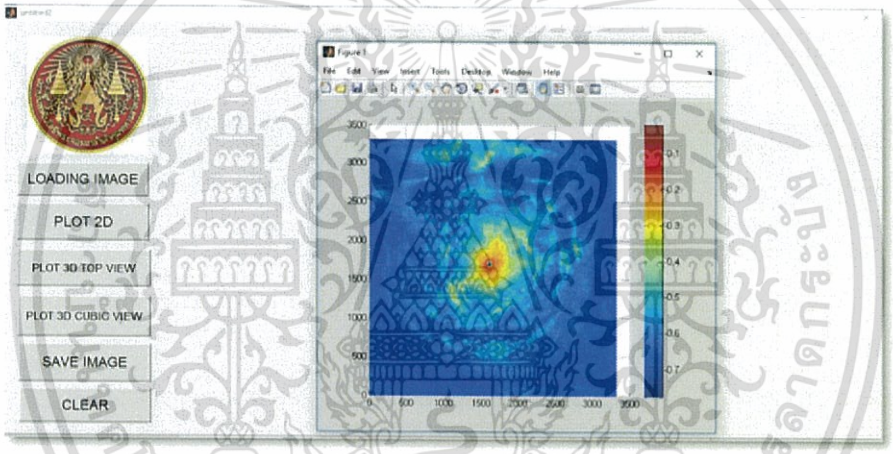
รูป 3.3 หน้าต่างโปรแกรม GUI MATLAB

รูปที่ 3.4 เลือกภาพที่นำมาใช้ในประมวลผลภาพโดยการกดปุ่ม loading image

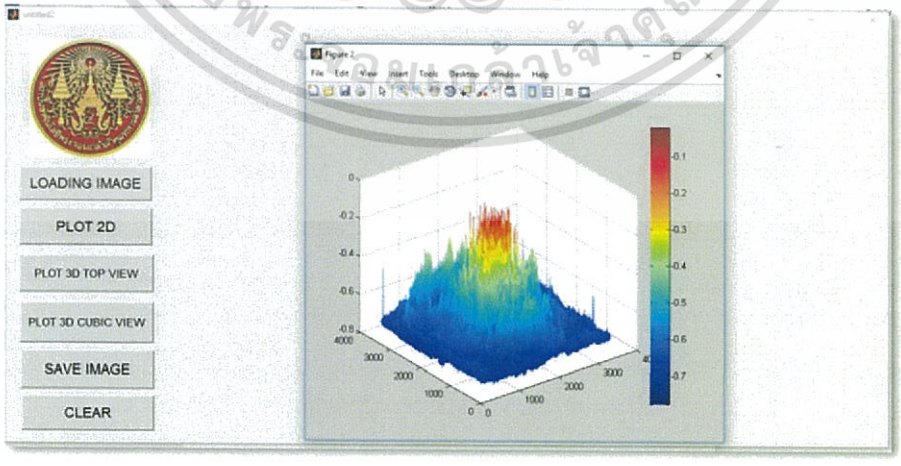
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ



รูปที่ 3.6 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติแบบ Top view



รูปที่ 3.7 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติแบบ Cubic view ซึ่งมีโค้ดการประมวลผลภาคตามภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ภาพเขม่าดินปืนที่นำมาใช้ในการทดลอง

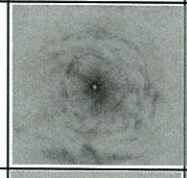
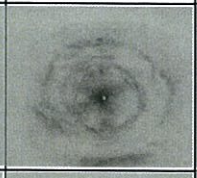
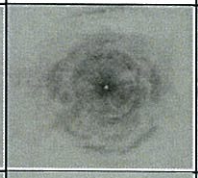
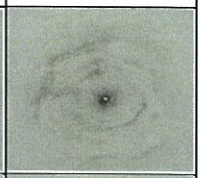
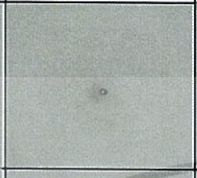
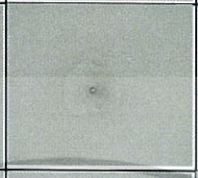
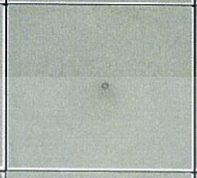
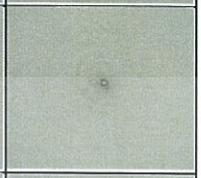
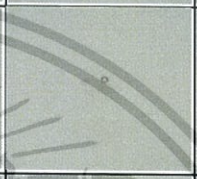
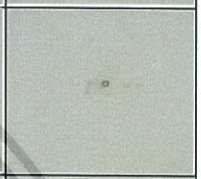
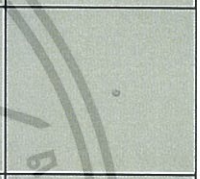
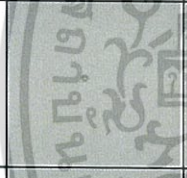
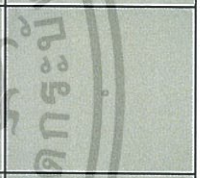
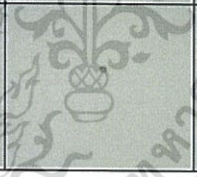
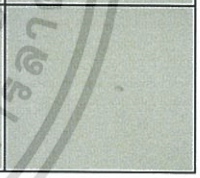
ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้เขม่าดินปืนจากกระสุนปืน 2 ชนิด คือกระสุนปืนขนาด .38 และ กระสุนปืนขนาด 9 มม. โดยทำการยิง ทั้งหมด 6 ระยะ คือที่ระยะ 4 นิ้ว 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้วและ 30 นิ้ว โดยแต่ละระยะทำการยิงซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งเป้าที่ใช้เป็นผ้าขาวแบบ cotton ขนาด 10 X 10 นิ้วที่รองด้วยแผ่นไม้และเสื้อยืดสีขาวที่สวมอยู่กับตัวหุ่นซึ่งแสดงดังภาพต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด .38

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

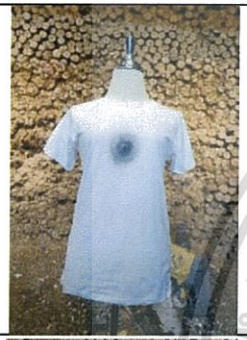
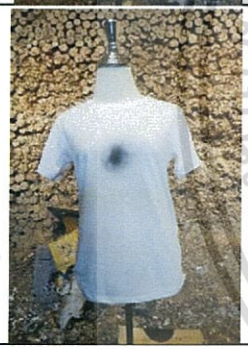
ตารางที่ 4.2 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

จากตารางข้างต้นเห็นได้ว่าการกระจายตัวของเขม่าของปืนทั้ง 2 ชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน โดยเขม่าดินปืนของปืนพกชนิดออโตเมติกยี่ห้อ colt ขนาด 9 มม. นั้นเมื่อยิงออกไปกระทบกับผ้าแล้วเห็นได้ถึงการกระจายตัวของคราบเขม่าดินปืนที่ชัดเจนกว่าคราบเขม่าดินปืนที่ยิงออกมาจากปืนพกรีวอลเวอร์ขนาด .38 ซึ่งที่ระยะ 4 นิ้วเห็นการกระจายตัวของเขม่าดินปืนชัดเจนที่สุดรองลงมาที่ระยะ 8 นิ้ว 12 นิ้ว 24 นิ้วและ 30 นิ้วและเพื่อให้เกิดความสอดกับเหตุการณ์ในปัจจุบันที่มีการยิงปืนไปโดนร่างกายของมนุษย์ ผู้ทดลองจึงนำหุ่นที่มีรูปร่างคล้ายกับร่างกายมนุษย์มาทำการทดลองโดยในการยิงจะเป็นการยิงไปยังจุดสำคัญของร่างกายก็คือบริเวณกลางอกหรือตรงขั้วหัวใจ

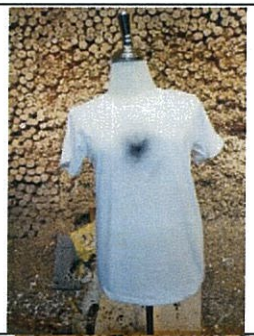
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด .38

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					

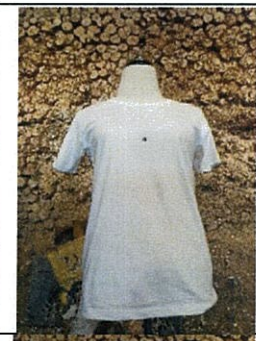
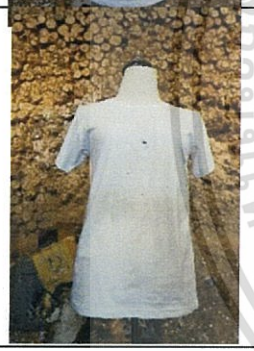
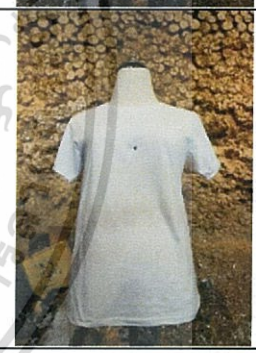
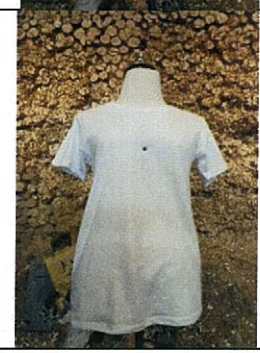
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.3 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
12 นิ้ว					
16 นิ้ว					

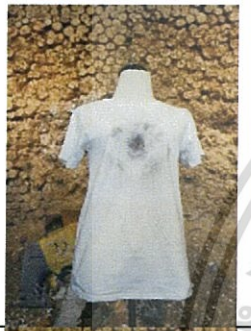
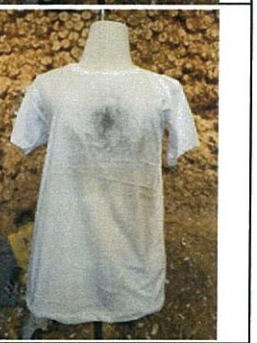
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.3 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

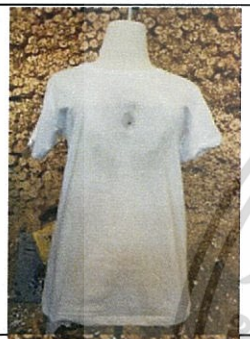
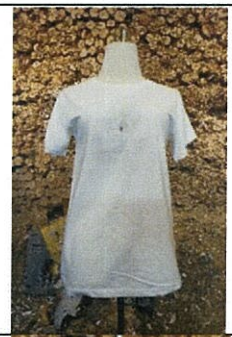
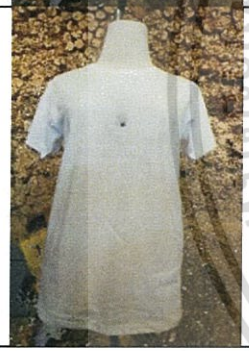
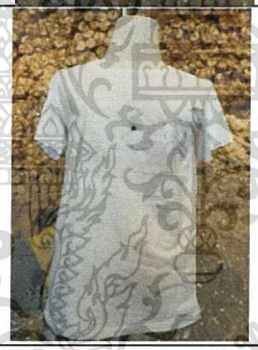
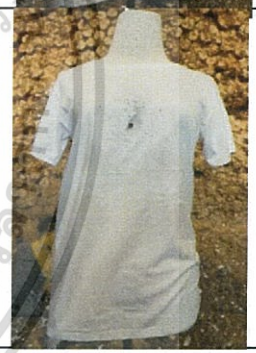
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.4 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					

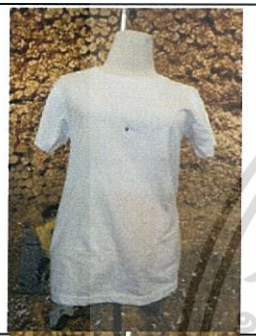
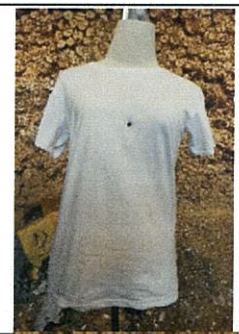
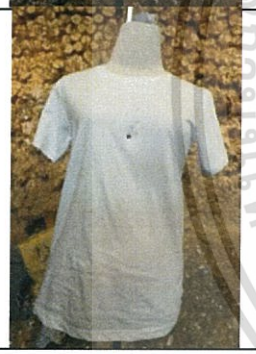
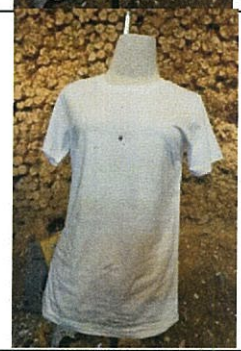
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.4 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
12 นิ้ว					
16 นิ้ว					

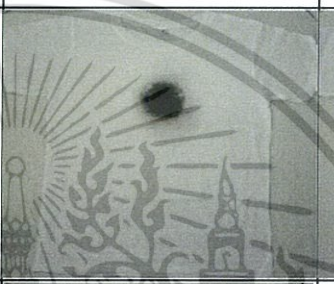
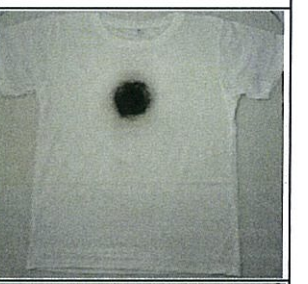
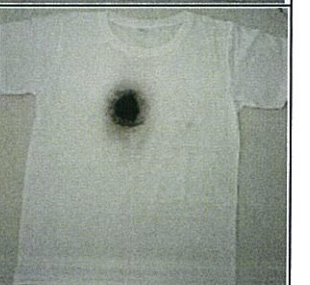
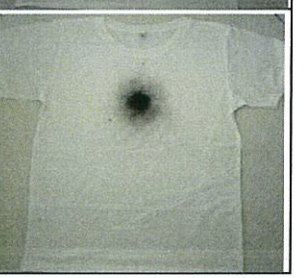
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.4 ภาพเขม่าดินปืนที่อยู่บนเป้ายิงของกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

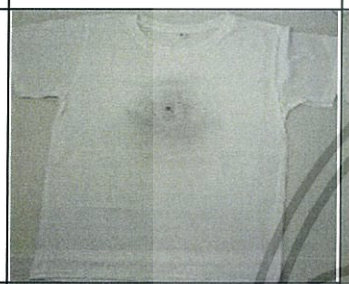
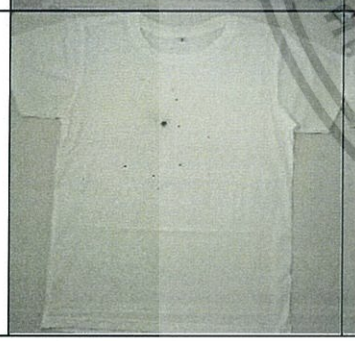
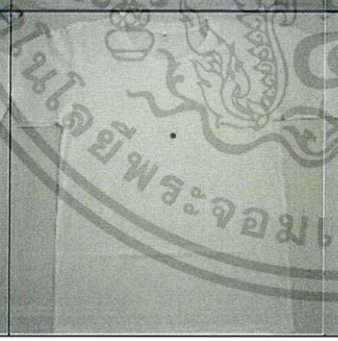
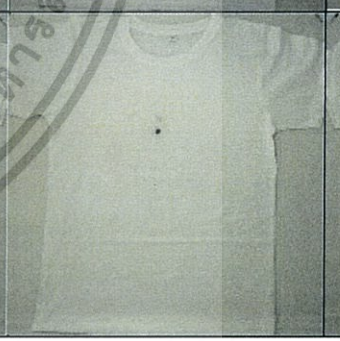
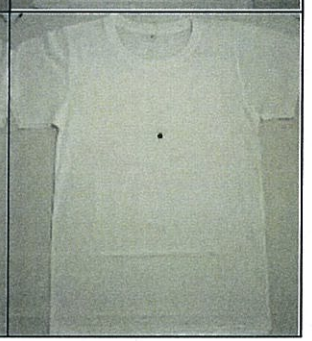
ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

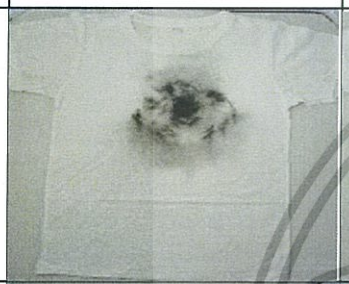
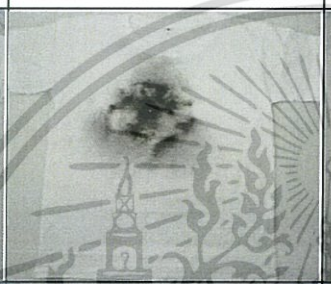
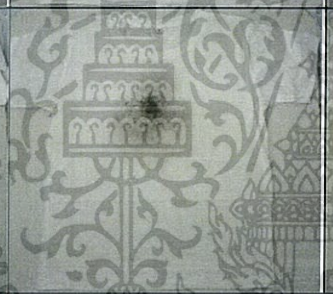
ตารางที่ 4.5 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					

ตารางที่ 4.5 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

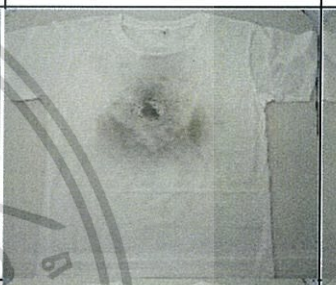
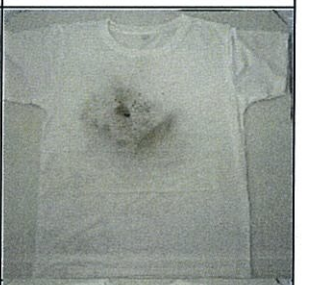
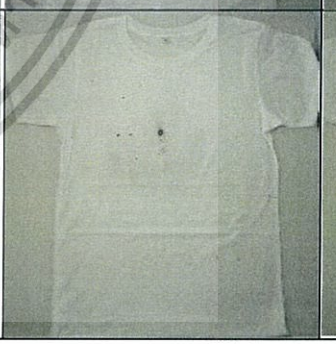
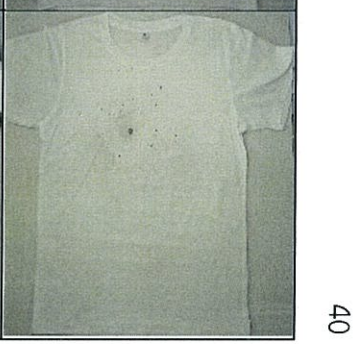
ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

ตารางที่ 4.6 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					

ลิขสิทธิ์ในโดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.6 ภาพเขม่าดินปืนของกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

4.2 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมี

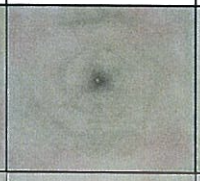
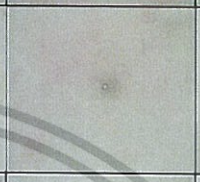
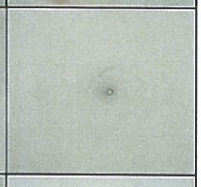
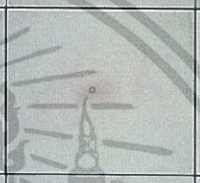
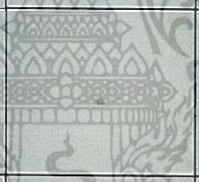
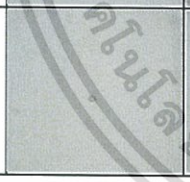
ในการพ่นสารเคมีลงไปยังเขม่าดินปืนมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เห็นการกระจายตัวของเขม่าดินปืนชัดเจนยิ่งขึ้น โดยสารเคมีที่ใช้ในการพ่นประกอบด้วย Sodium rhodizonate กับ Acetic acid จากน้ำส้มสายชู โดยทำการพ่น น้ำส้มสายชู ลงไปยังเป้ายิง จากนั้นพ่น Sodium rhodizonate ตามลงไป เมื่อเขม่าดินปืนกับปฏิกิริยากับสารละลายทั้ง 2 ชนิด จะปรากฏสีชมพูเข้มหรือสีม่วงขึ้นมา ดังรูปต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 บนผ้าขาว cotton ขนาด 10 X 10 นิ้ว

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

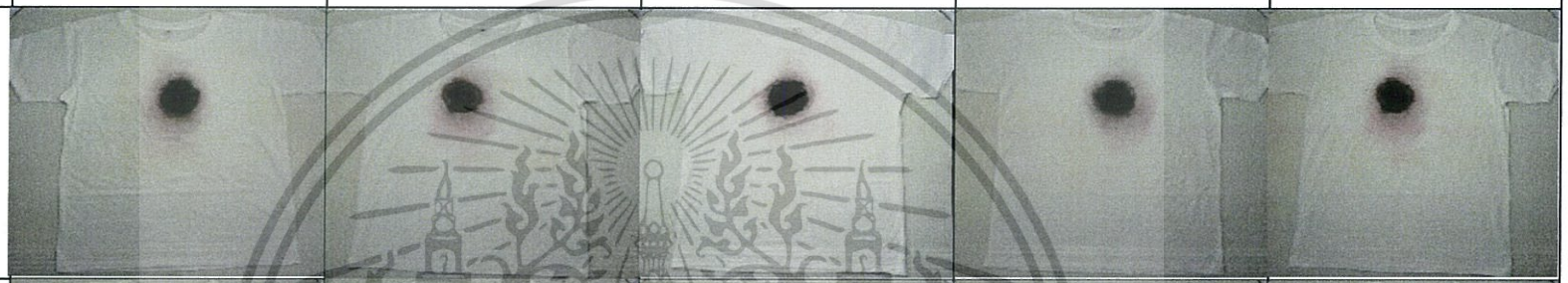
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. บนผ้าขาว cotton ขนาด 10 X 10 นิ้ว

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

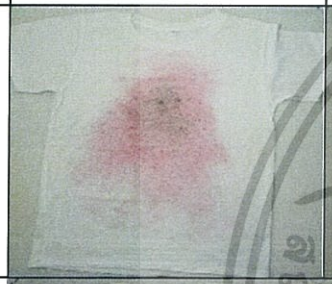
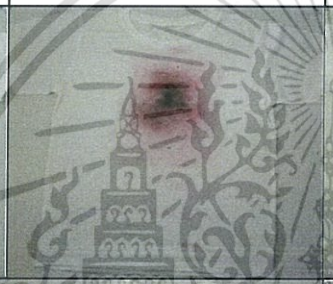
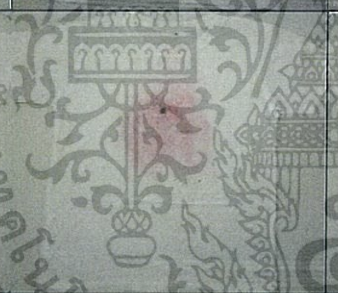
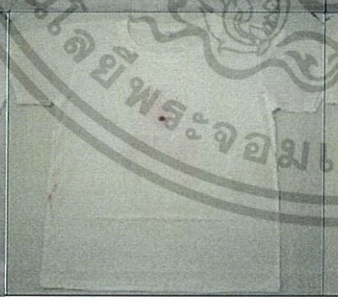
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					

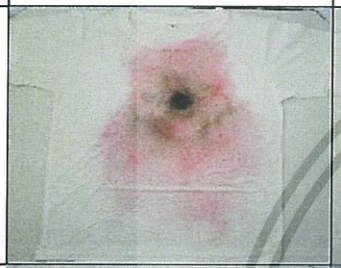
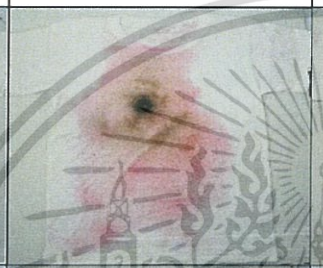
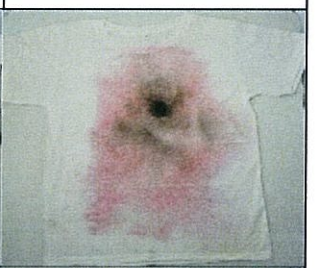
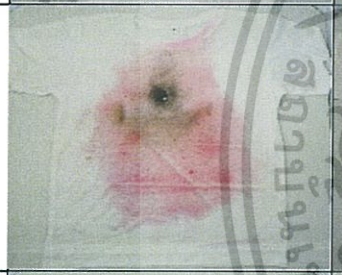
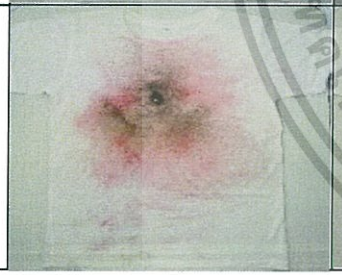
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.9 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.10 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
4 นิ้ว					
8 นิ้ว					
12 นิ้ว					

ลิขสิทธิ์ในโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

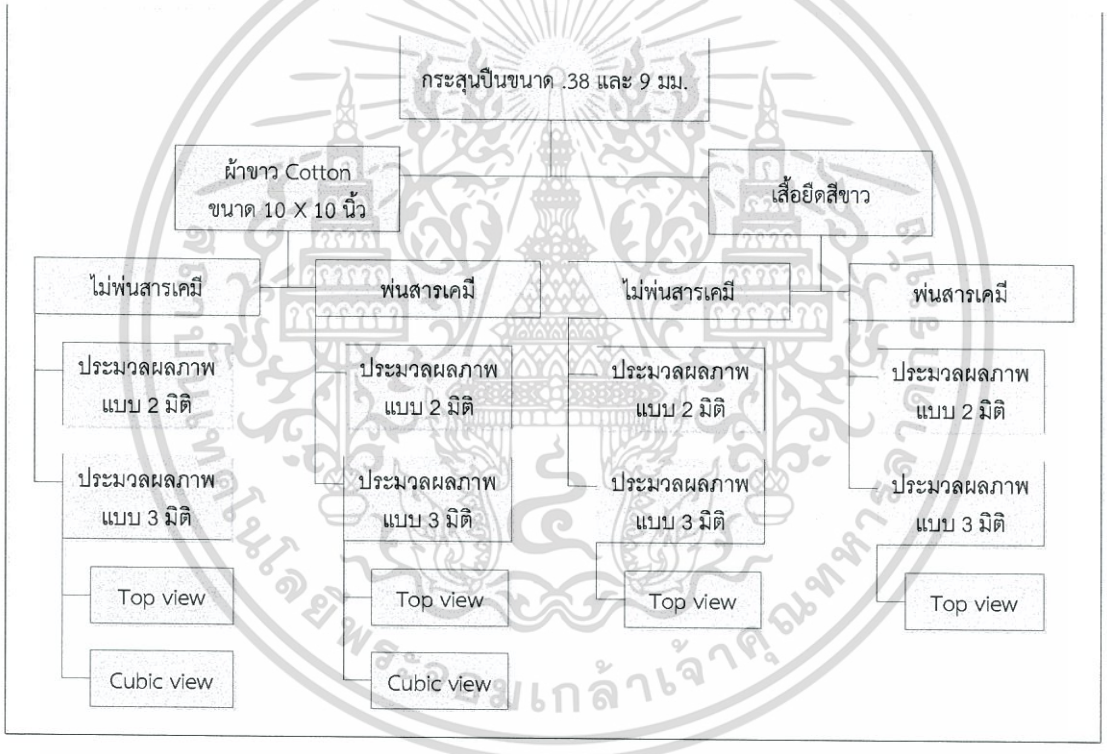
ตารางที่ 4.10 ภาพเขม่าดินปืนที่ทำการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะ	ยิงครั้งที่ 1	ยิงครั้งที่ 2	ยิงครั้งที่ 3	ยิงครั้งที่ 4	ยิงครั้งที่ 5
16 นิ้ว					
24 นิ้ว					
30 นิ้ว					

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.3 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB

การประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม MATLAB ประกอบไปด้วย ข้อมูลภาพดิจิตอล เป็นเซตของค่าตัวเลขที่แทนระดับความเข้มของสัญญาณที่เก็บอยู่ในรูปของเมทริกซ์ เนื่องจากโปรแกรม MATLAB รองรับข้อมูลพื้นฐานเป็นอะเรย์หลายมิติ รวมถึงเมทริกซ์และตัวดำเนินการต่างๆ ทำให้มีความเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรมนี้ในการประมวลผลภาพ โดยในการทดลองเป็นการประมวลภาพทั้งในแบบ 2 มิติและแบบ 3 มิติ เพื่อที่จะได้เห็นลักษณะของการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในแต่ละระยะชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการประมวลผลภาพเป็นลักษณะดังรูปที่ 4.1

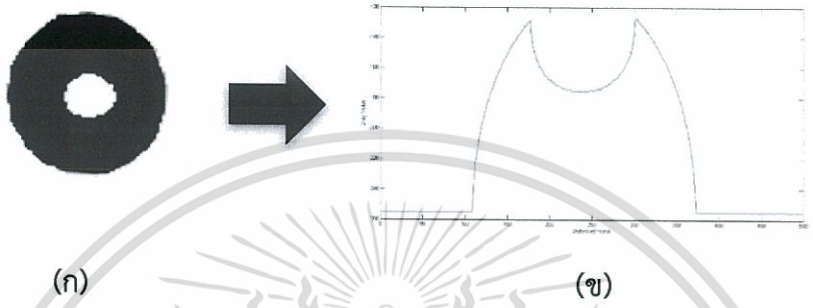


รูปที่ 4.1 แผนผังลักษณะการประมวลผลภาพโดยการใช้โปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

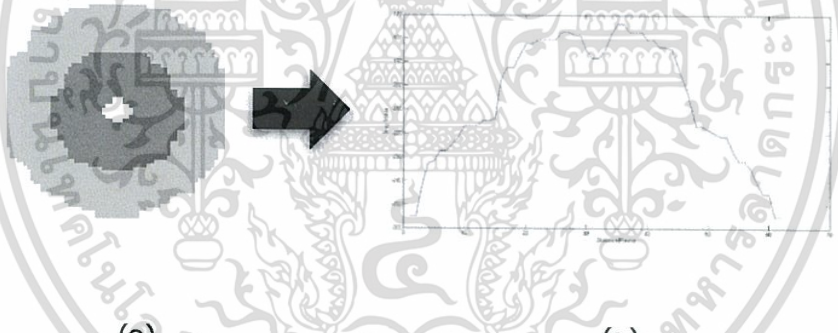
4.3.1 ลักษณะการประมวลผลภาพของโปรแกรม MATLAB

การจำลองภาพวงกลม ที่มีลักษณะการกระจายตัวเหมือนกับเขม่าดินปืนมาเป็นตัวอย่างในการจำลองการประมวลผลภาพแบบ 2 มิติดังรูปที่ 4.2และรูป4.3



(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 ก). ภาพวงกลมสีดำ
ข). ลักษณะการประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ



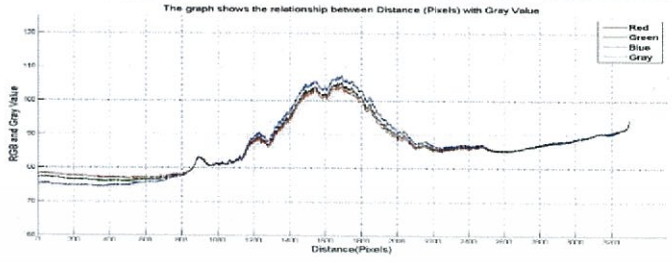
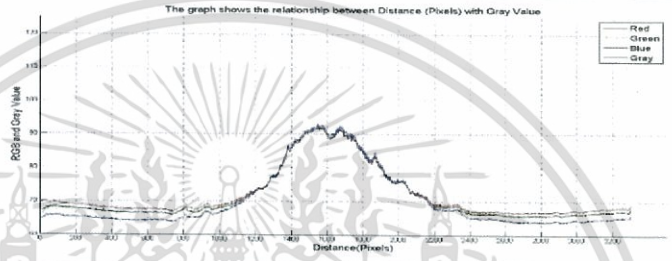
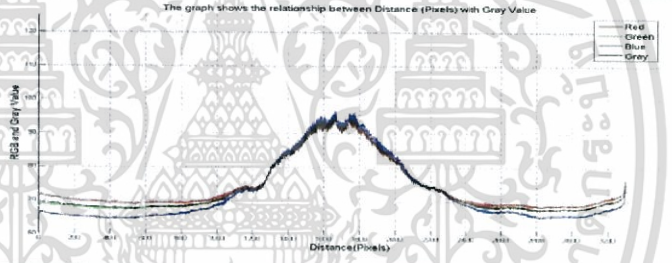
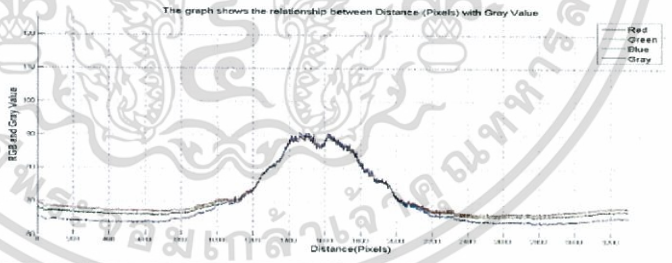
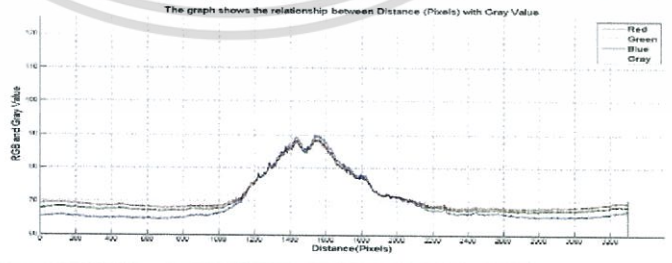
(ก) (ข)

รูปที่ 4.3 ก). ภาพวงกลมสีเทา
ข). ลักษณะการประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ

จากภาพข้างต้นเป็นการจำลองภาพลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนแบบ 2 มิติ จากกราฟที่ 4.1ก.และ4.2ข. บริเวณภาพที่เป็นสีดำมีลักษณะของกราฟที่เพิ่มขึ้นส่วนบริเวณที่เป็นสีขาวมีลักษณะของกราฟที่ลดลงตามตำแหน่งของรูกระสุนปืน

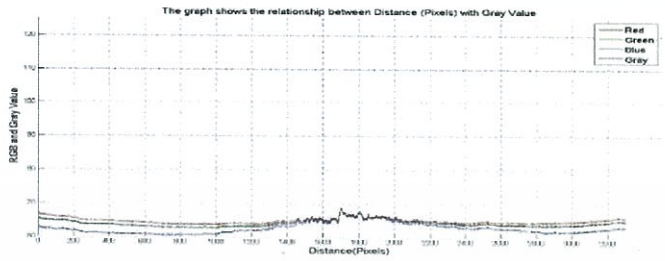
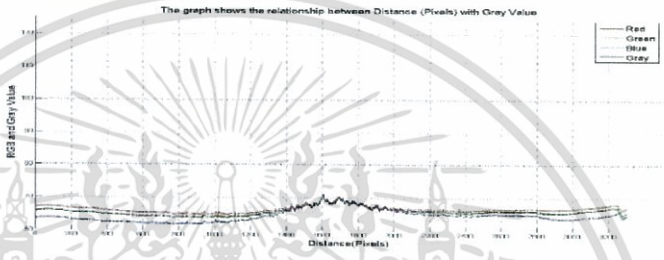
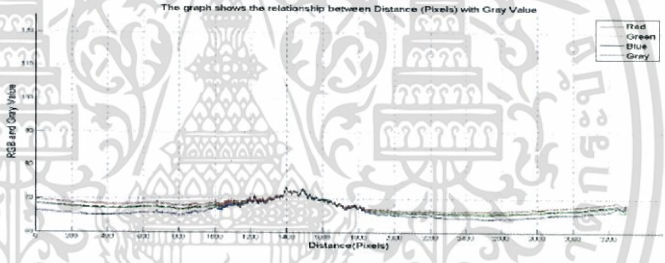
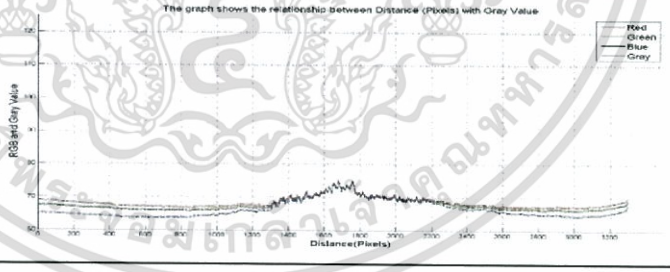
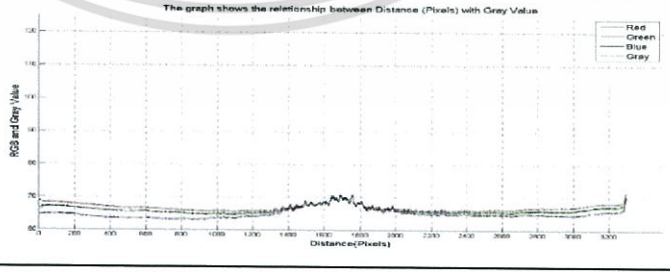
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

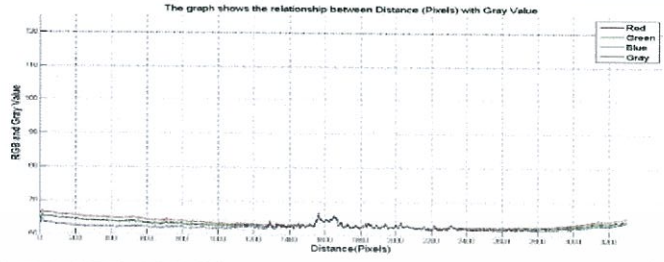
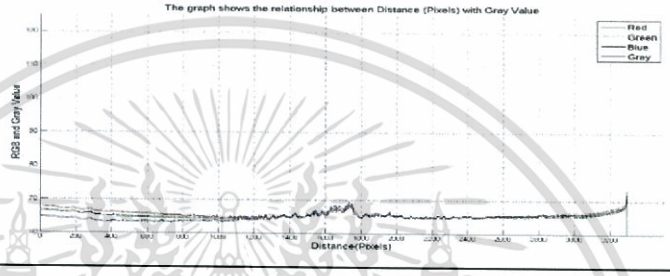
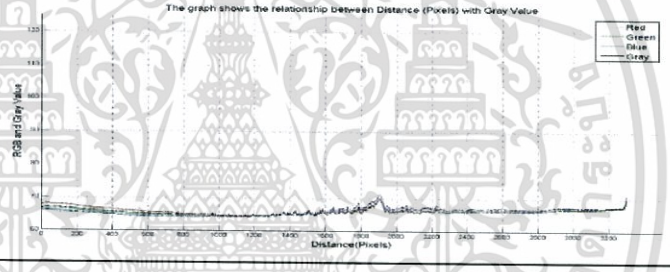
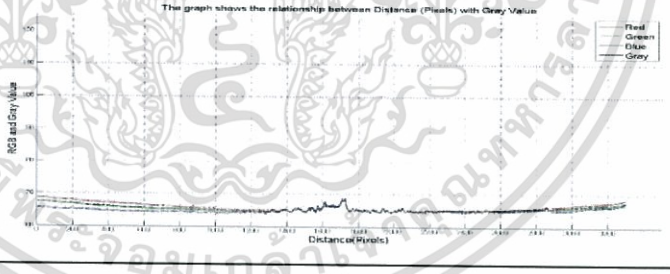
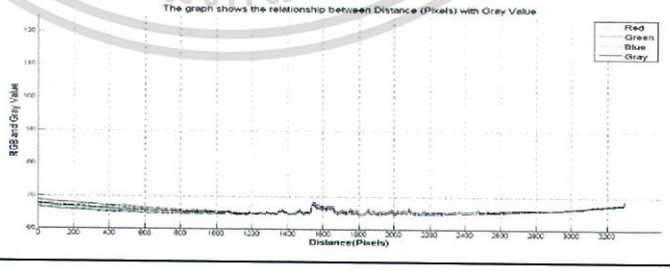
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วใช้โดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

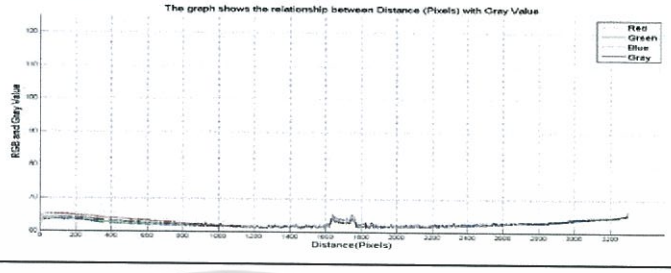
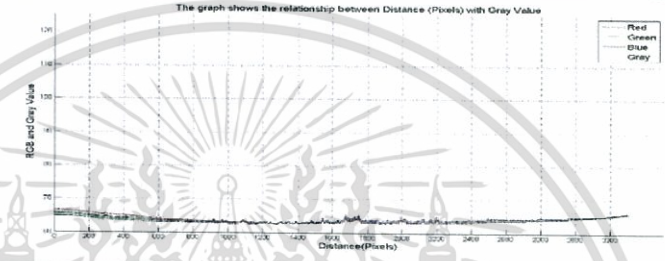
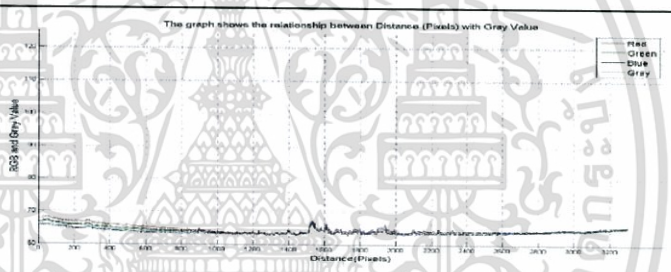
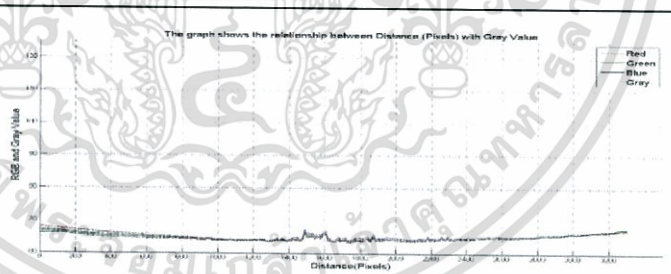
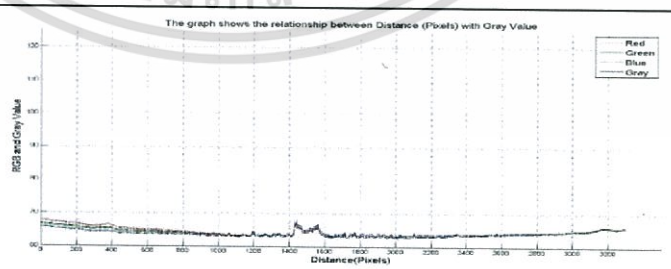
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วใช้โดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

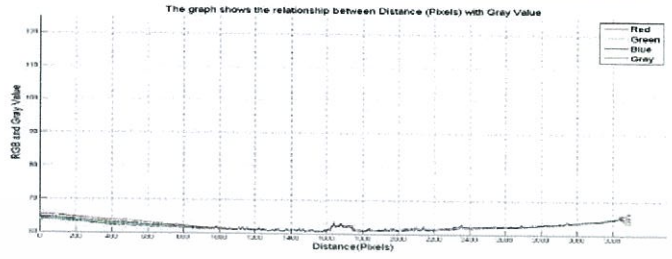
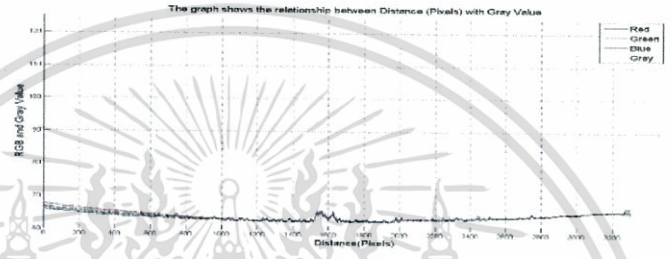
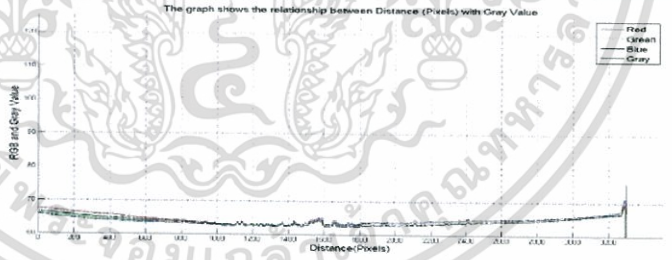
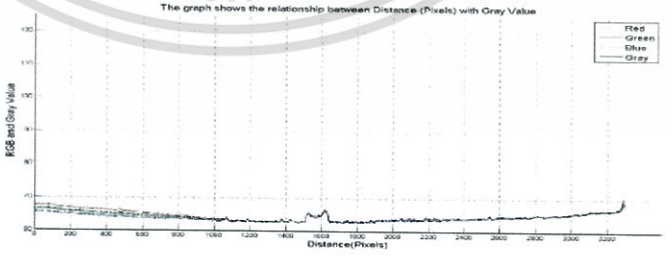
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วใช้โดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

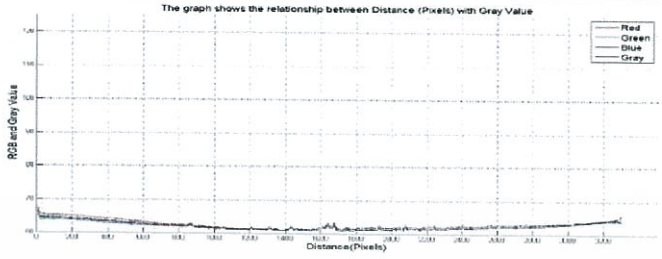
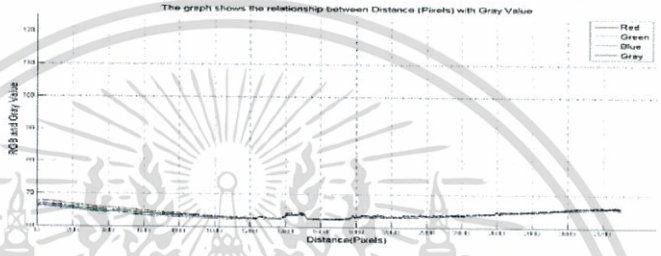
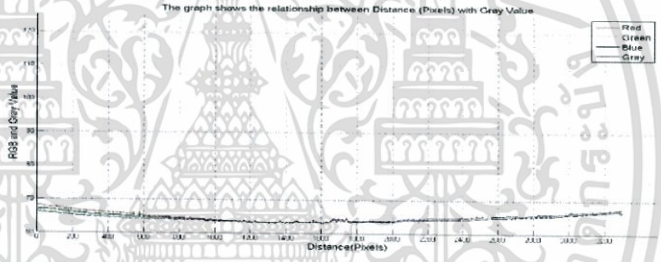
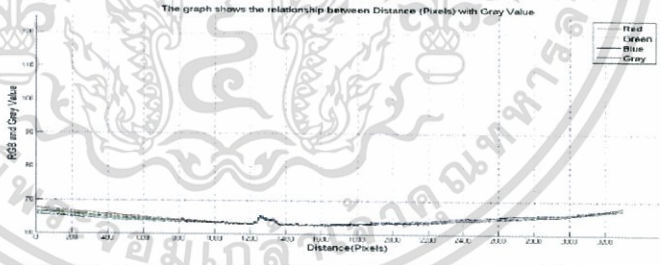
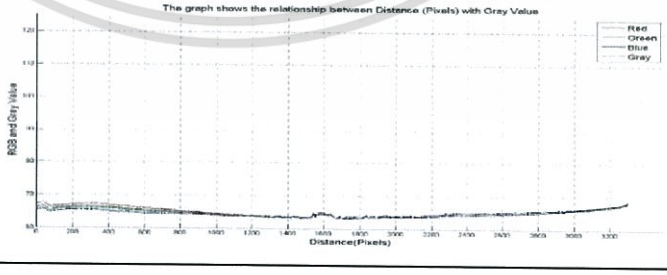
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

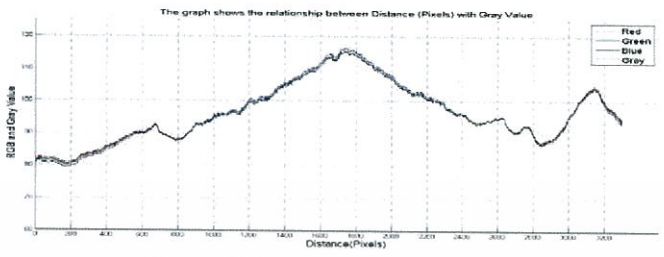
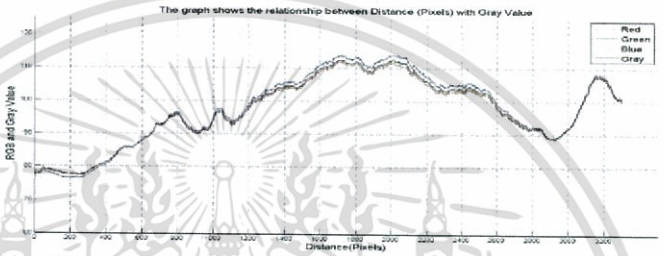
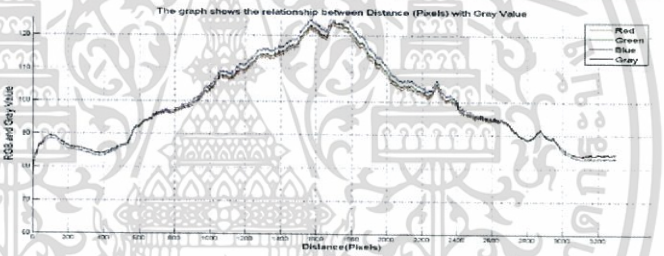
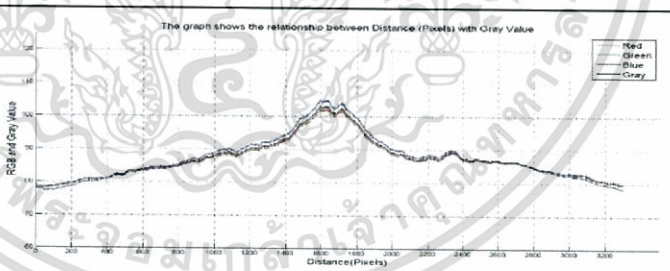
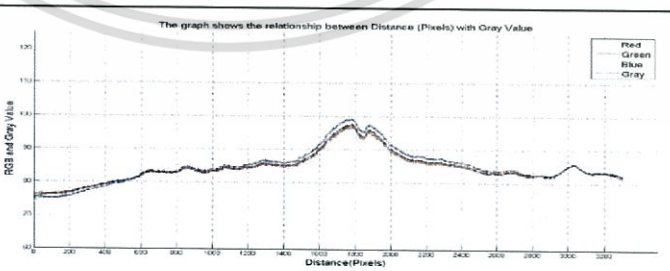
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

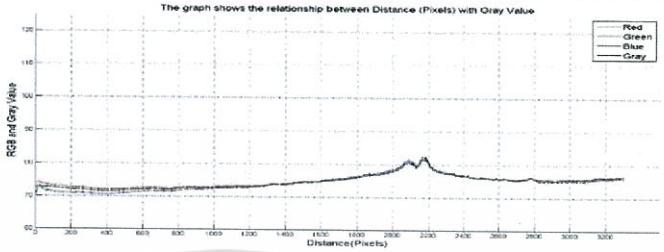
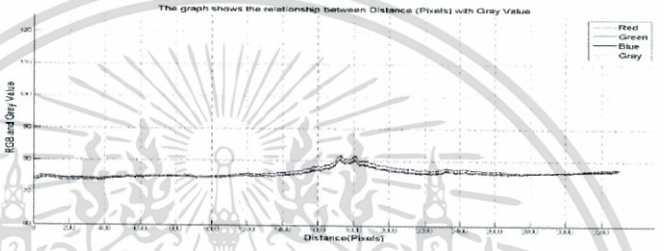
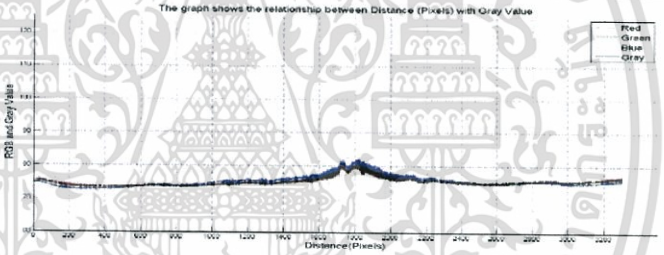
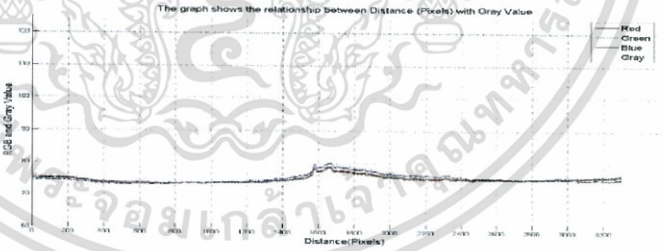
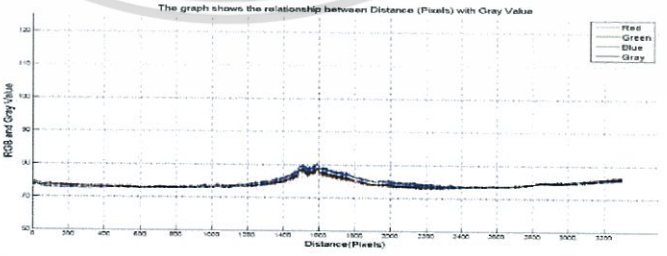
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืน ขนาด 9 มม.

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

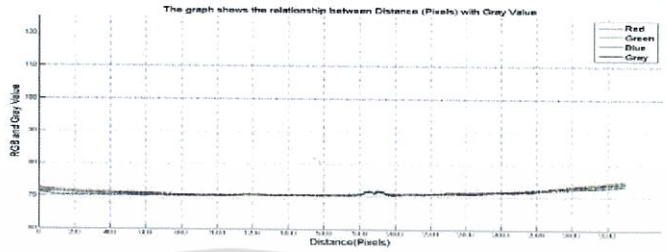
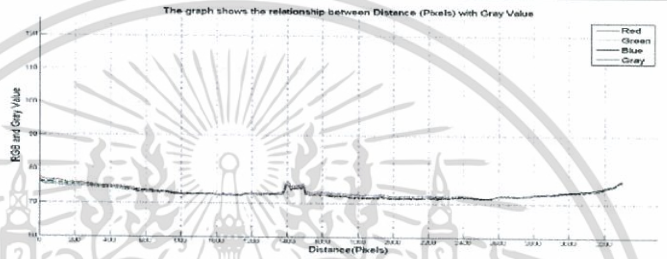
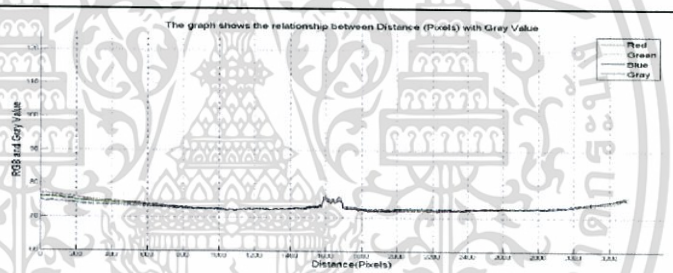
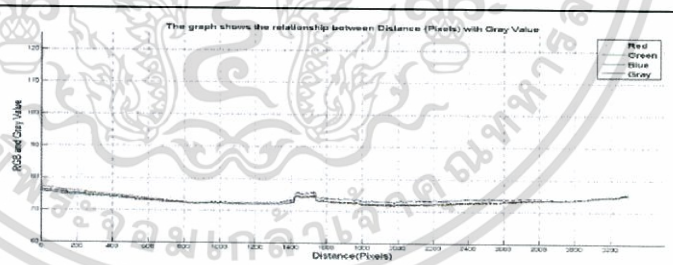
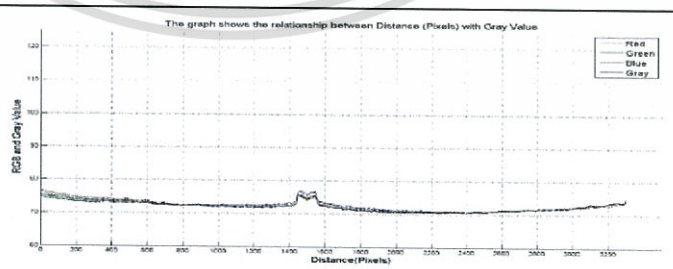
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

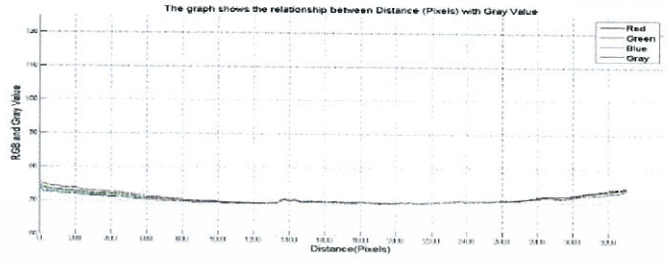
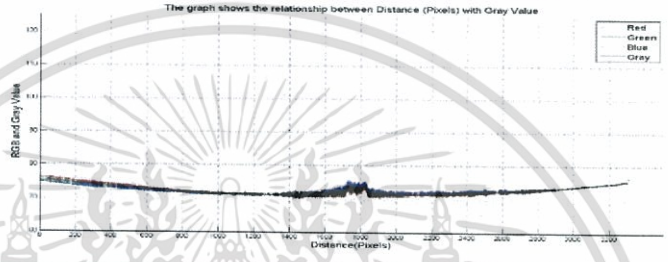
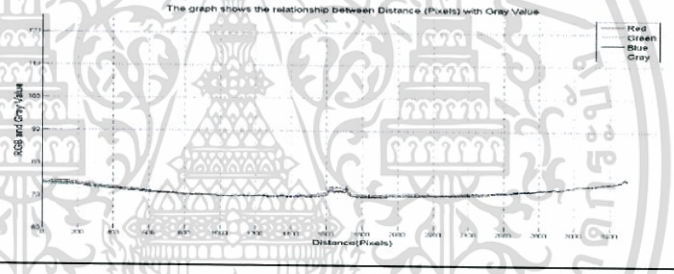
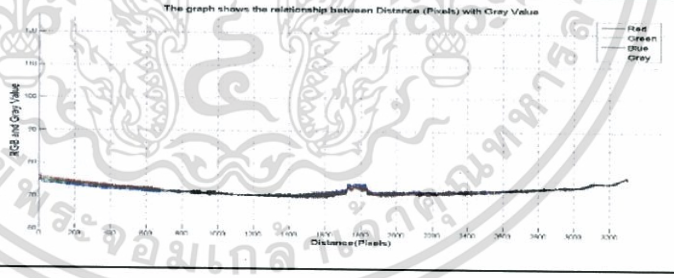
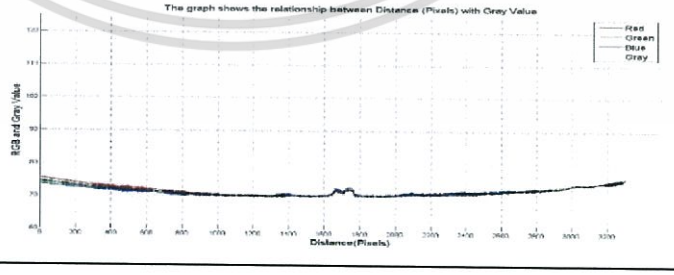
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

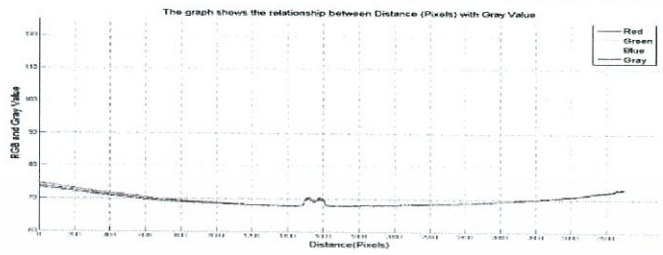
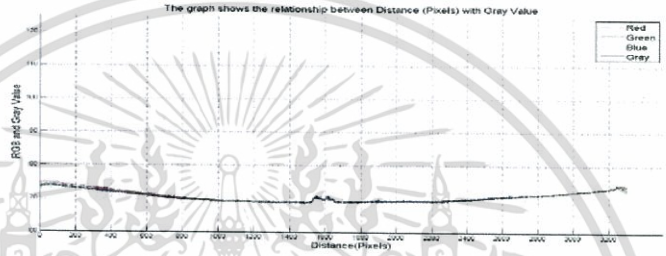
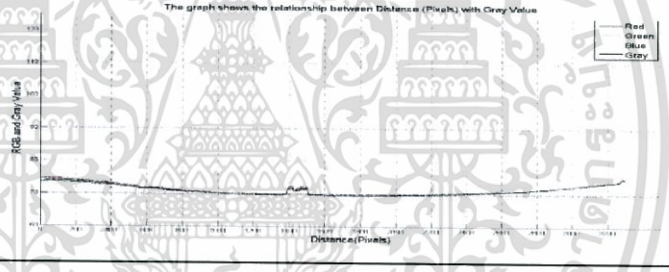
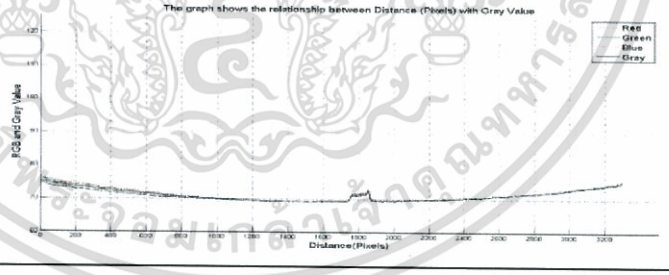
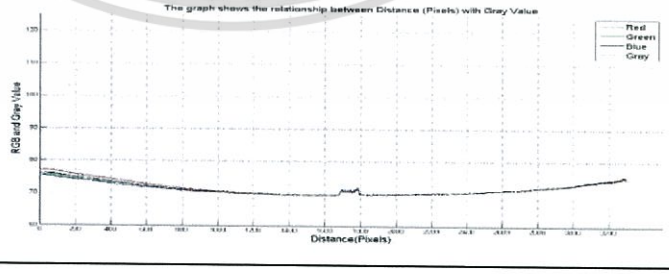
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

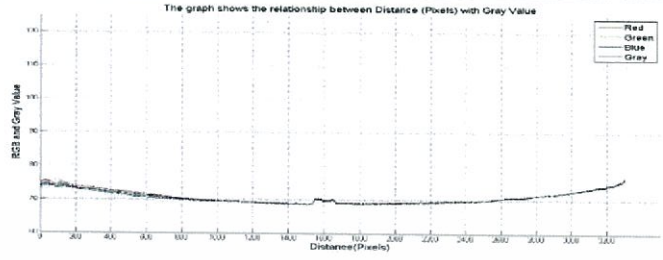
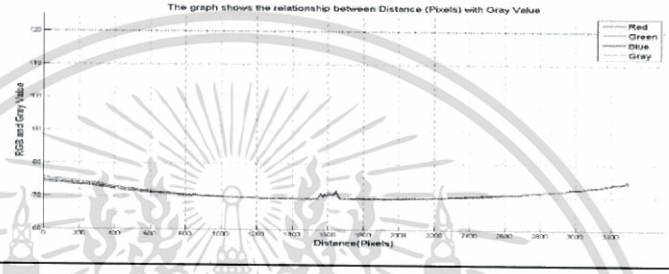
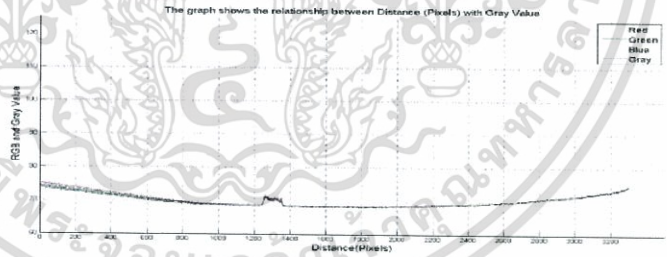
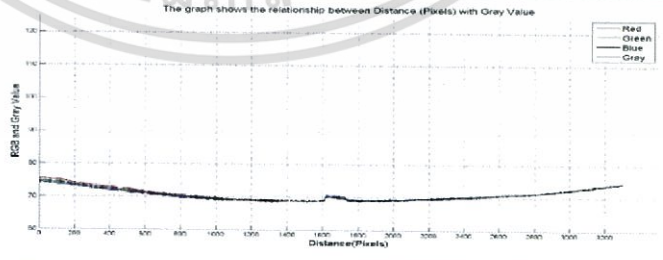
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

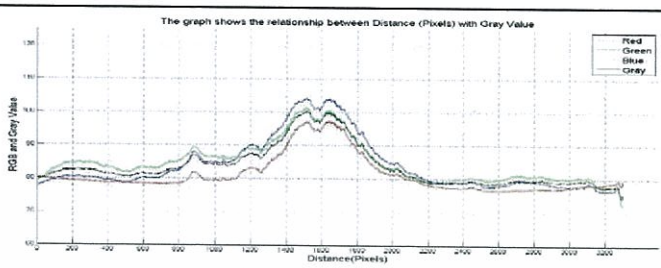
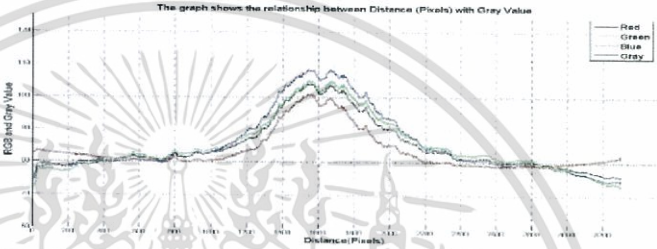
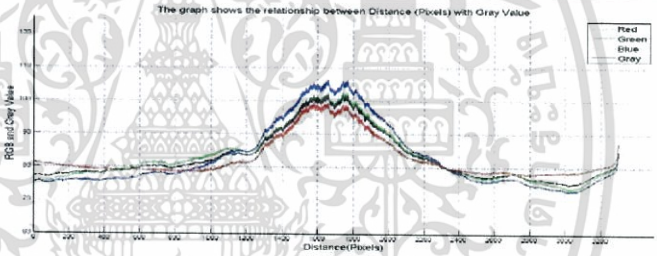
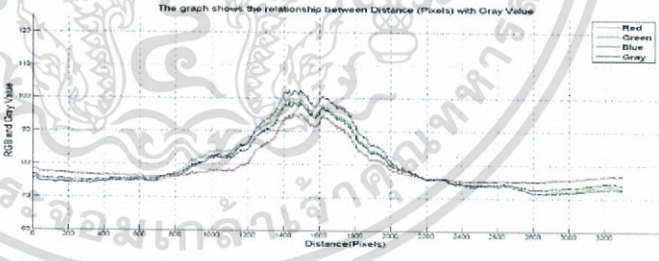
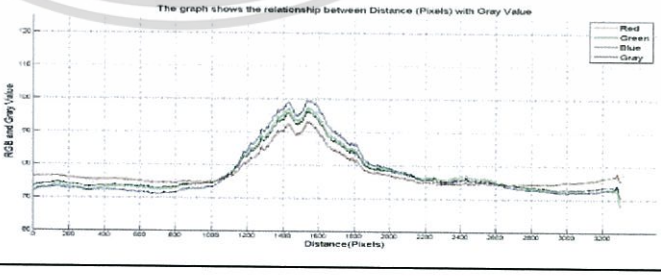
จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพข้างต้นเป็นการประมวลผลภาพ 2 มิติของเขม่าดินปืนที่กระจายตัวอยู่บนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว จากกราฟเห็นได้ว่าลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่มาจากกระสุนขนาด .38 และกระสุนขนาด 9 มม.นั้นมีรูปแบบการกระจายตัวของเขม่าที่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากความสูงของพีคในแกน y และความกว้างของกราฟในแกน x โดยการกระจายตัวเขม่าที่มาจากกระสุนขนาด 9 มม.มีความสูงของพีคและความกว้างของกราฟที่สูงกว่าและกว้างกว่าเขม่าที่มาจากกระสุนขนาด .38 และความสูงของพีคในระดับเส้นสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีเทาที่ใกล้เคียงกัน

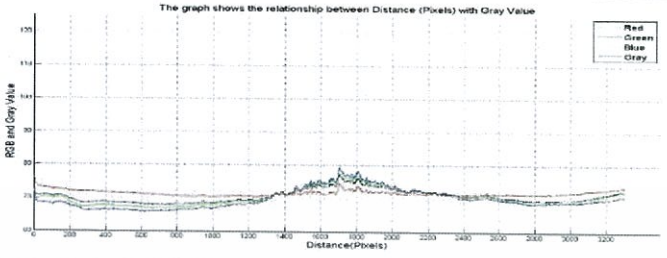
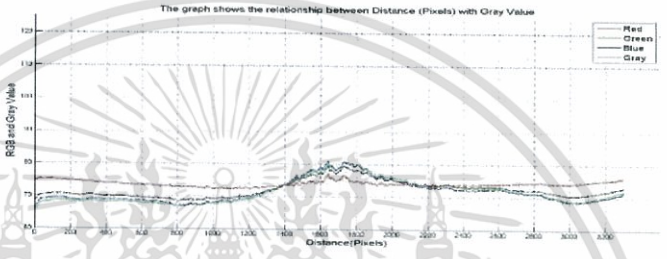
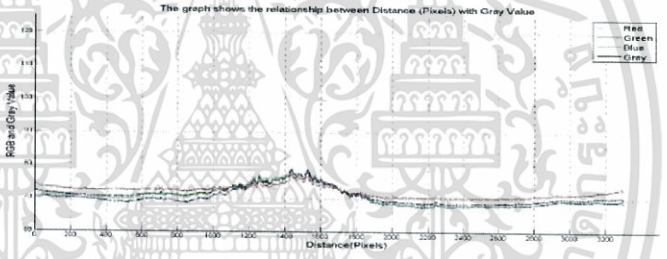
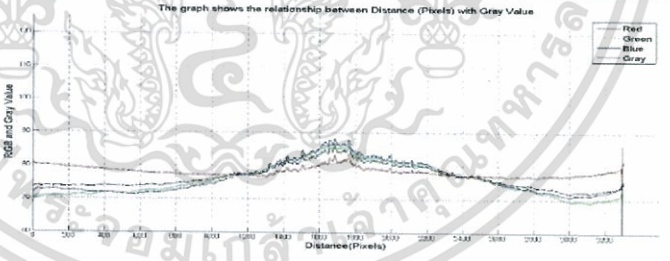
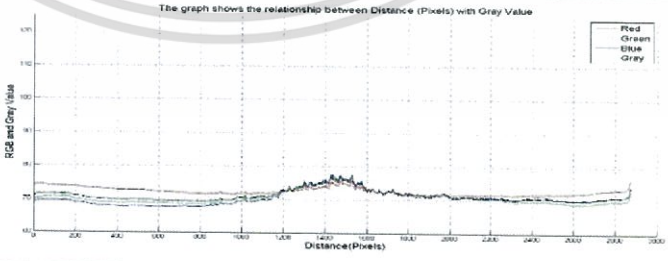
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

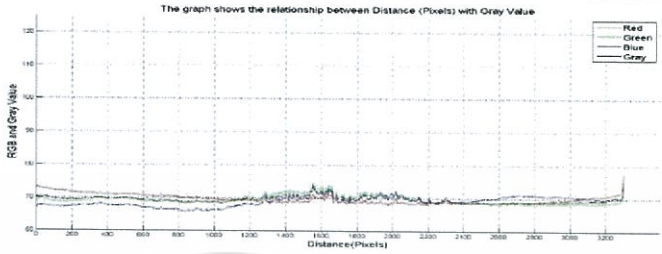
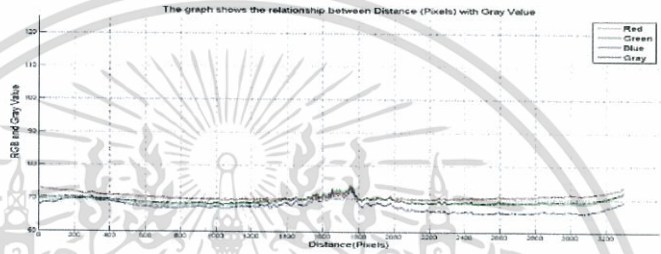
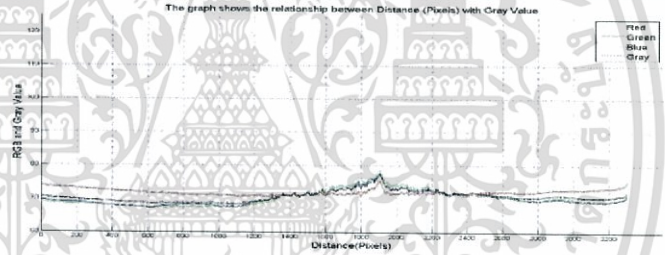
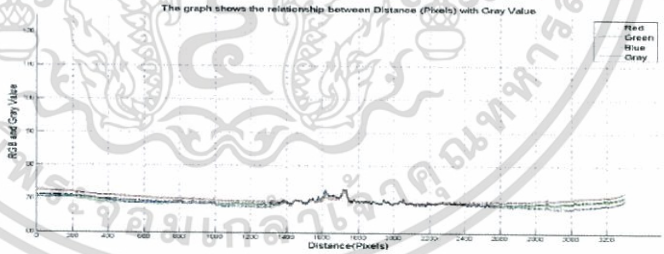
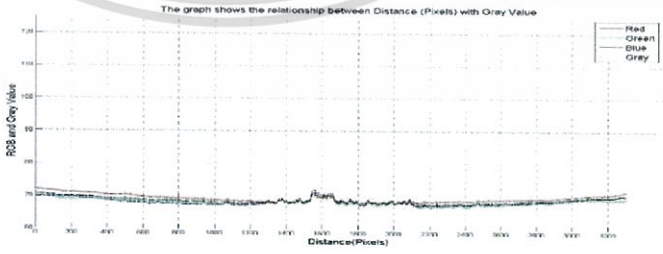
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

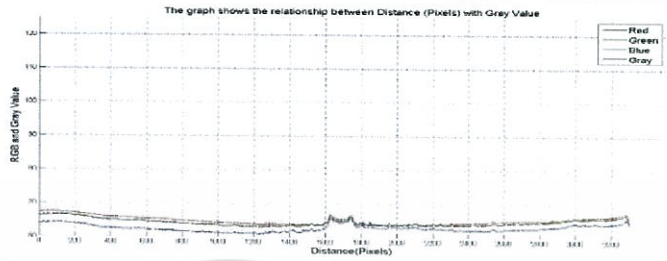
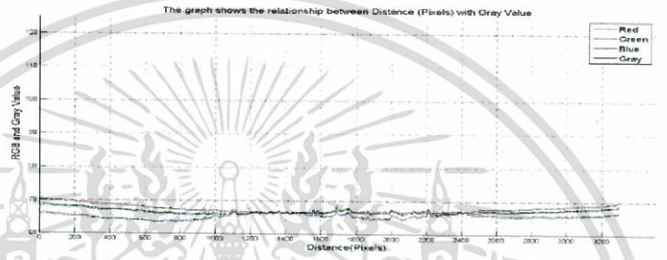
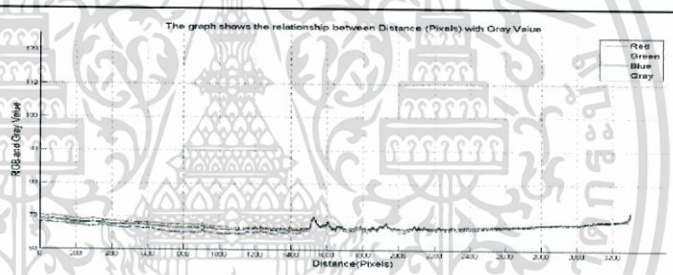
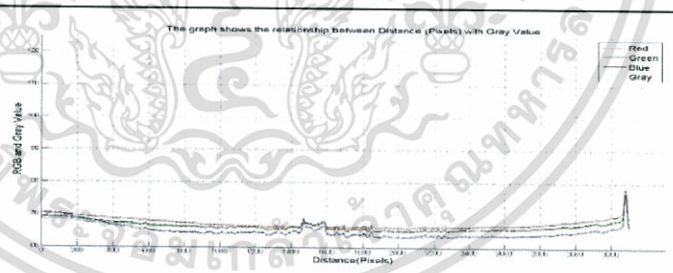
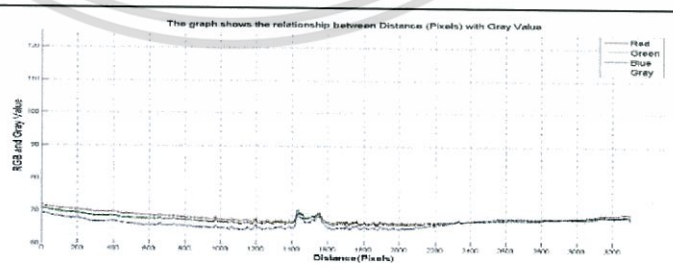
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยใช้โดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

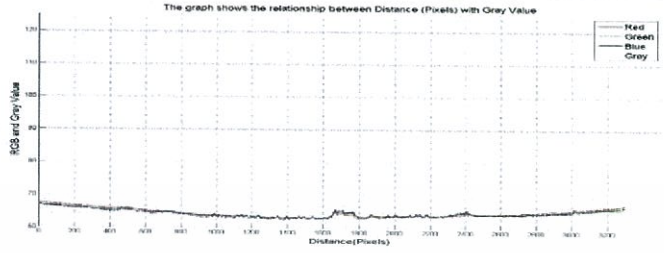
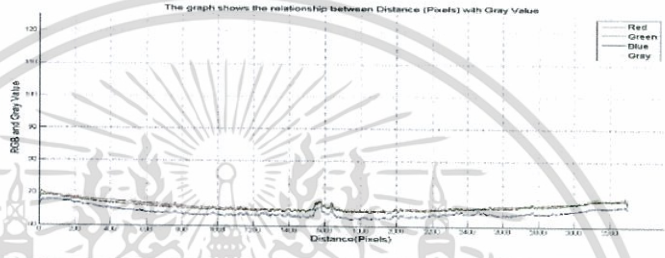
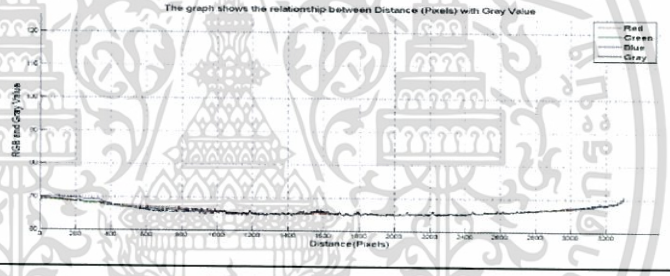
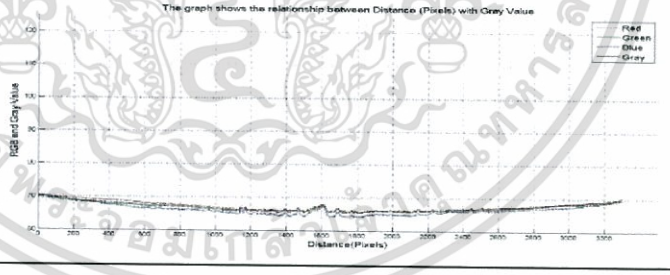
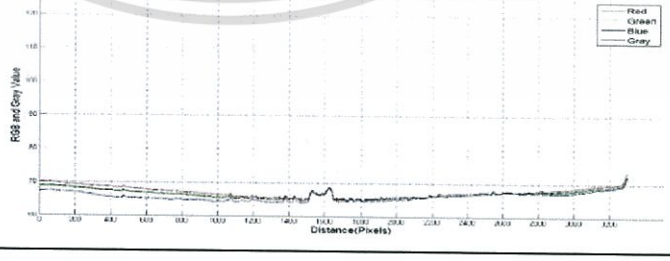
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

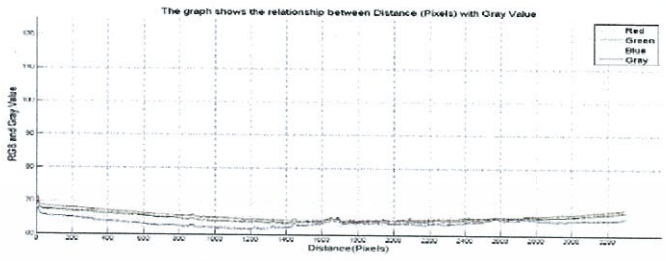
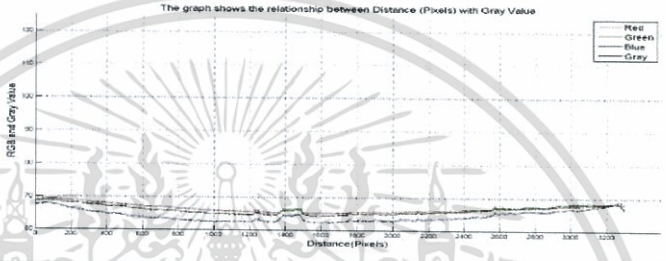
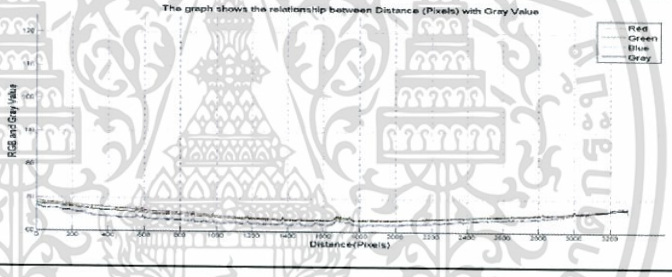
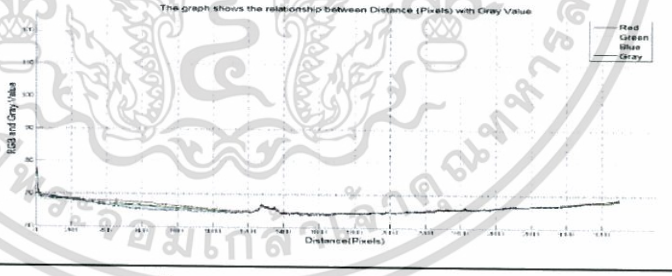
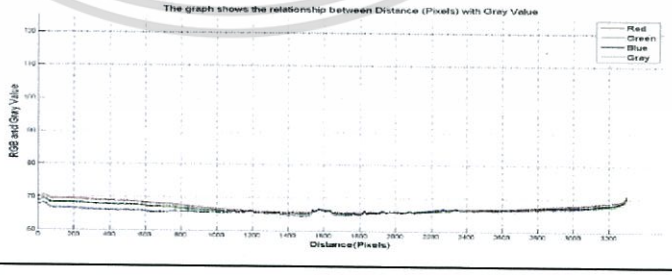
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว
โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

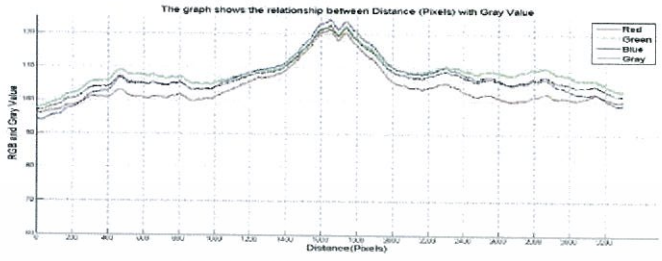
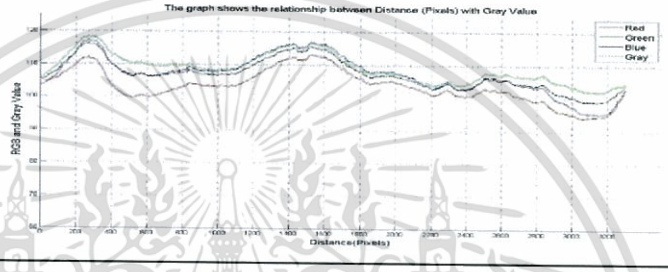
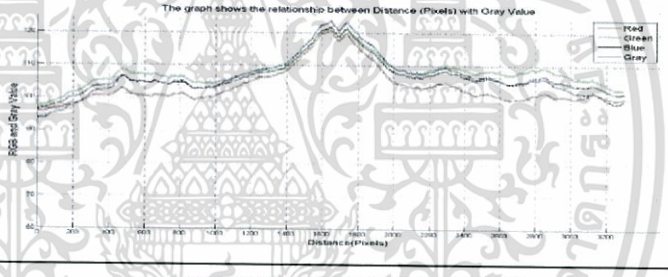
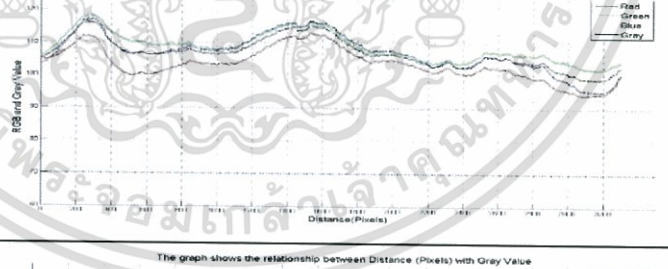
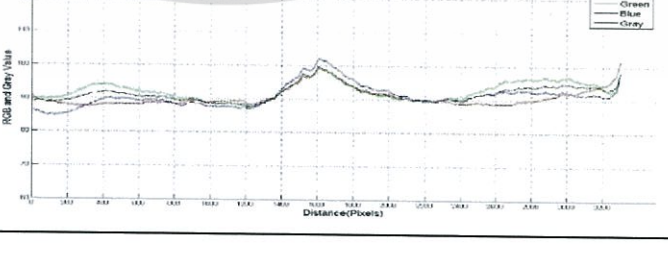
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

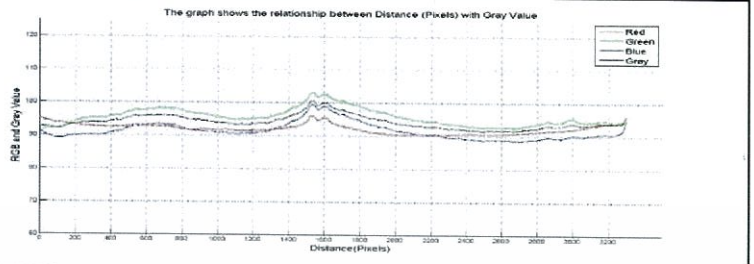
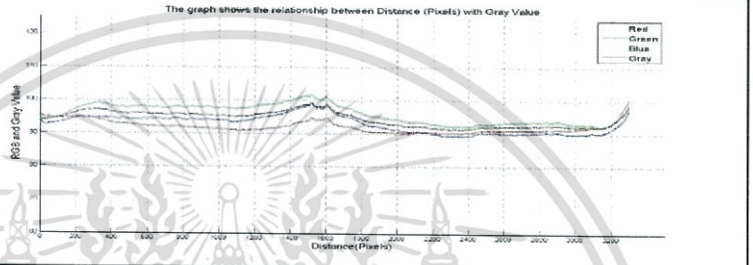
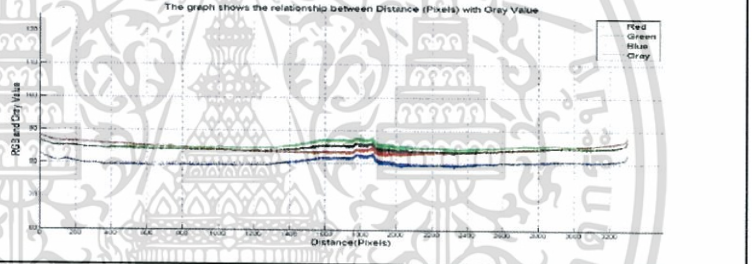
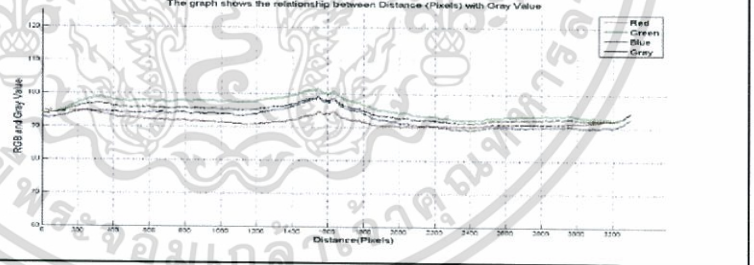
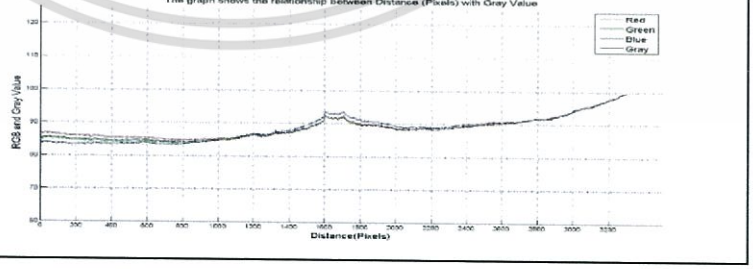
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

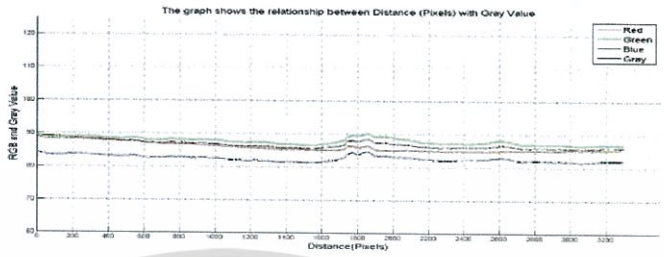
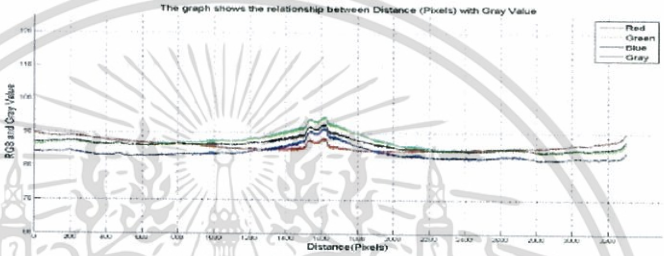
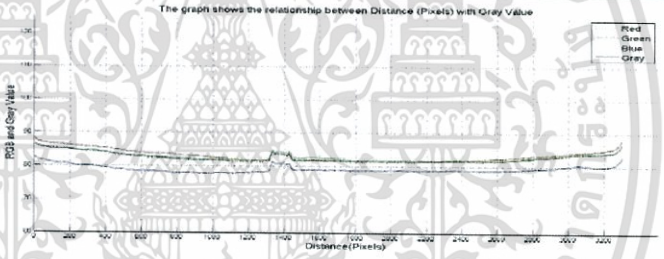
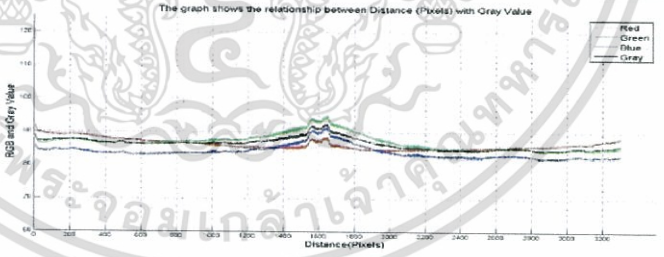
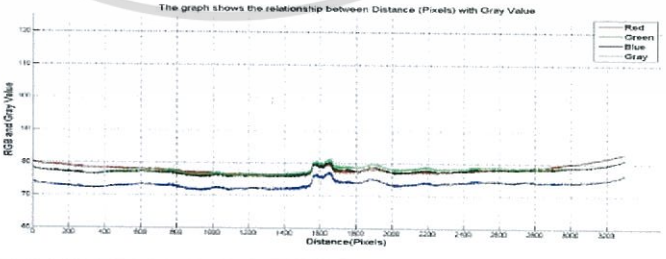
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

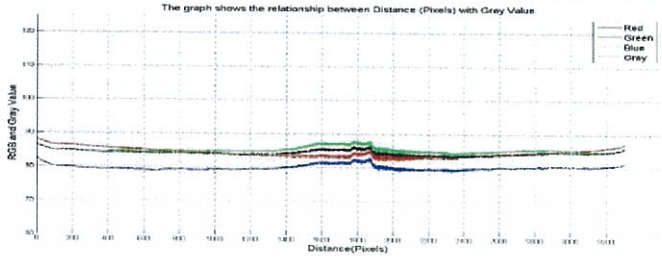
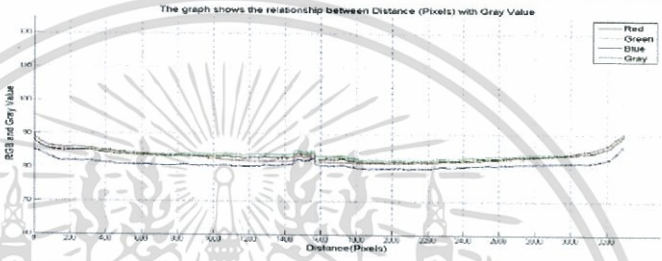
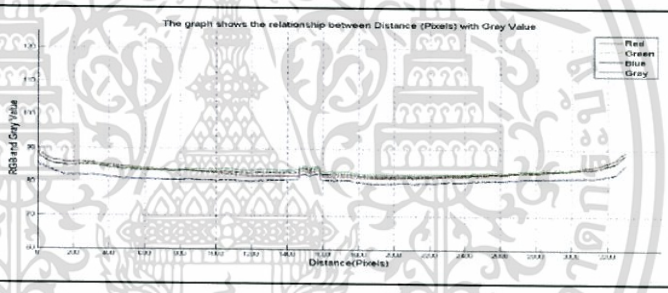
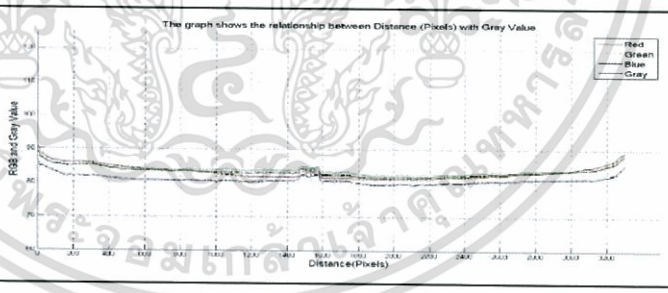
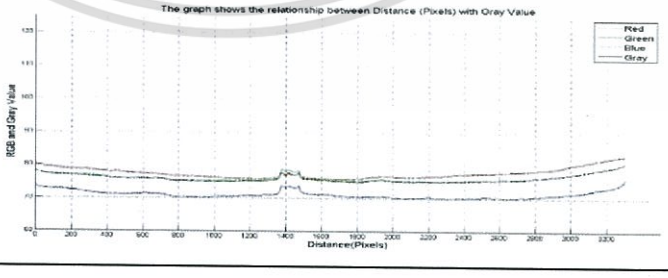
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

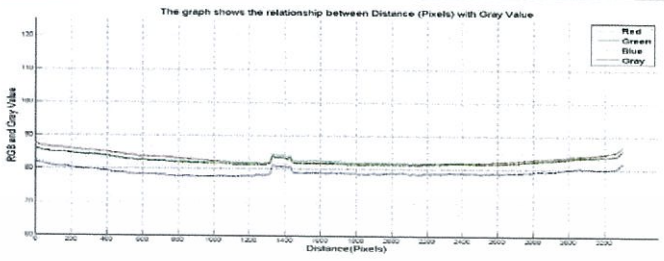
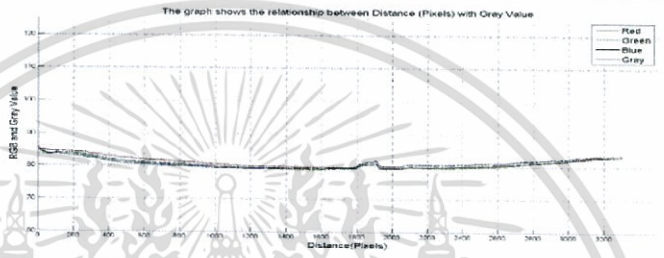
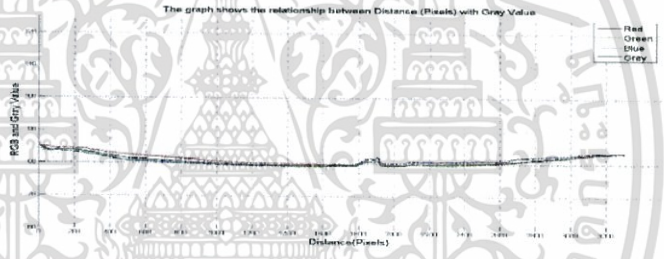
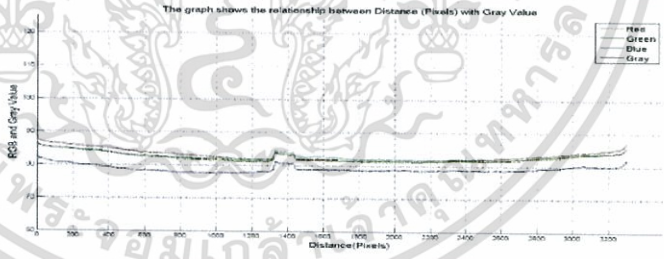
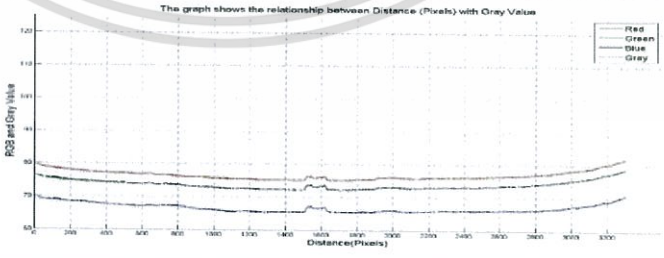
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

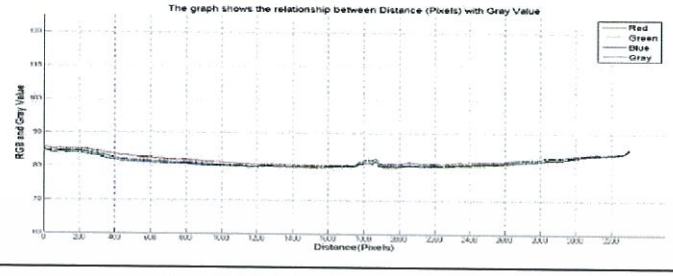
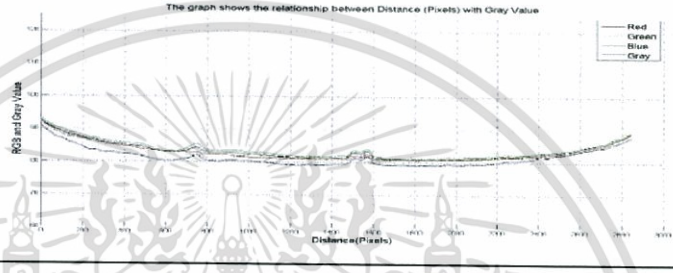
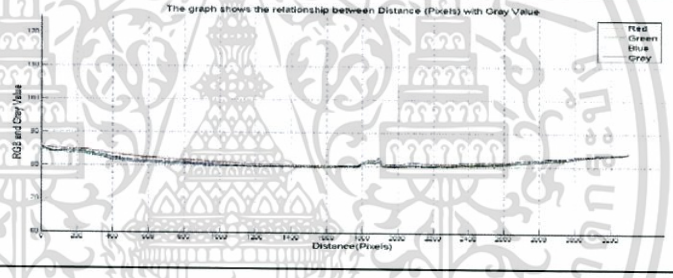
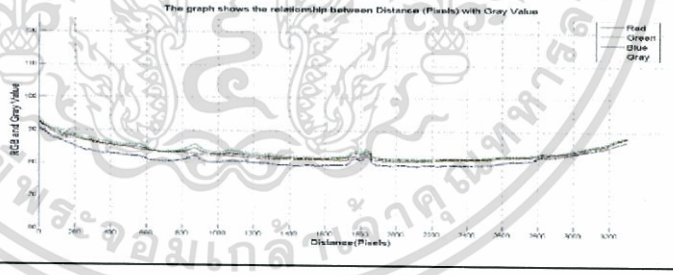
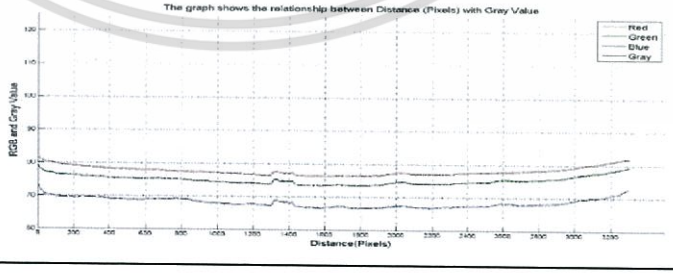
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติ จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

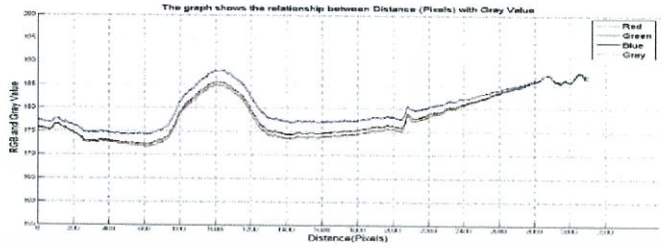
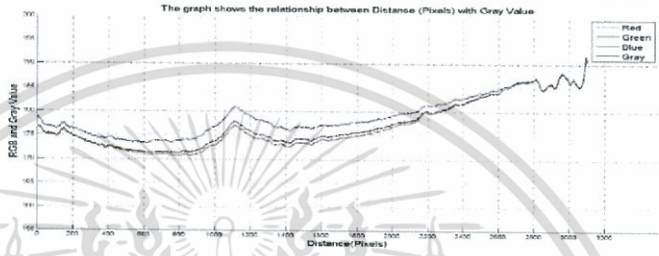
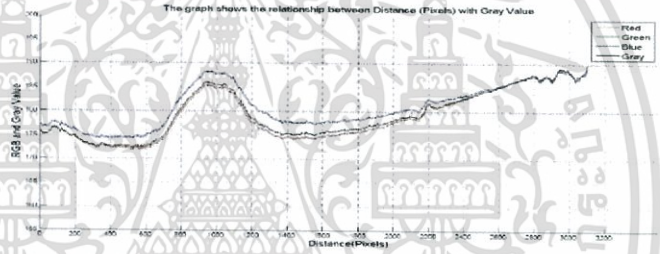
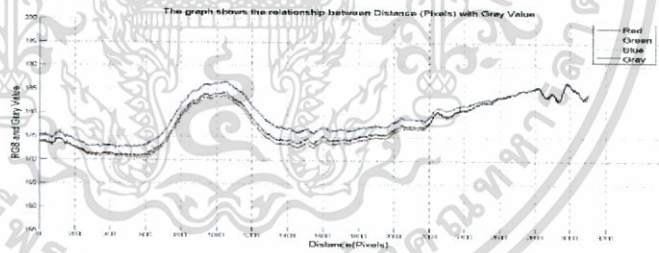
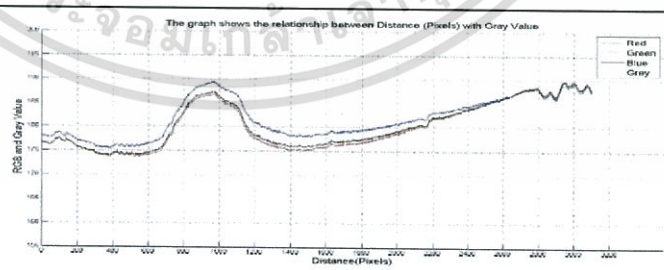
จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพข้างต้นเป็นการประมวลผลภาพ 2 มิติของเขม่าดินปืนที่กระจายตัวอยู่บนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วแบบพ่นสารเคมี จากกราฟเห็นได้ว่าเมื่อมีการพ่นสารเคมี กราฟที่ออกมาจะมีความสูงของพีคในแนวแกน y และความกว้างของกราฟในแนวแกน x ที่สูงกว่าและกว้างกว่ากราฟที่ยังไม่ได้พ่นสารเคมี โดยที่ระยะ 24 นิ้วและ 30 นิ้วเห็นได้ชัดเจนว่าความสูงของพีคและความกว้างของพีคได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

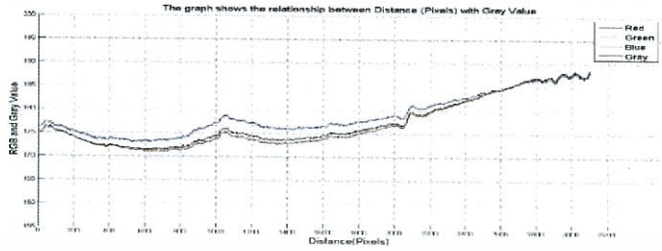
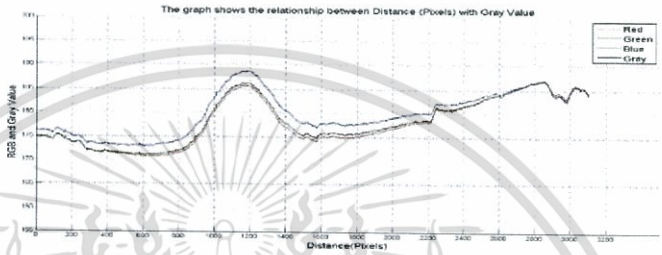
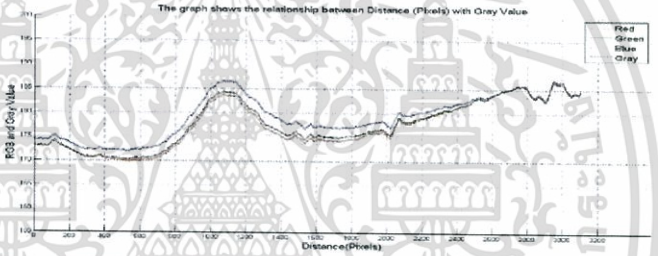
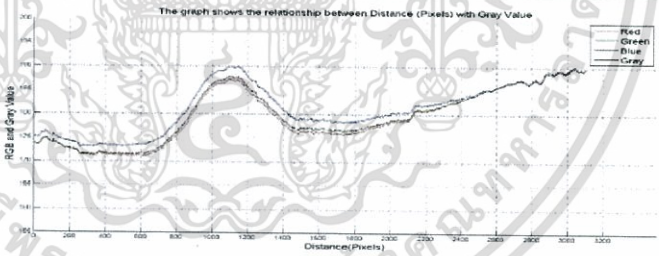
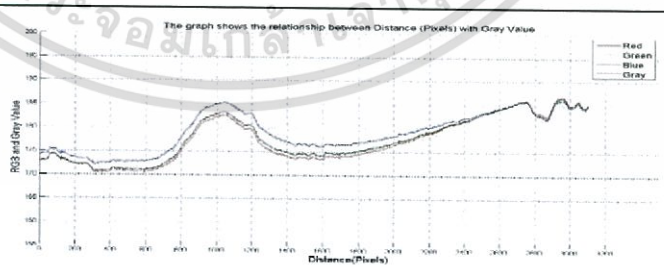
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

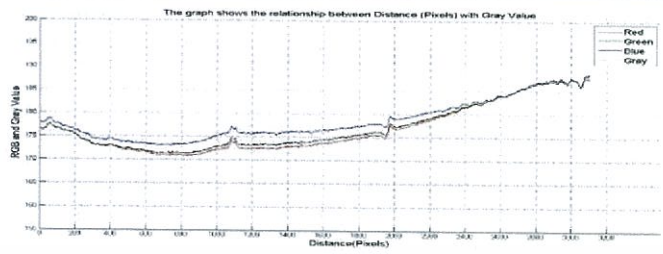
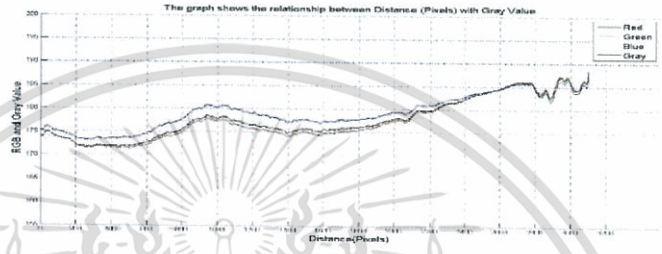
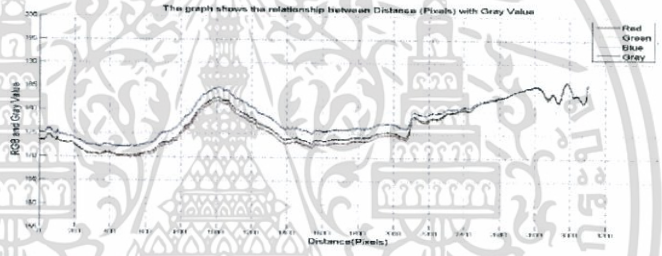
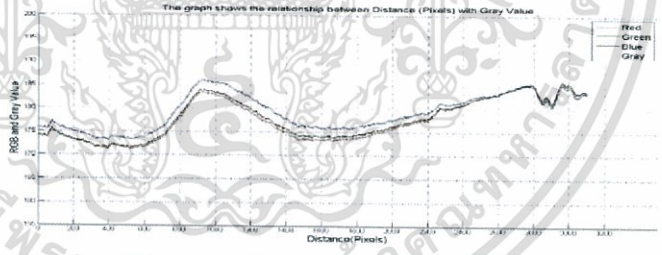
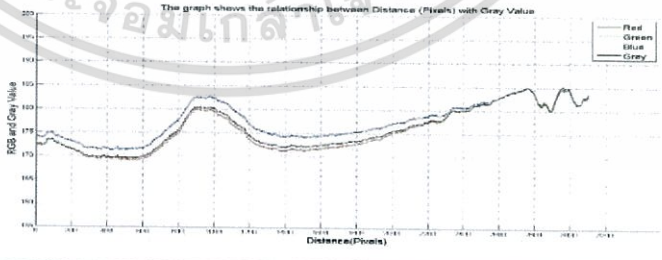
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

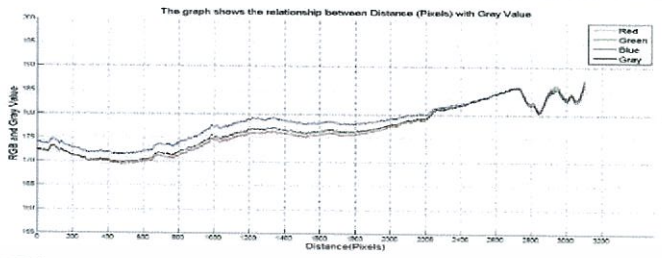
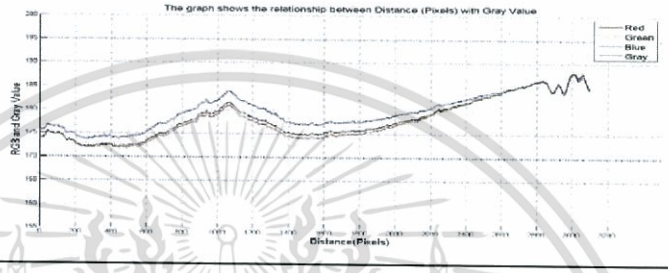
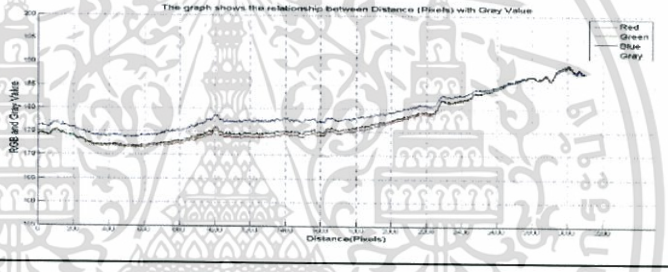
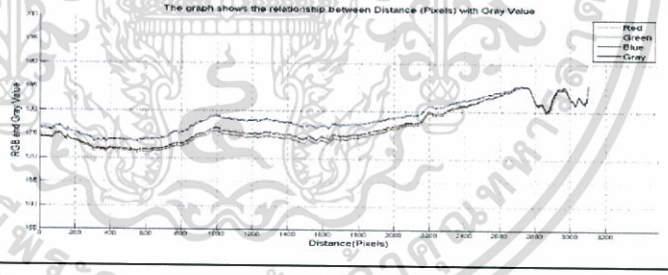
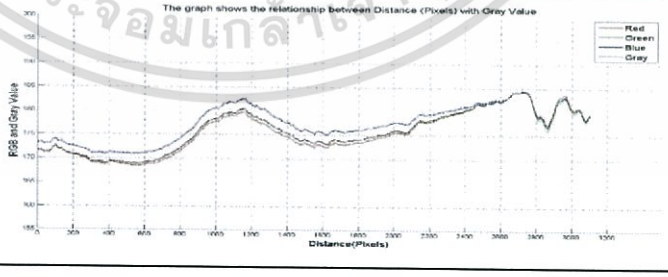
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

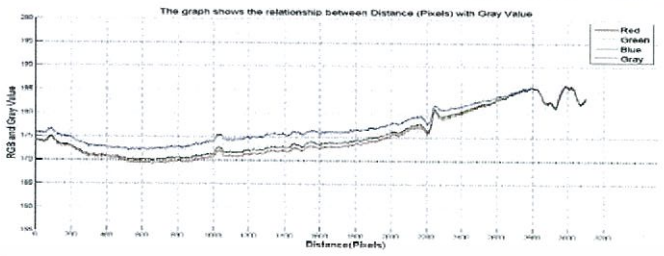
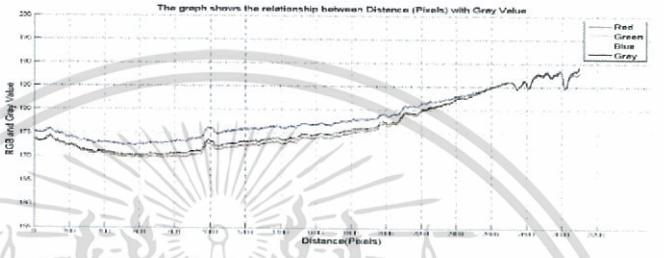
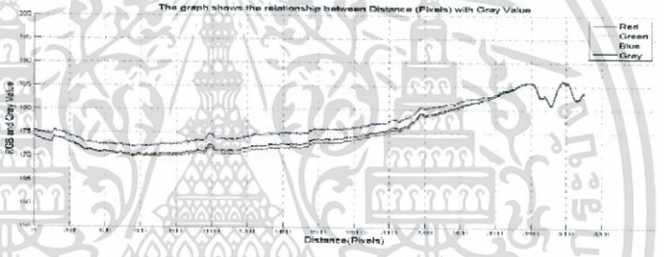
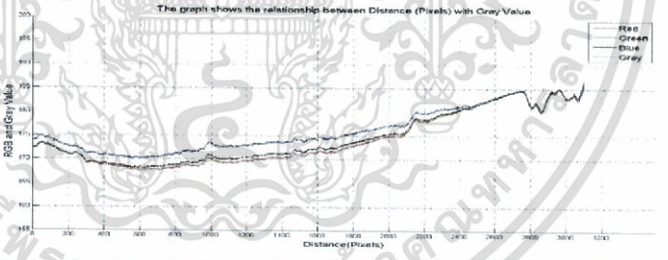
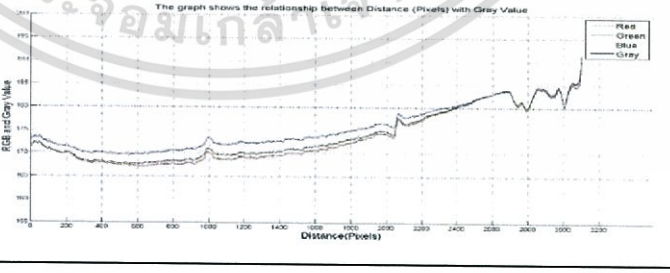
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

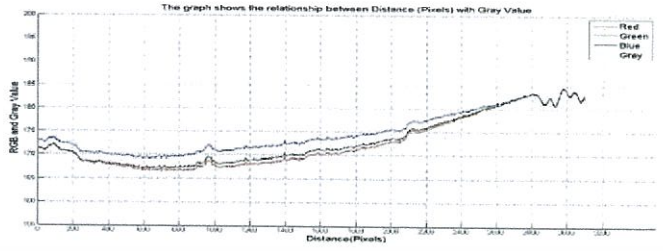
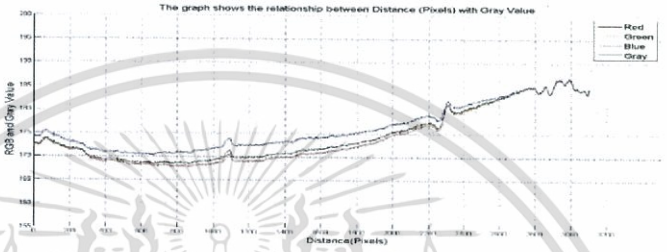
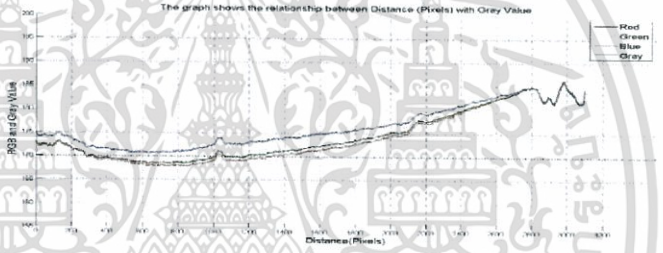
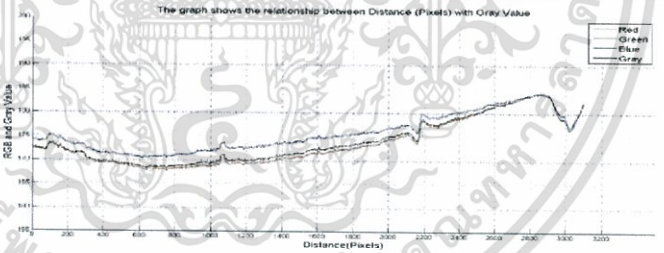
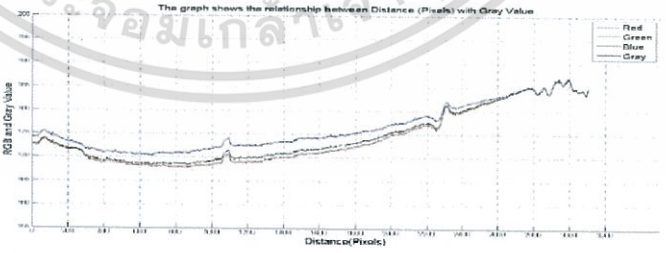
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

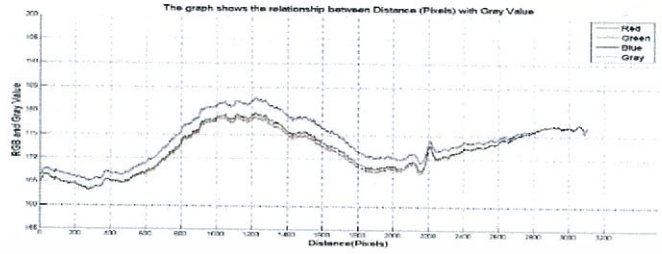
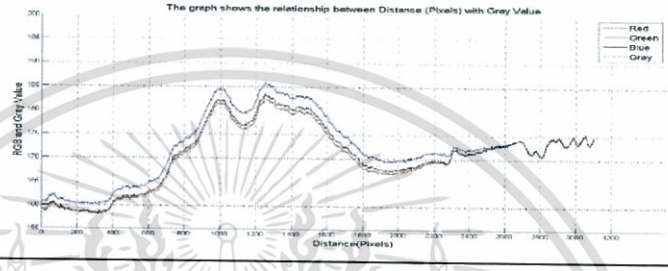
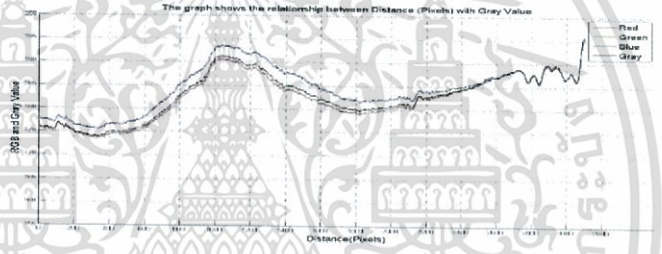
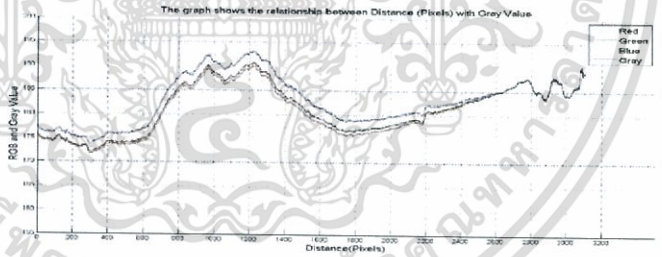
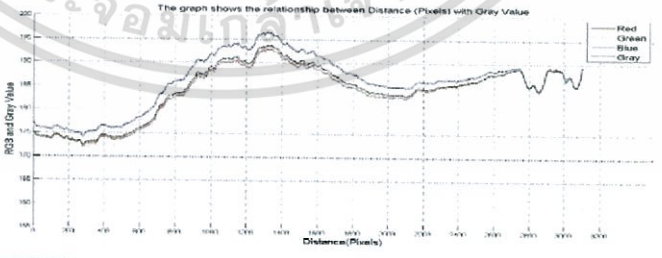
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

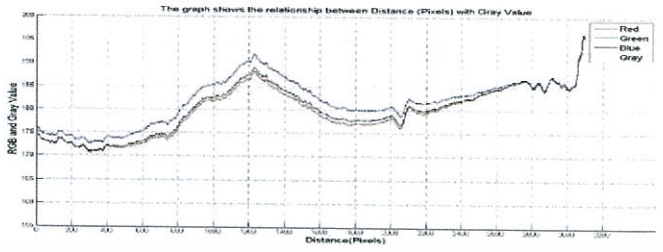
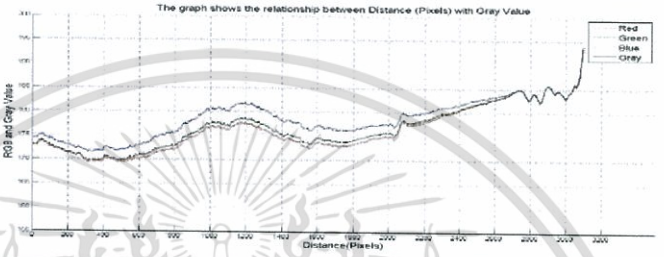
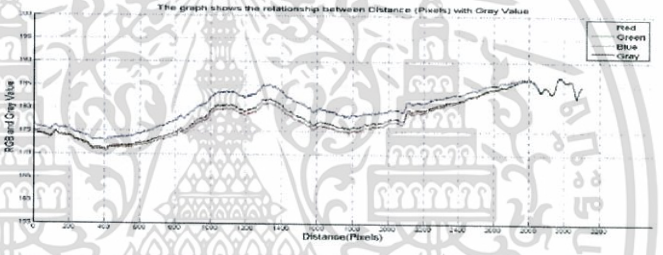
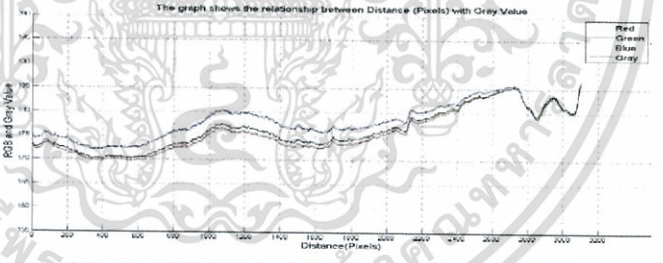
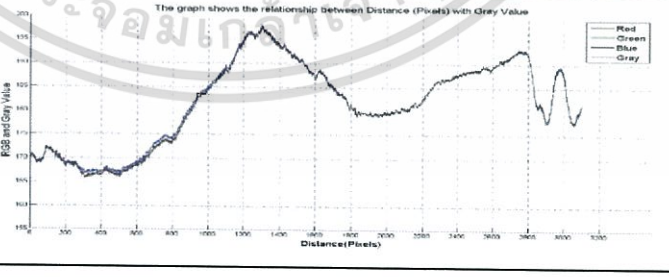
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

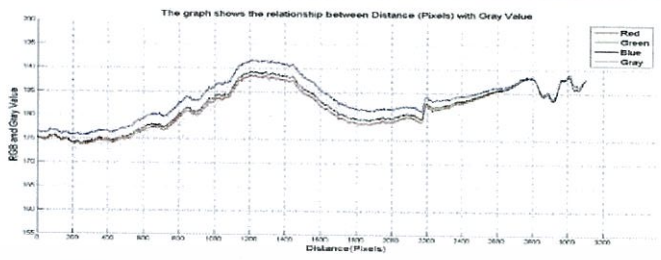
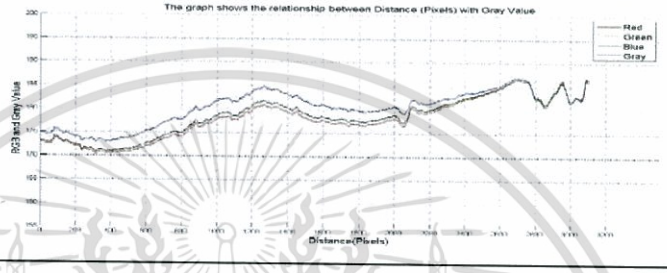
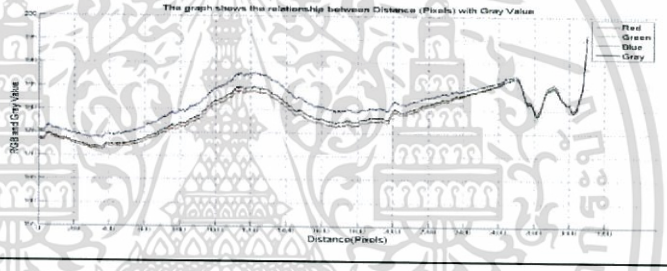
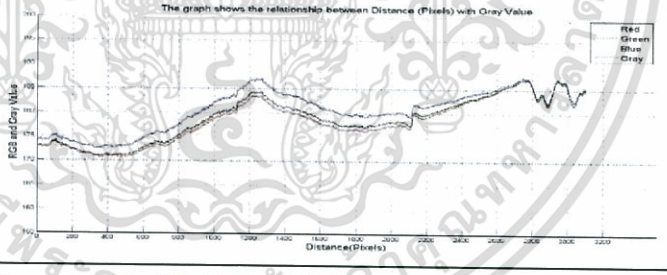
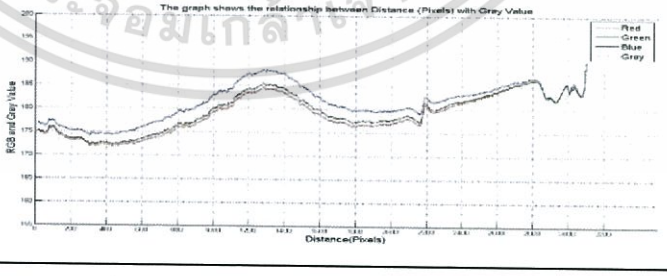
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อสียืดขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

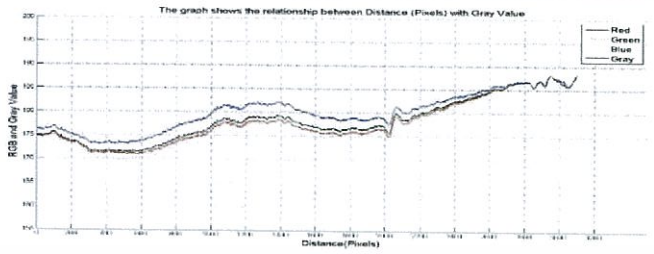
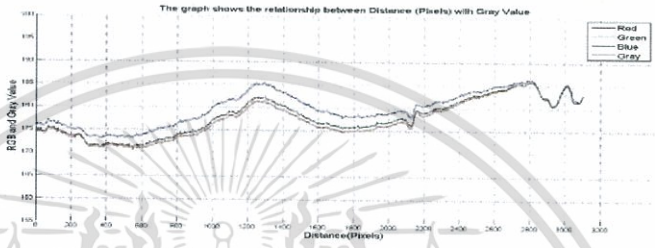
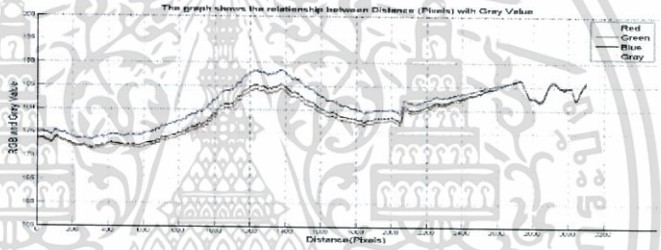
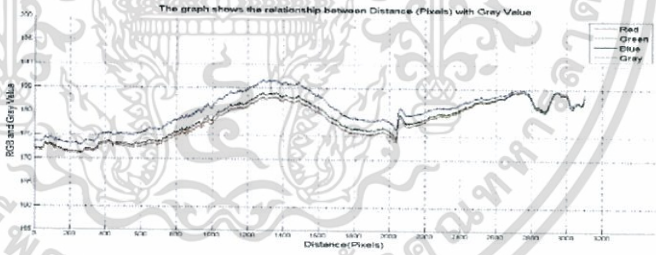
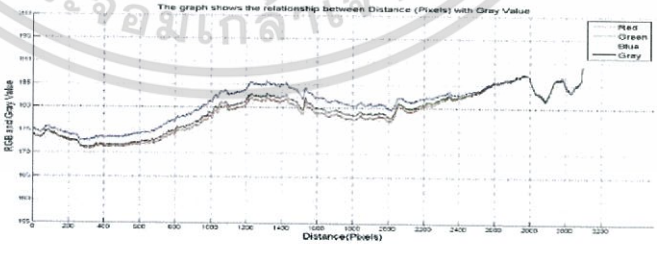
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

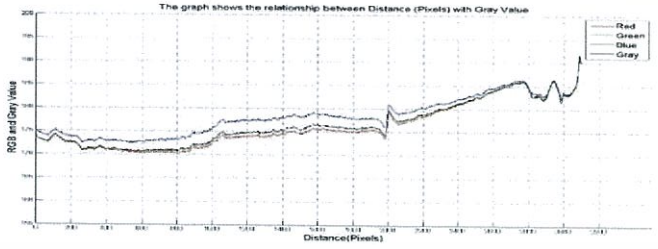
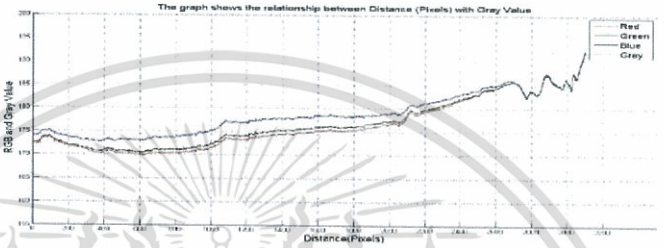
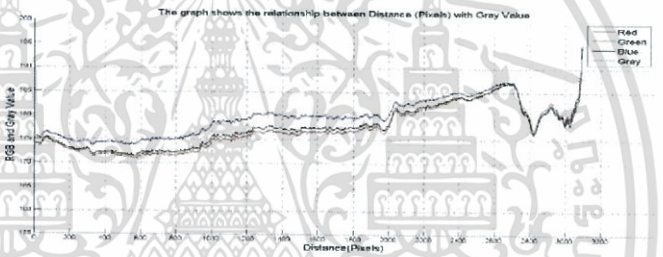
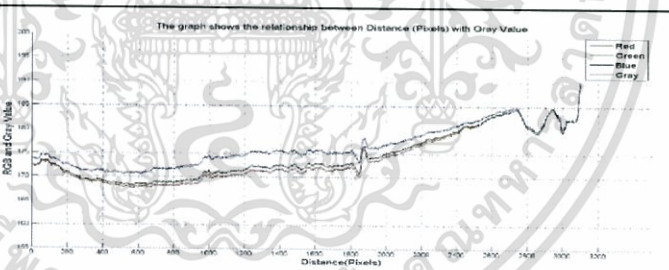
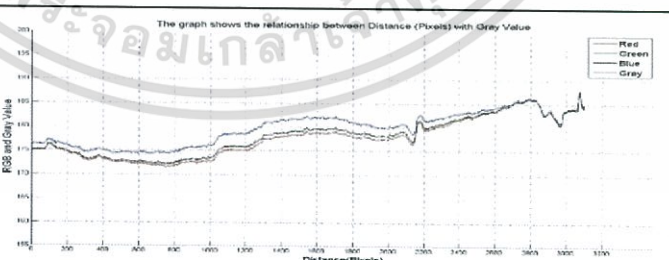
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

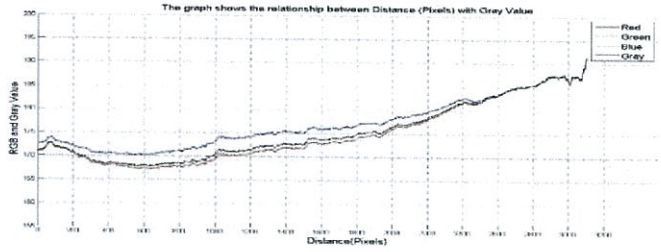
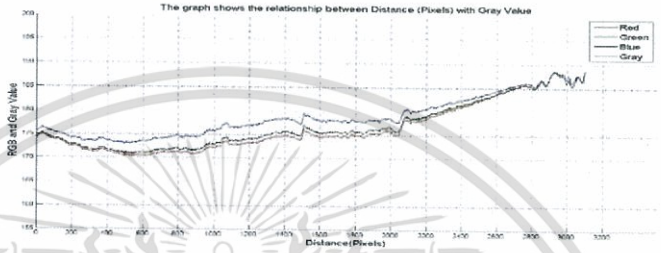
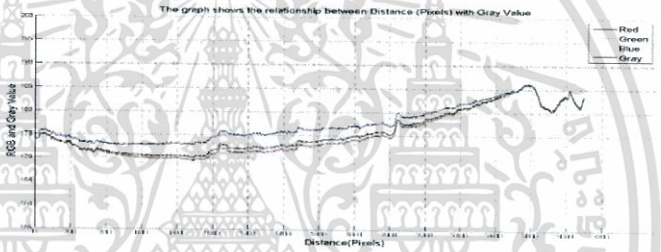
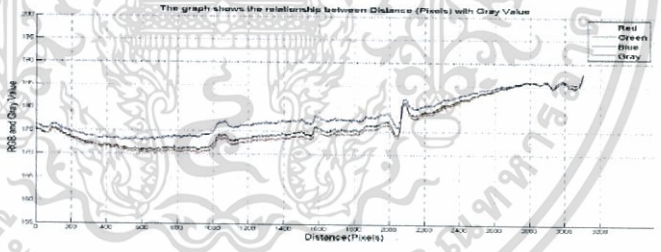
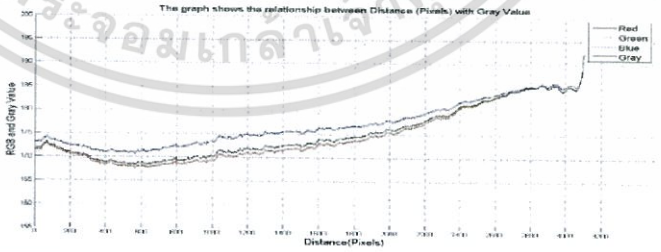
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

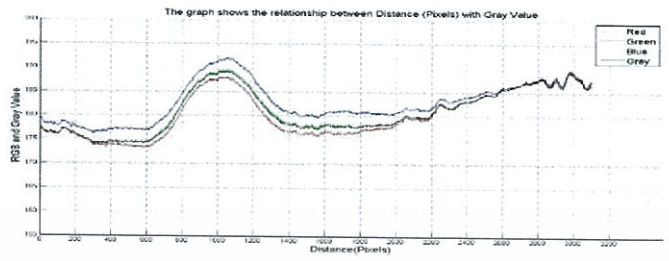
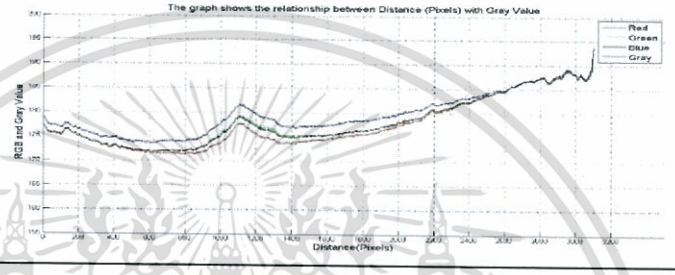
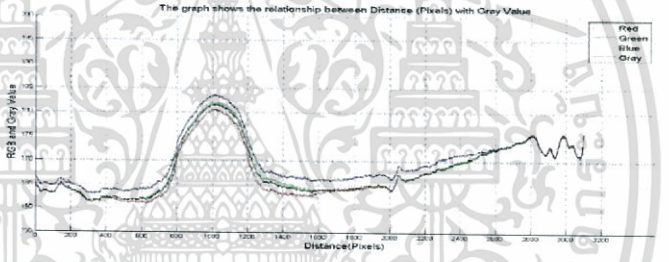
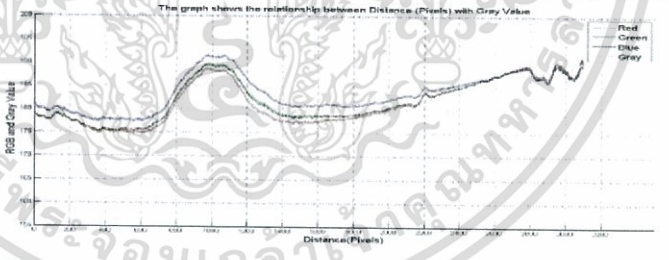
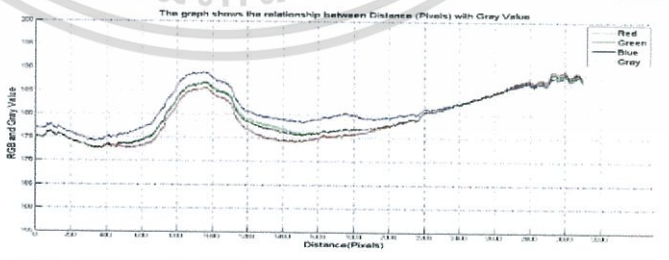
จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพข้างต้นเป็นการประมวลผลภาพ 2 มิติของเขม่าดินปืนที่กระจายตัวอยู่บนเสื้อสีขาว จากกราฟเห็นได้ว่าลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่มาจากกระสุนขนาด .38 และกระสุนขนาด 9 มม.นั้นมีรูปแบบการกระจายตัวของเขม่าที่แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากความสูงของพีคในแกน y และความกว้างของกราฟในแกน x โดยการกระจายตัวเขม่าที่มาจากกระสุนขนาด 9 มม.มีความสูงของพีคและความกว้างของกราฟที่สูงกว่าและกว้างกว่าเขม่าที่มาจากกระสุนขนาด .38 และและกราฟของเส้นสีน้ำเงินมีพีคที่สูงที่สุดส่วนเส้นสีแดง สีเขียวและสีเทาจะมีระดับความสูงของพีคที่ใกล้เคียงกันและจากกราฟเห็นได้ชัดเจนว่าการกระจายตัวของเขม่าที่อยู่บนเสื้อกับการเขม่าที่อยู่บนผ้าขาวนั้นมีลักษณะที่ต่างกัน ซึ่งจากความกว้างของกราฟในแนวแกน x เห็นได้ว่าเขม่าที่กระจายตัวอยู่บนเสื้อมีความกว้างกว่าเขม่าที่อยู่บนผ้าขาว

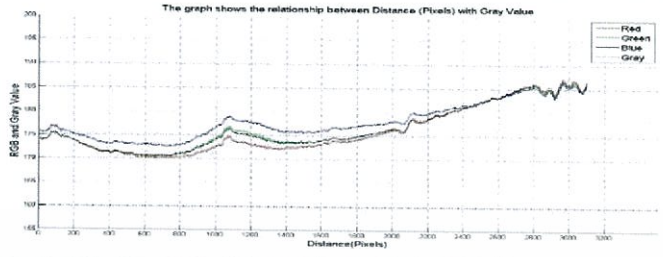
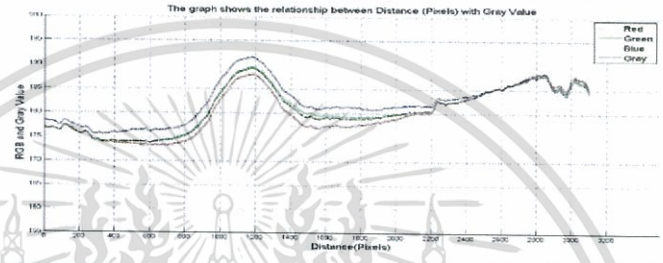
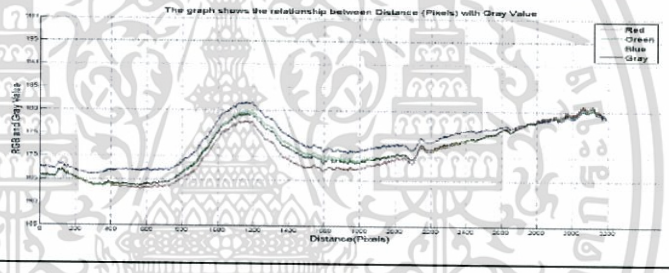
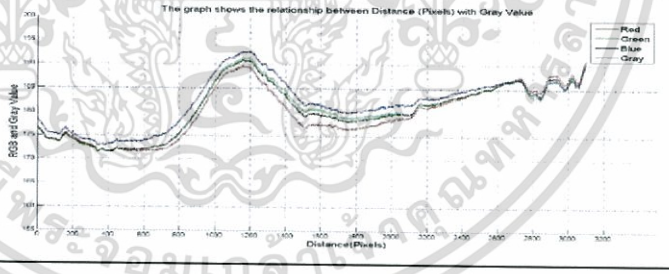
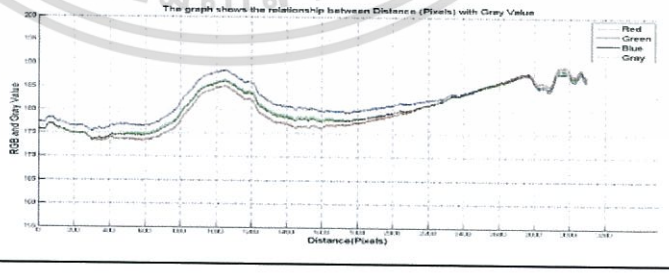
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

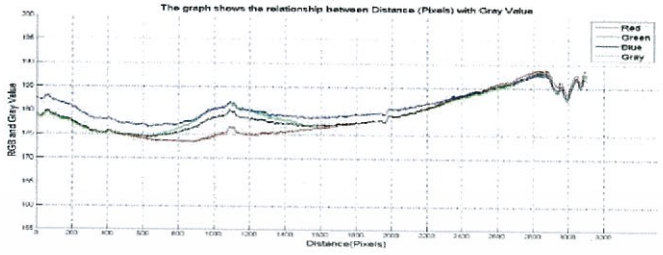
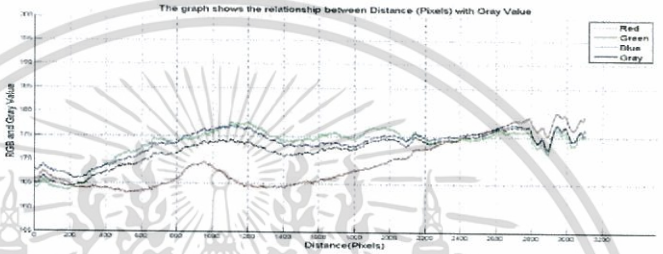
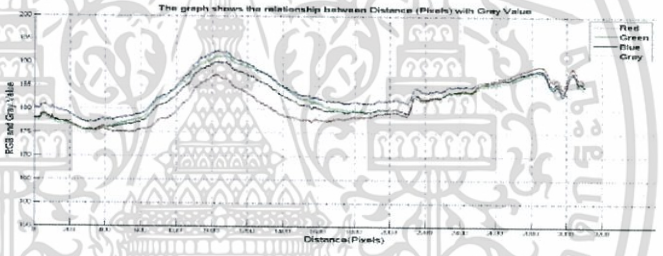
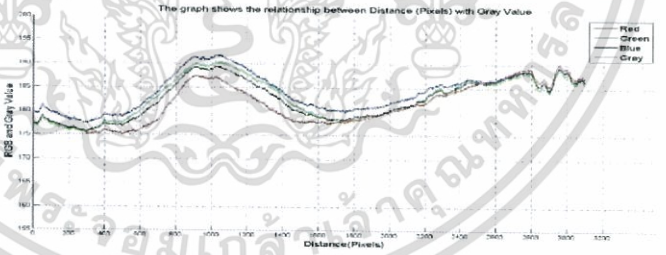
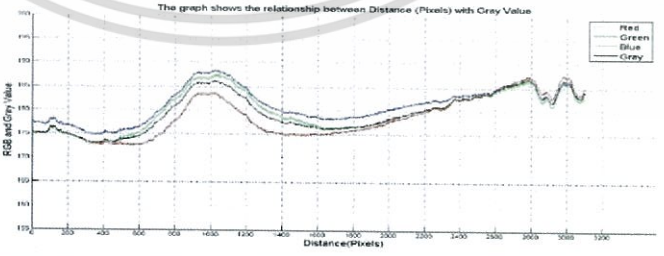
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

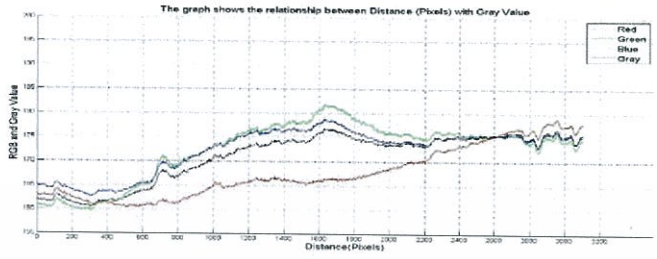
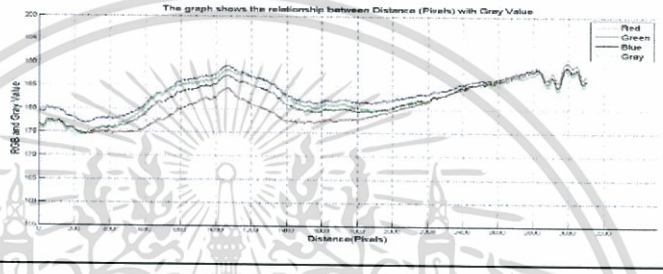
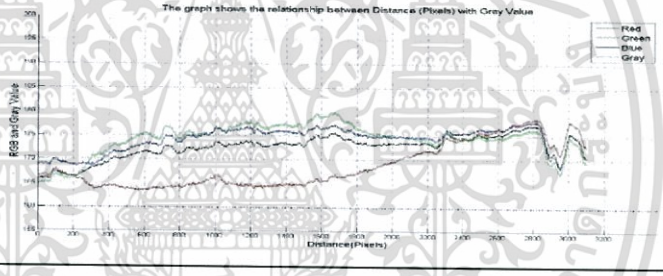
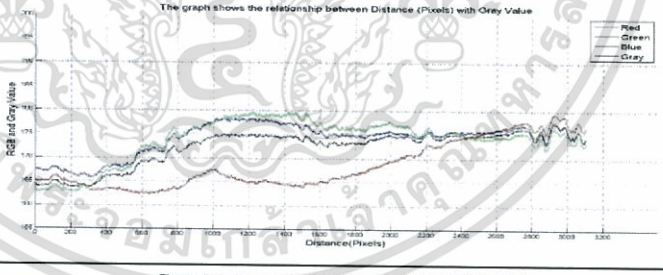
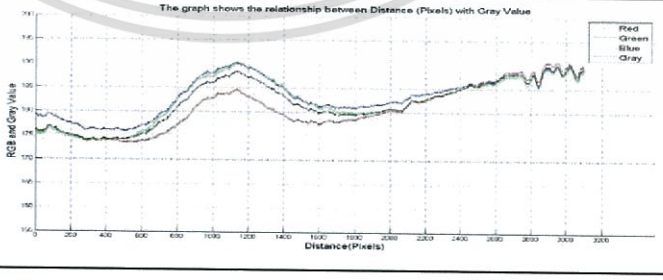
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

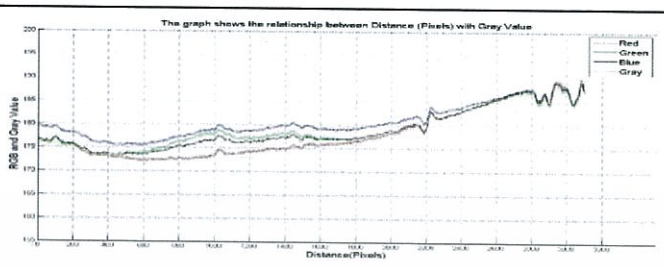
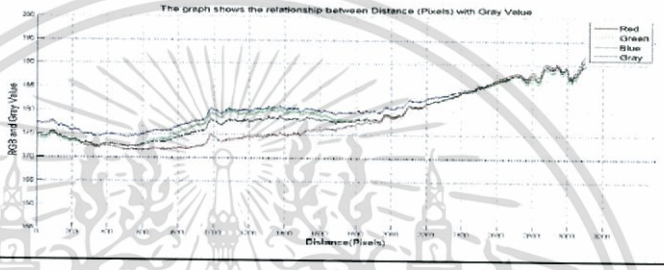
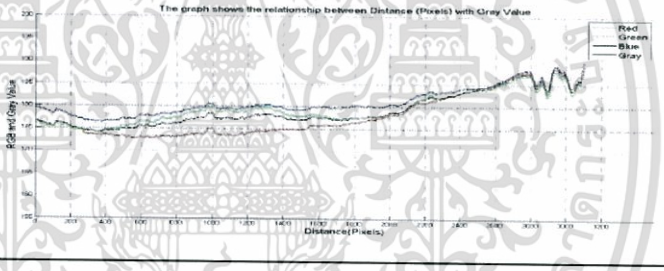
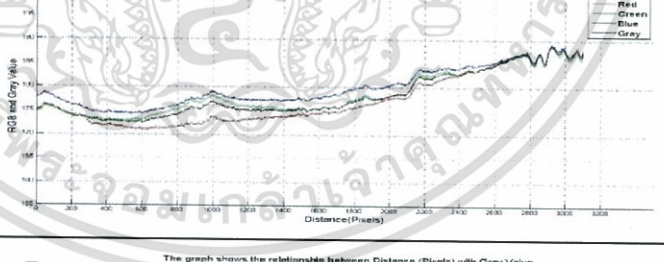
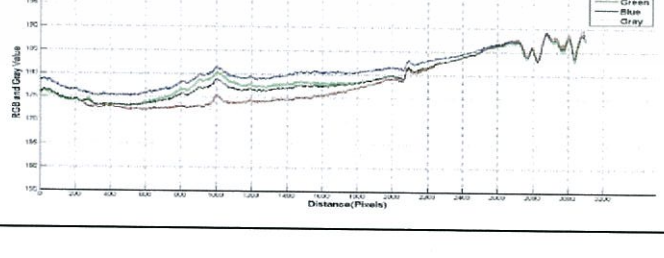
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

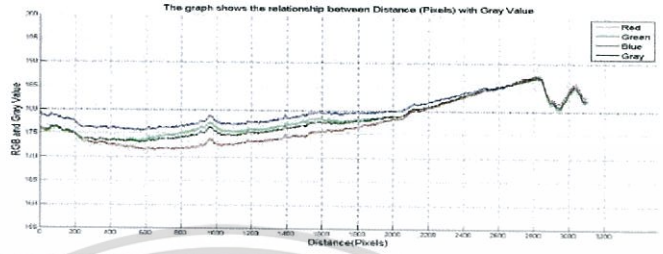
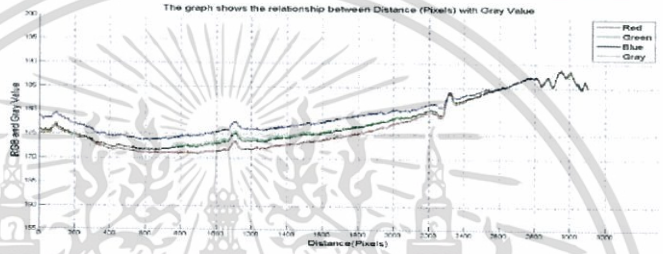
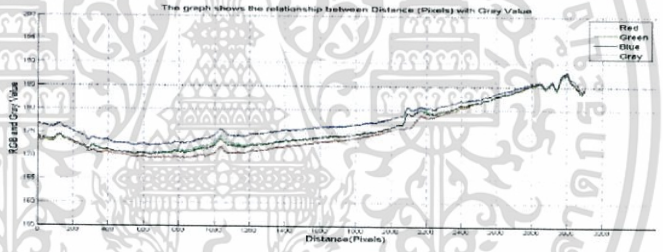
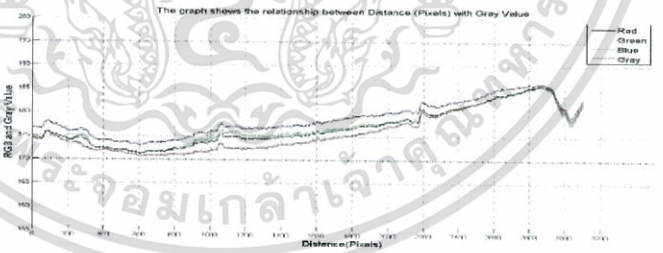
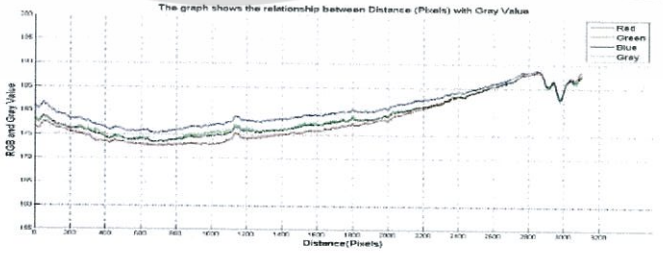
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

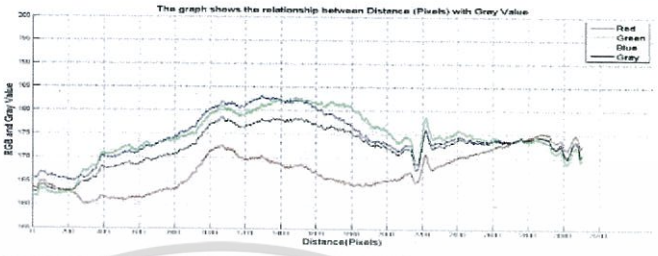
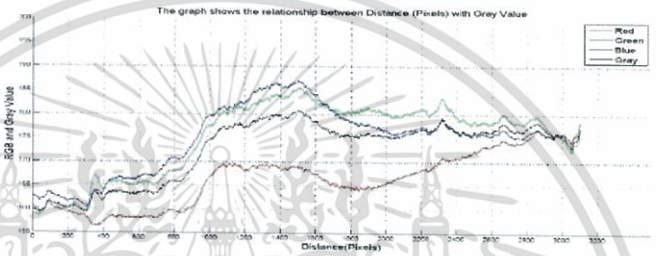
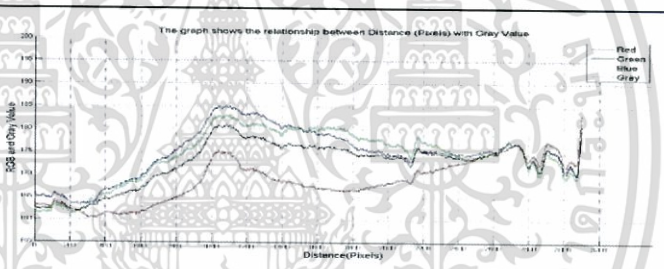
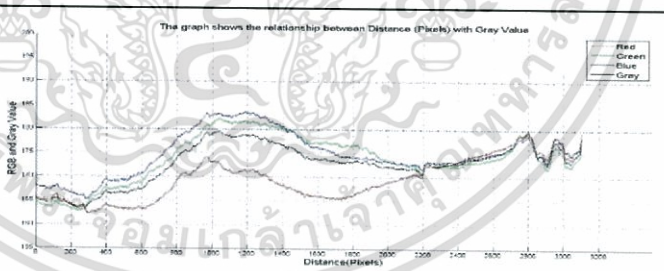
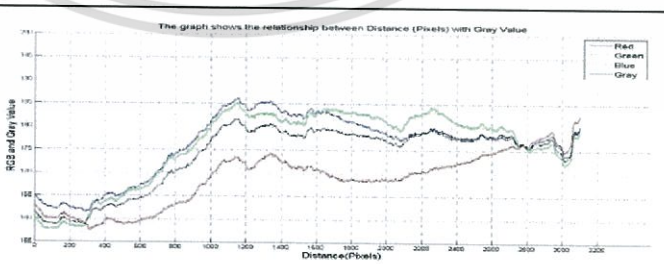
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

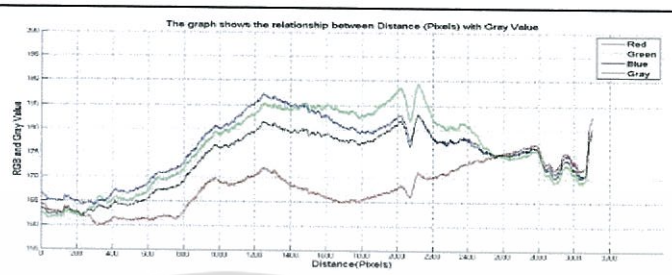
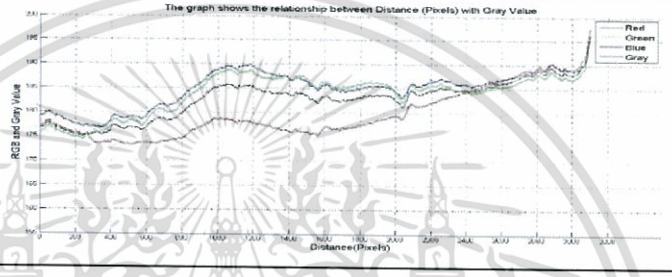
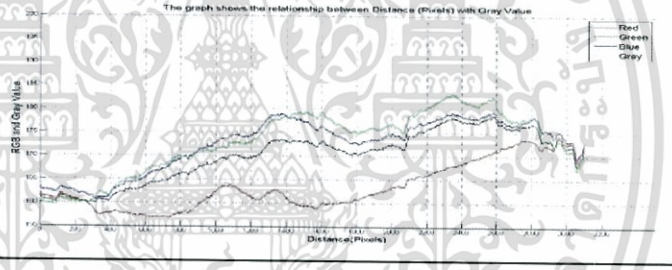
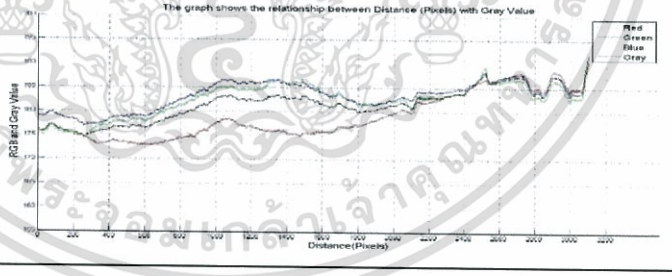
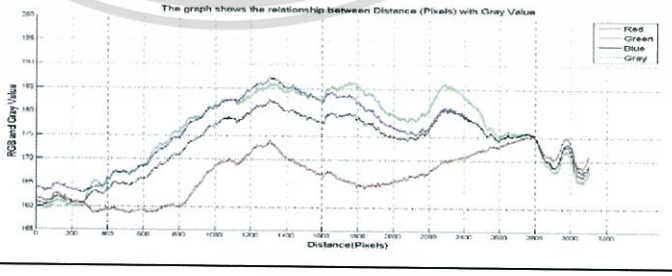
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

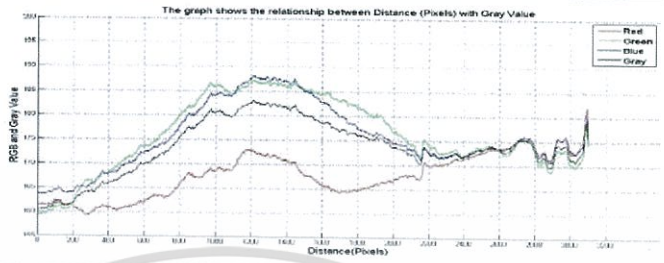
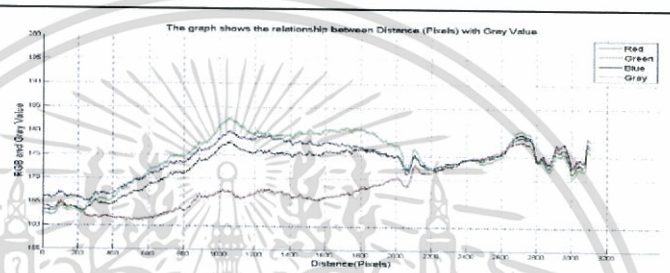
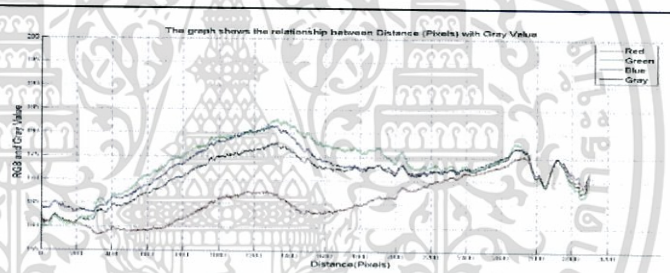
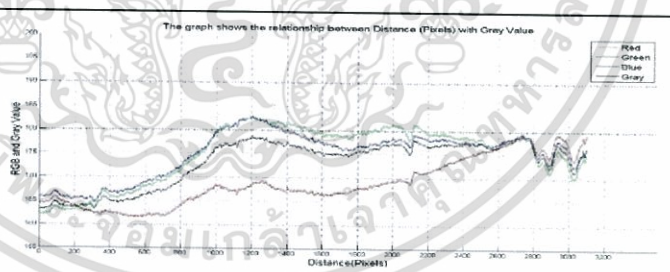
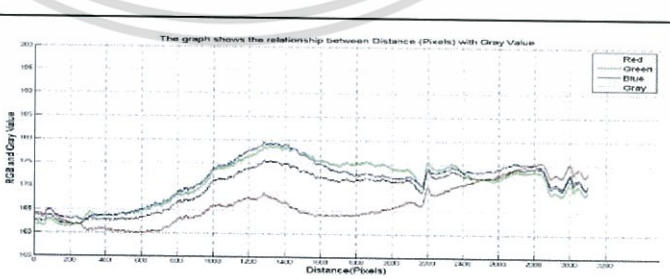
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 8 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

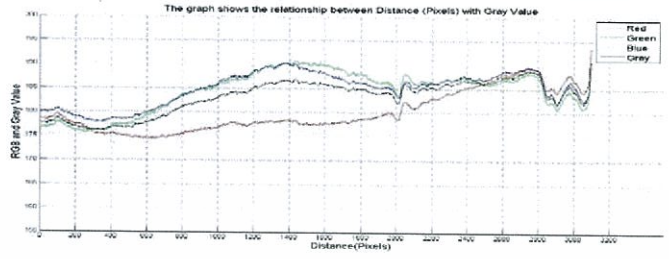
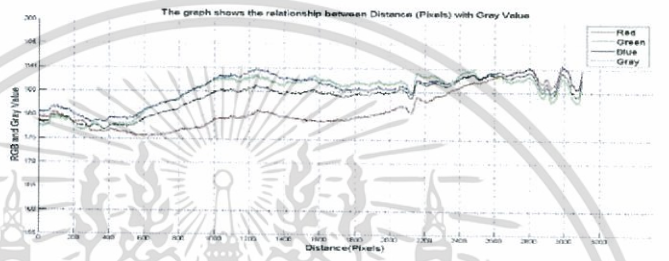
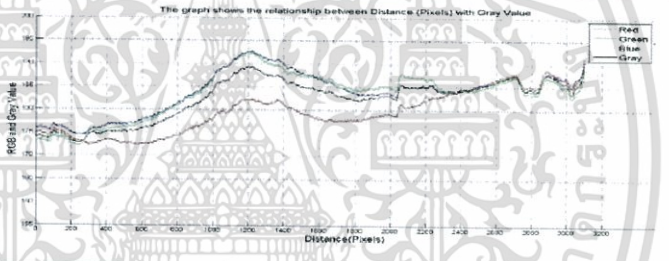
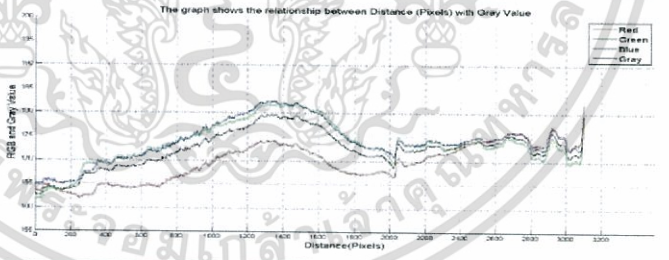
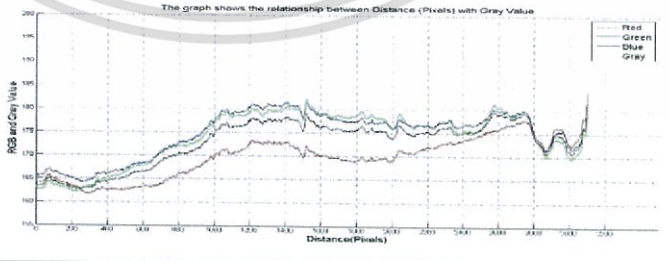
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 12 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

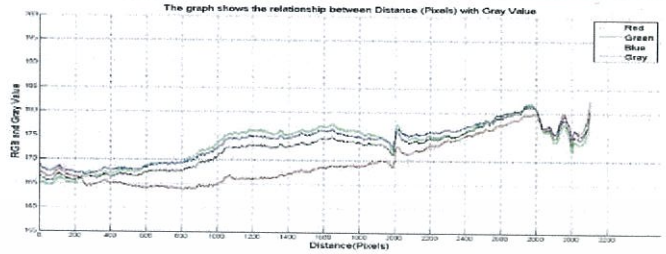
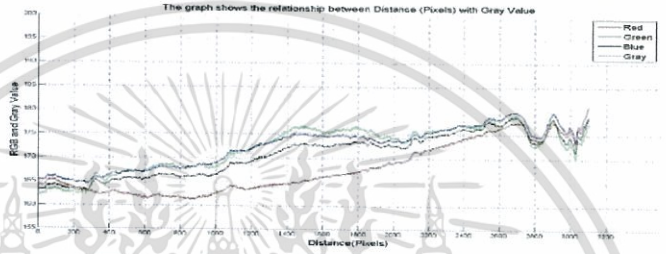
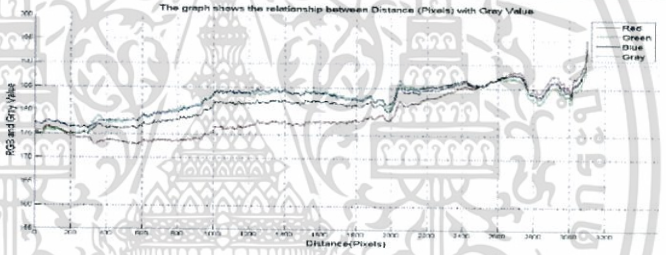
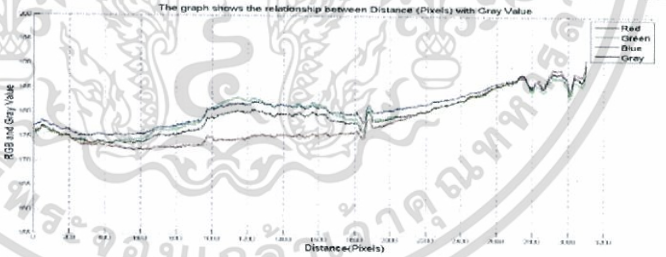
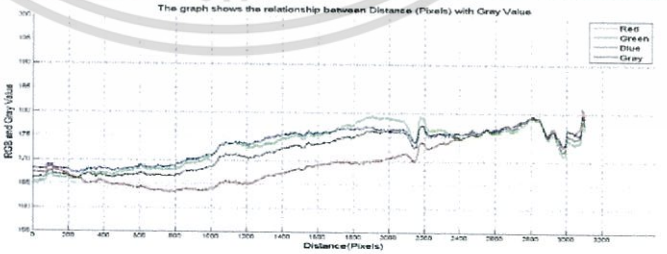
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

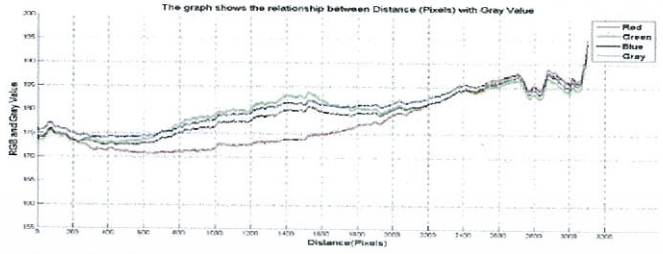
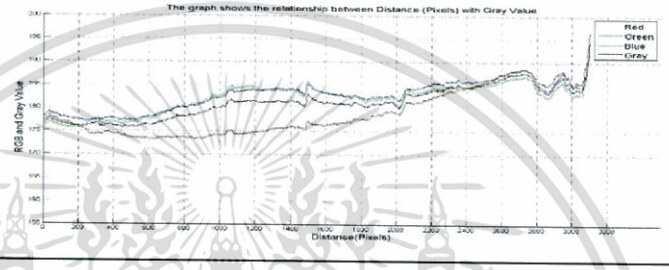
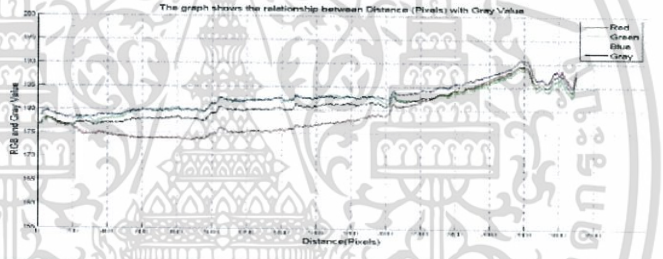
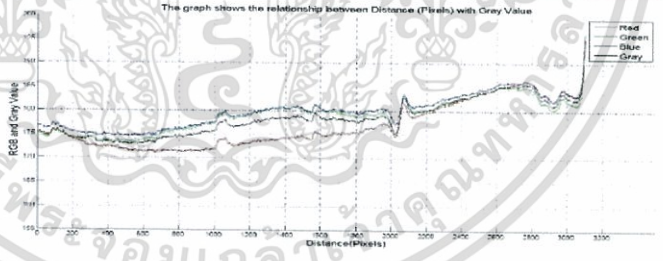
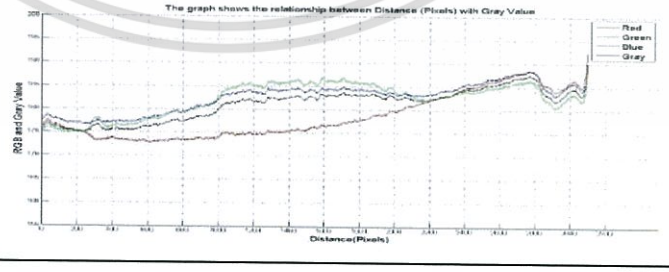
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อยืดสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 24 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การประมวลผลภาพแบบ 2 มิติจากเสื้อสีขาวโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

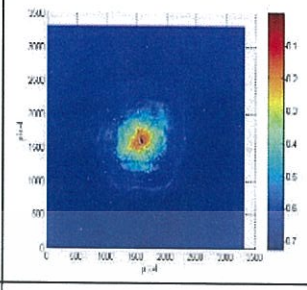
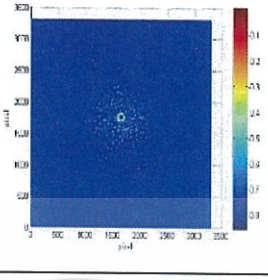
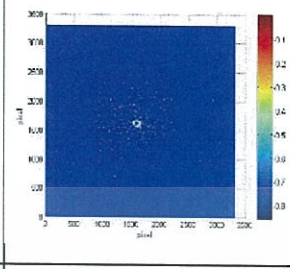
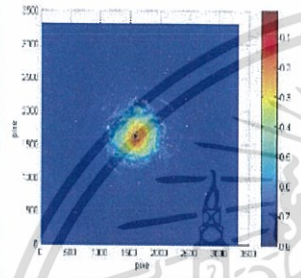
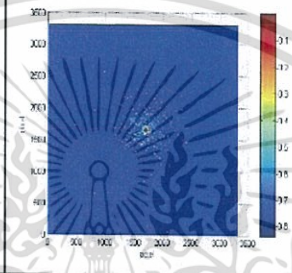
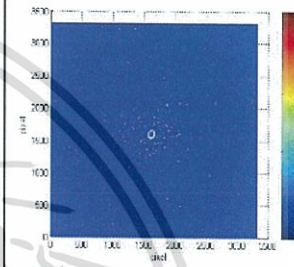
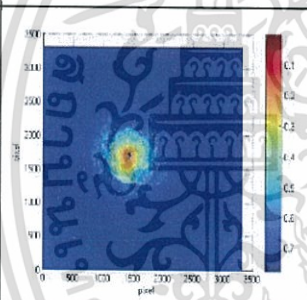
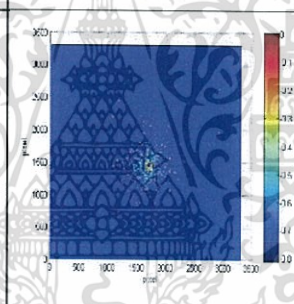
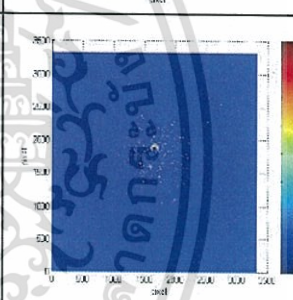
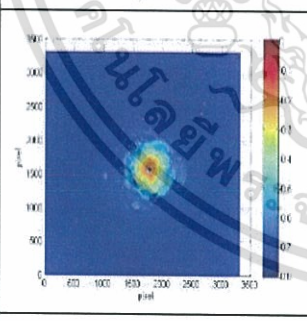
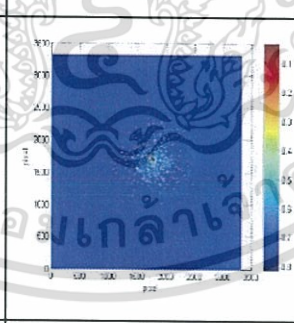
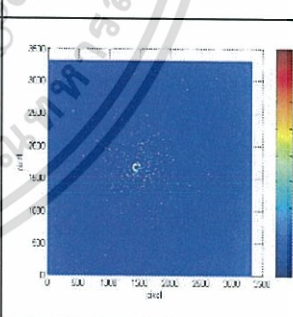
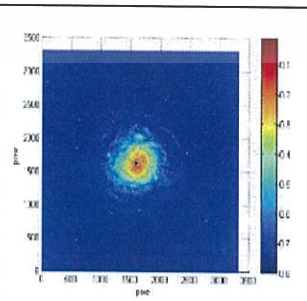
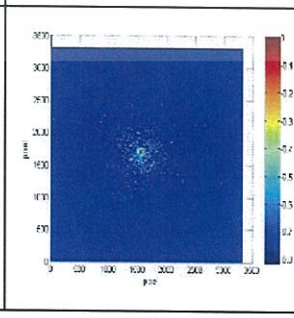
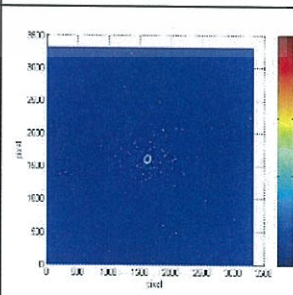
จำนวนครั้งที่ยิง	ระยะ 30 นิ้ว
ครั้งที่ 1	
ครั้งที่ 2	
ครั้งที่ 3	
ครั้งที่ 4	
ครั้งที่ 5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพข้างต้นเป็นการประมวลผลภาพ 2 มิติของเขม่าดินปืนที่กระจายตัวอยู่บนเสื้อสีขาวแบบพ่นสารเคมี จากกราฟเห็นได้ว่าเมื่อมีการพ่นสารเคมี กราฟมีความสูงของพีคในแนวแกน y และความกว้างของกราฟในแนวแกน x ที่สูงกว่าและกว้างกว่ากราฟที่ยังไม่ได้พ่นสารเคมี โดยที่ระยะ 24 นิ้วและ 30 นิ้วเห็นได้ชัดเจนว่าความสูงของพีคและความกว้างของพีคได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและเส้นสีน้ำเงินจะมีพีคสูงที่สุดรองลงมาคือเส้นสีเขียว สีเทาและสีแดงตามลำดับ เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างในการกระจายตัวของเขม่ามากยิงขึ้นผู้ทดลองได้ทำการหาพื้นที่ใต้กราฟโดยสรุปออกมาตามตารางที่ 4.4

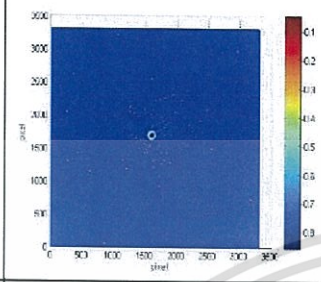
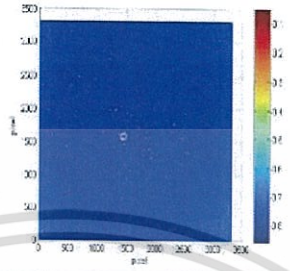
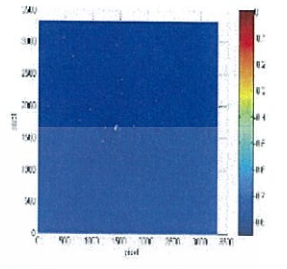
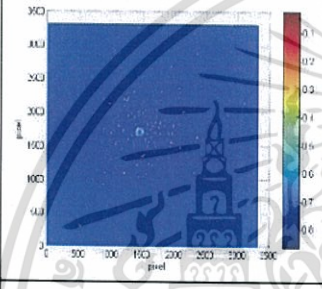
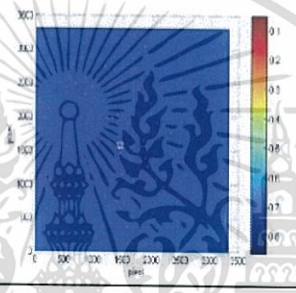
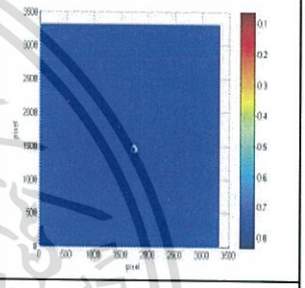
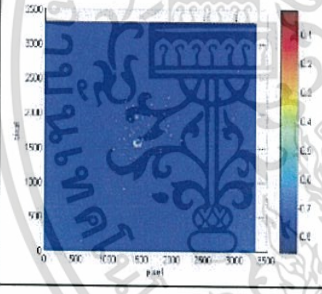
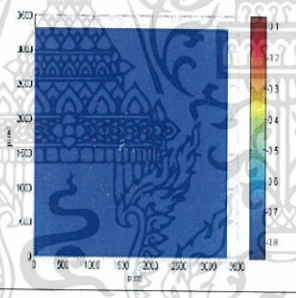
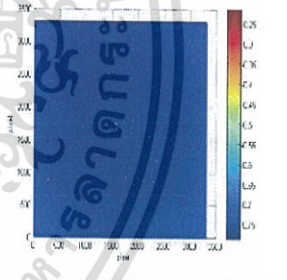
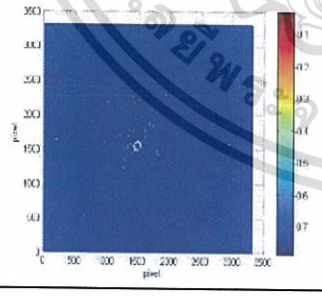
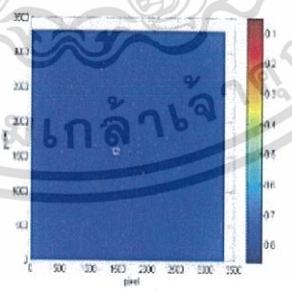
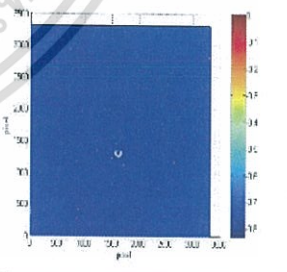
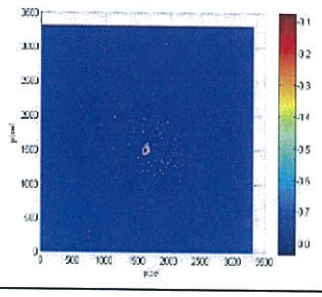
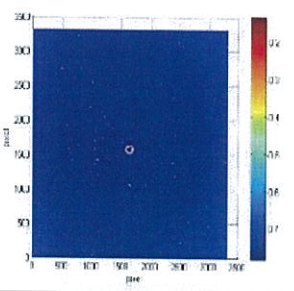
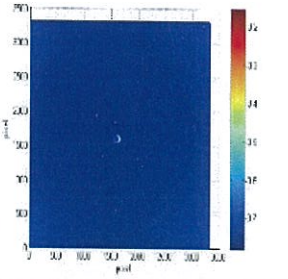
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Top view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

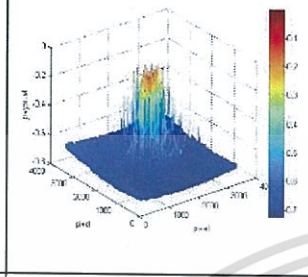
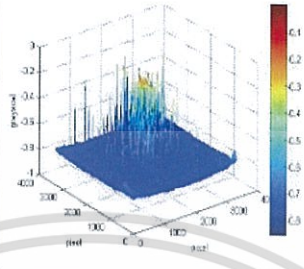
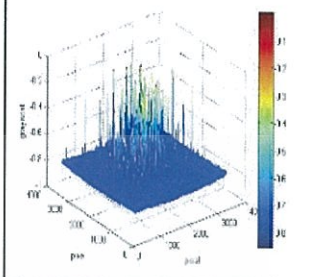
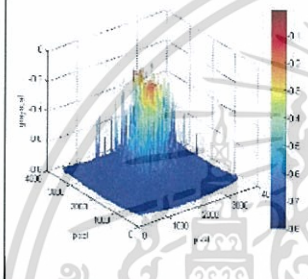
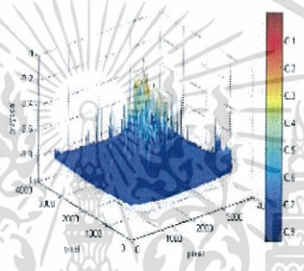
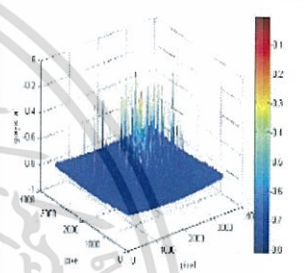
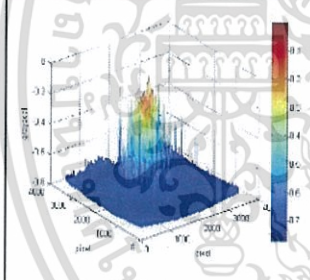
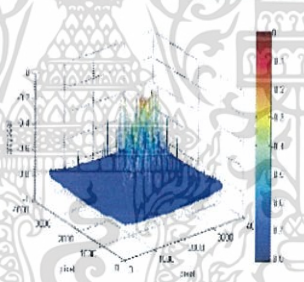
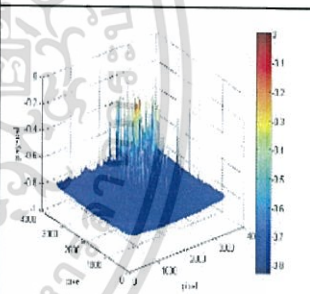
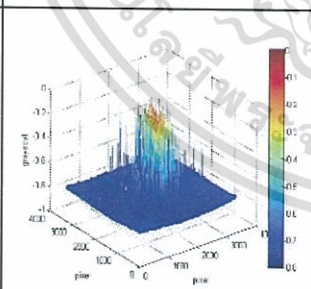
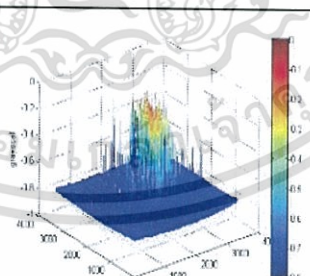
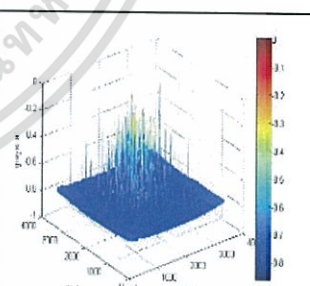
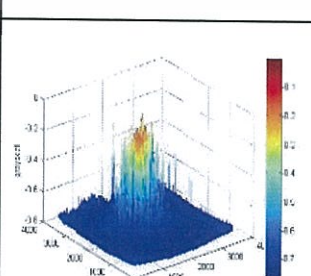
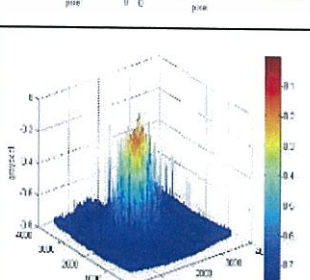
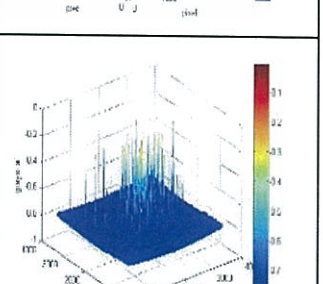
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Top view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

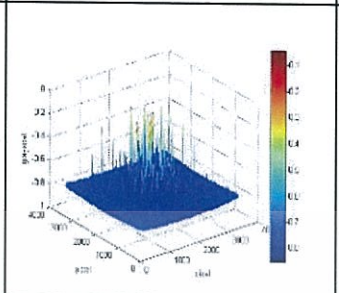
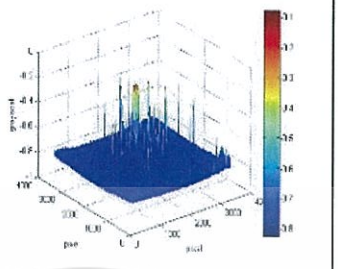
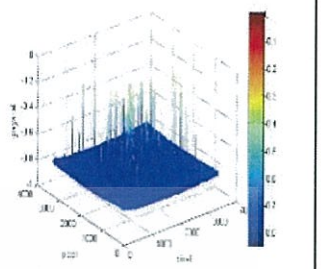
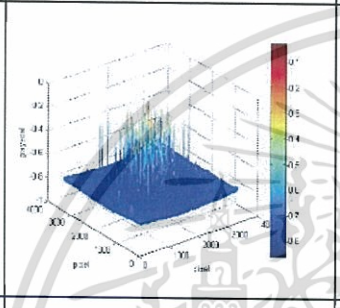
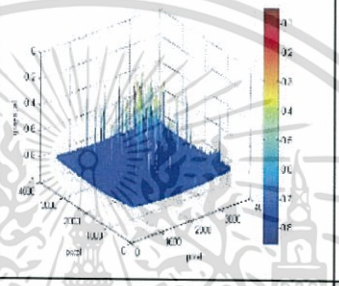
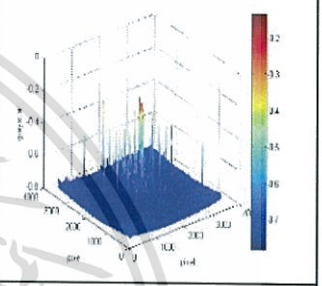
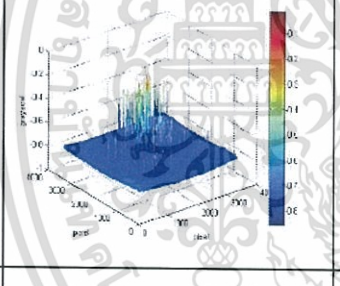
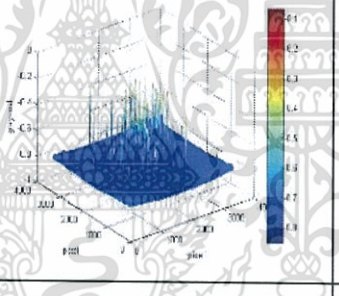
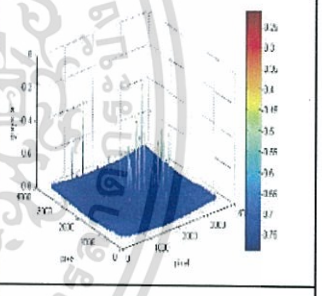
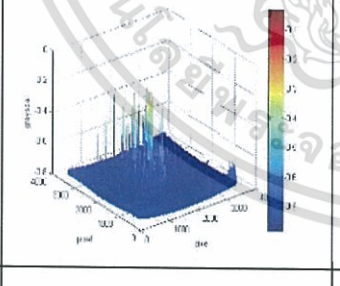
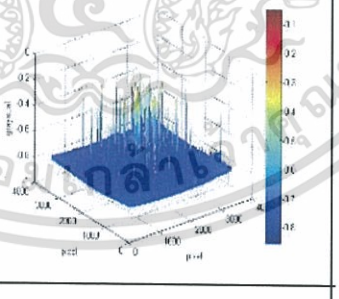
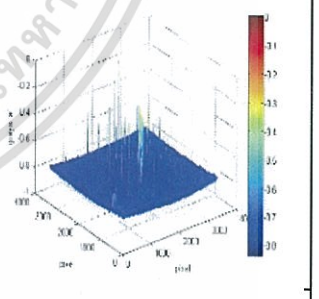
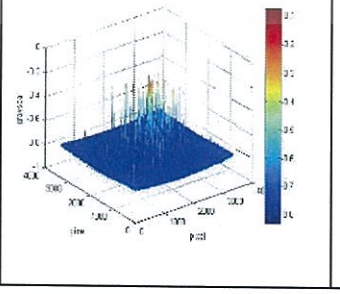
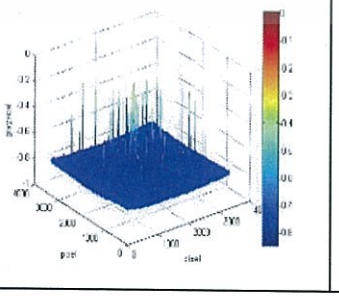
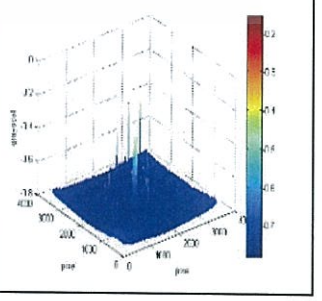
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Cubic view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

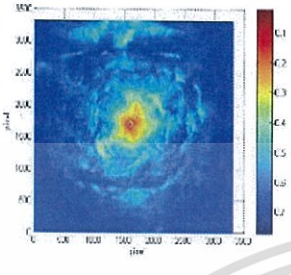
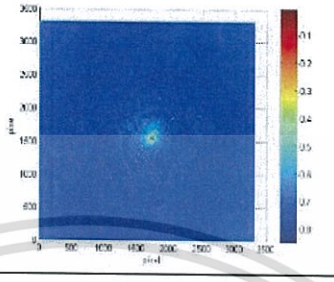
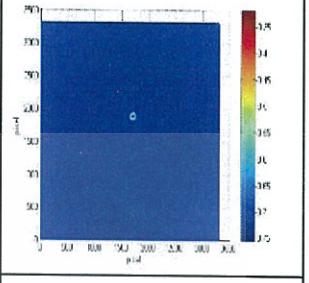
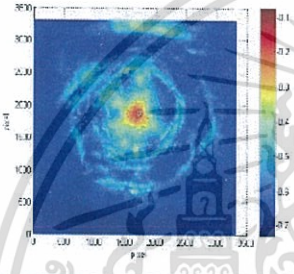
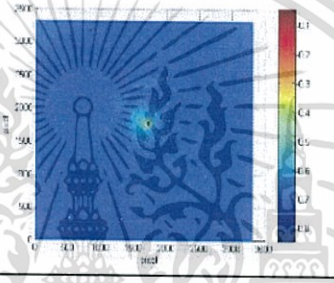
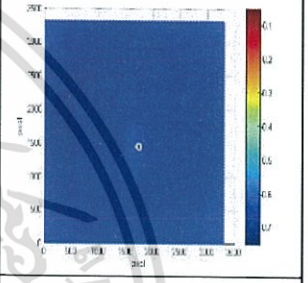
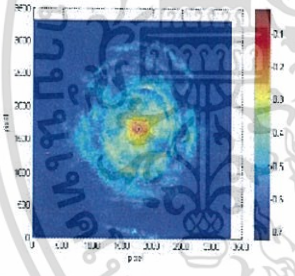
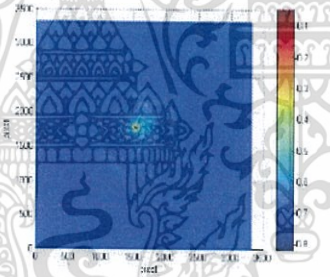
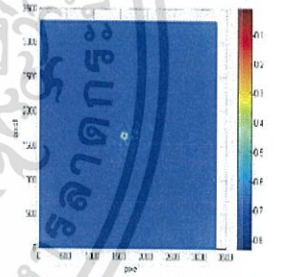
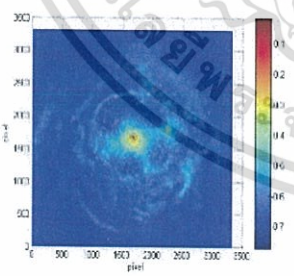
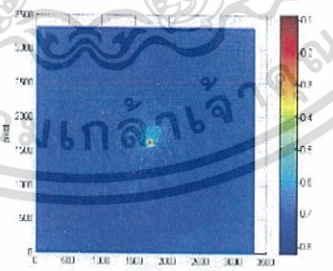
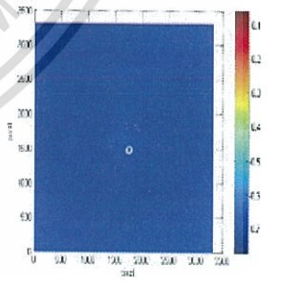
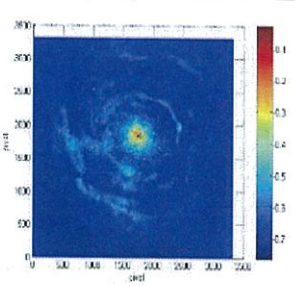
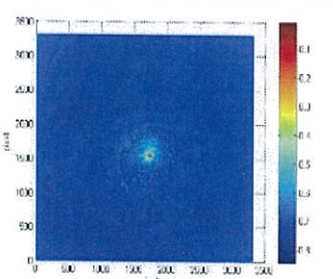
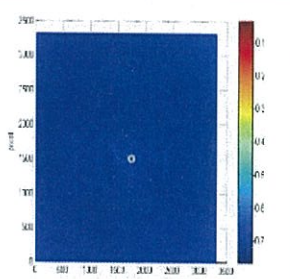
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Cubic view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

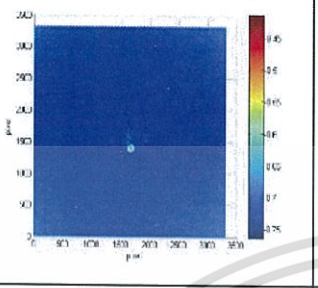
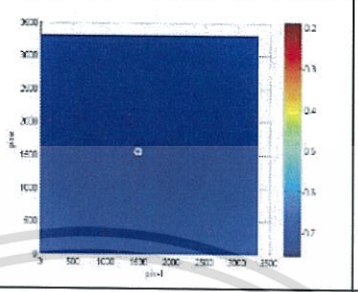
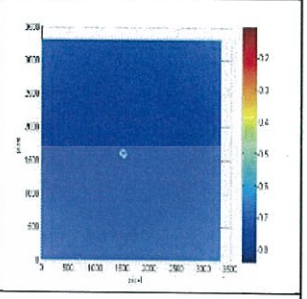
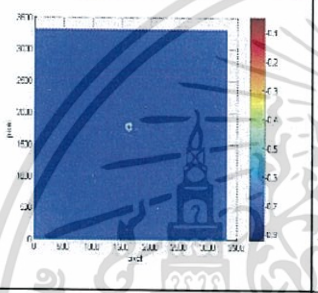
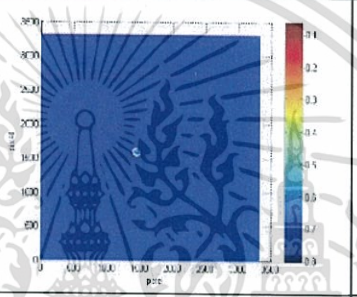
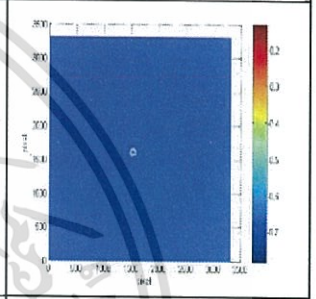
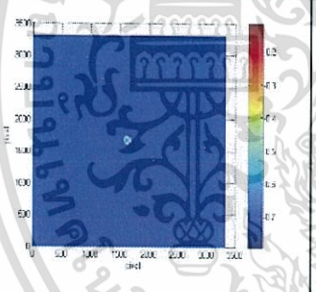
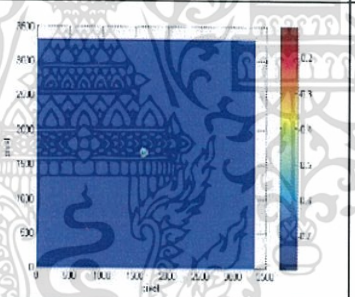
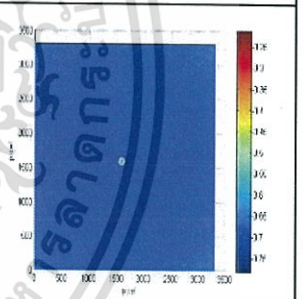
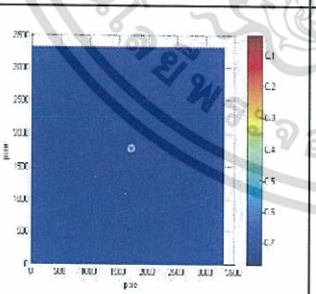
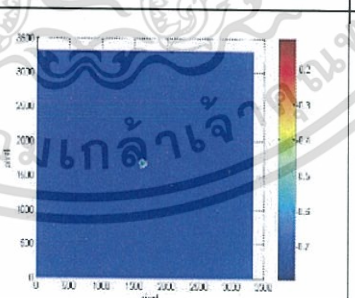
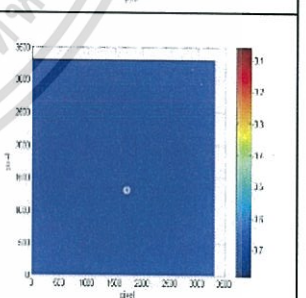
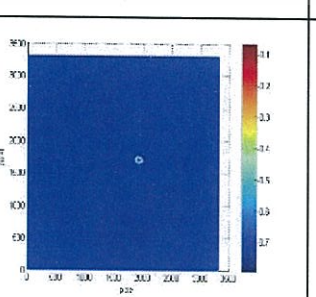
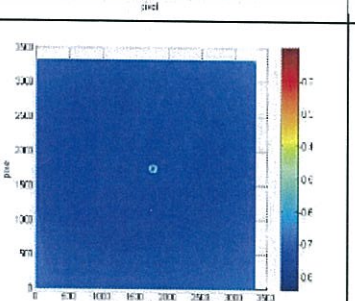
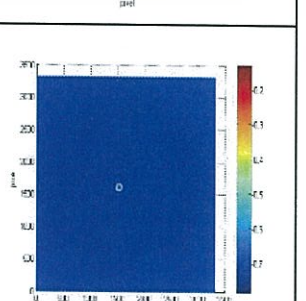
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม.จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Top view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

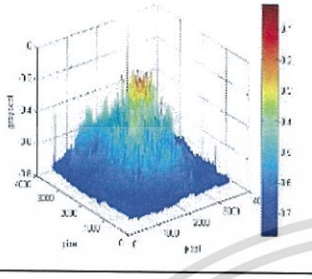
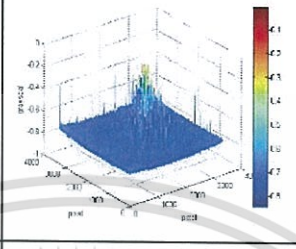
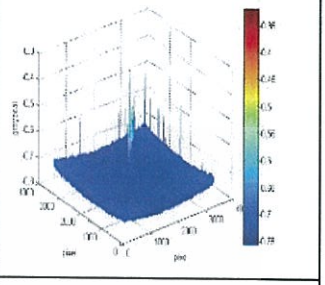
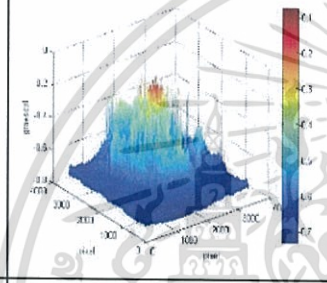
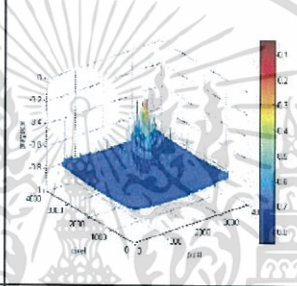
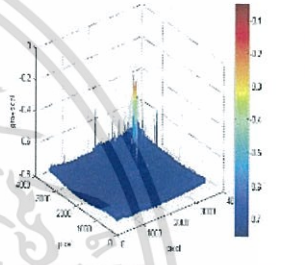
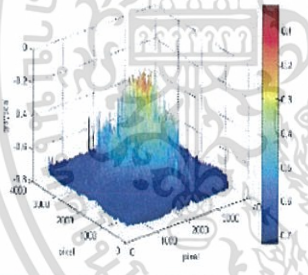
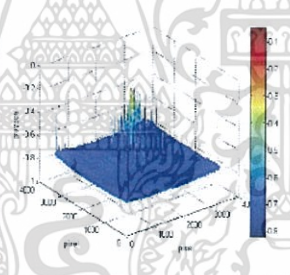
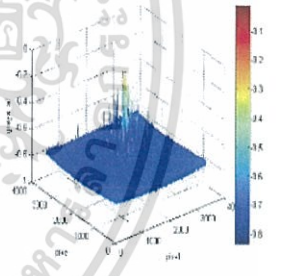
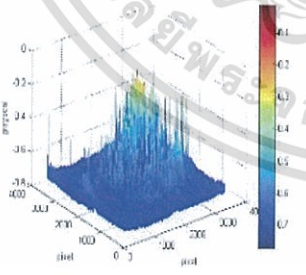
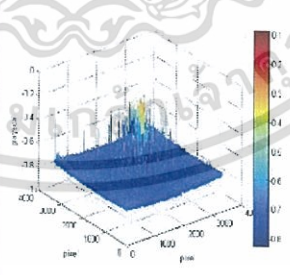
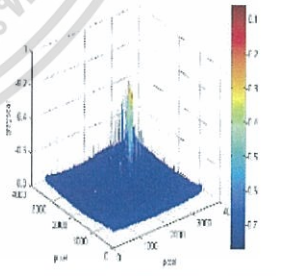
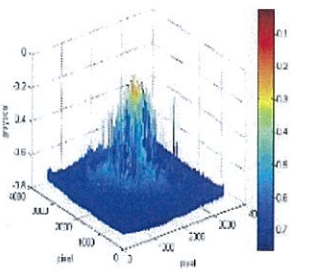
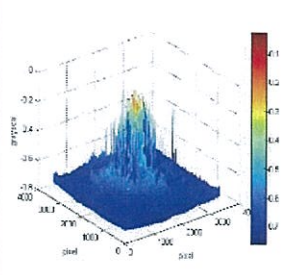
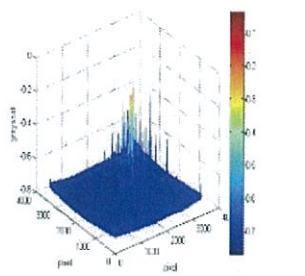
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม.จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Top view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

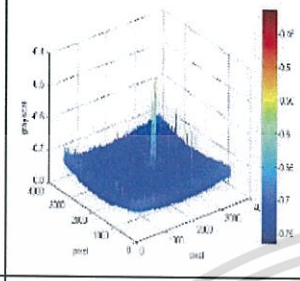
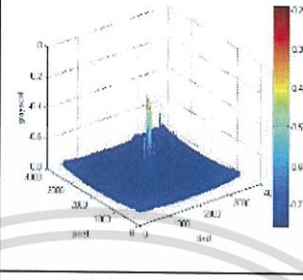
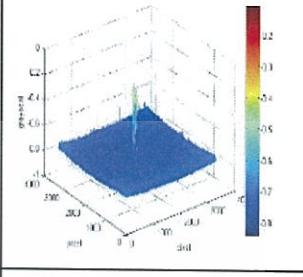
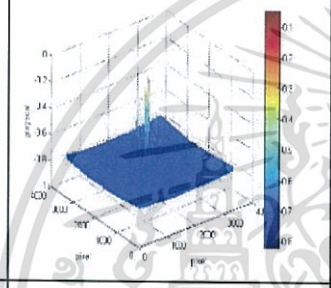
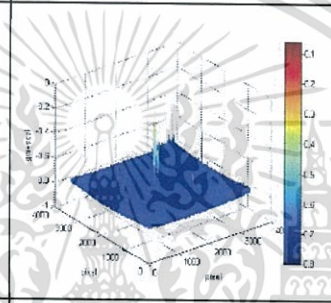
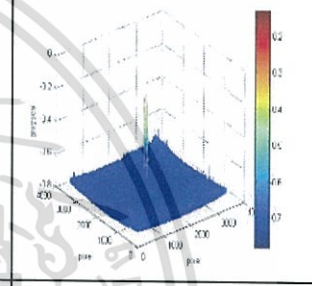
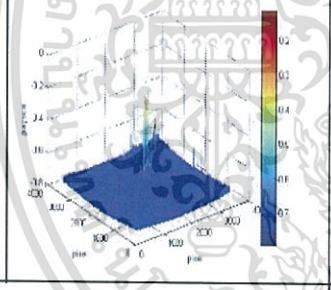
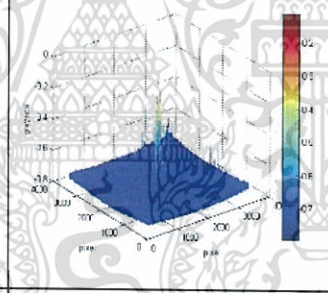
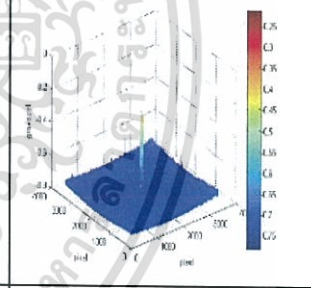
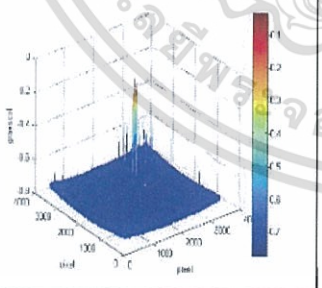
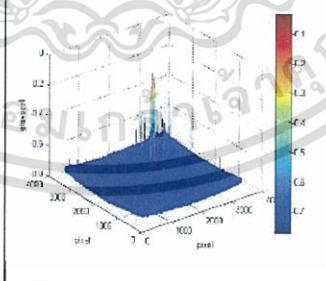
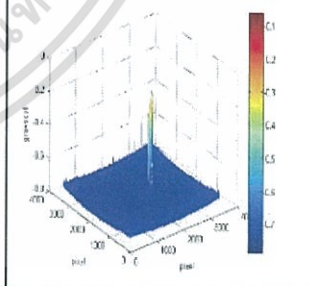
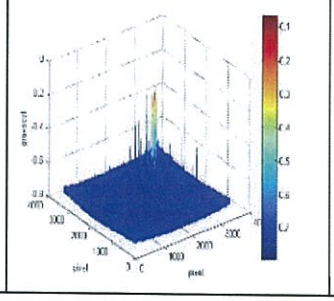
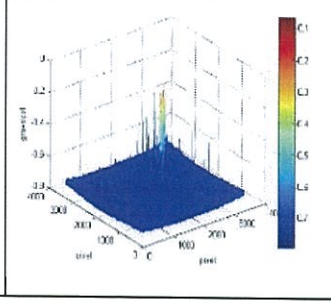
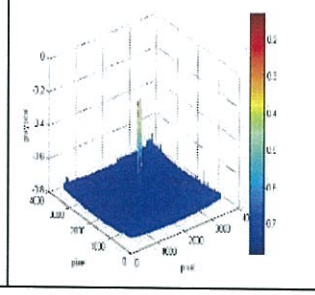
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Cubic view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

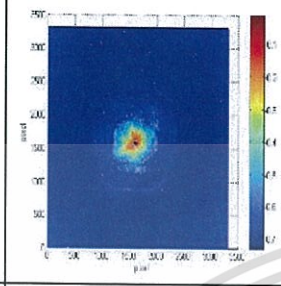
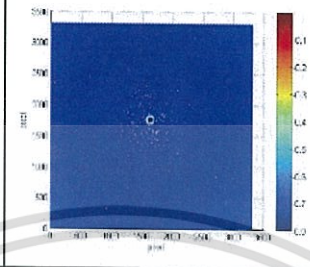
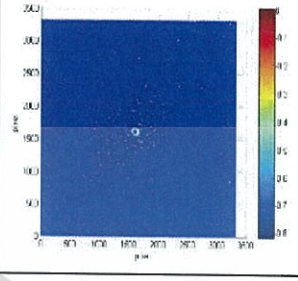
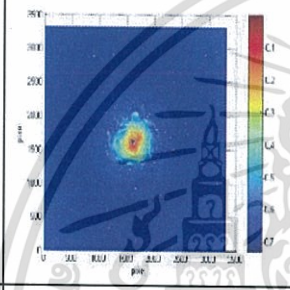
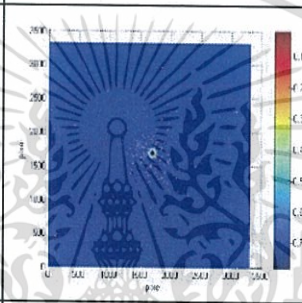
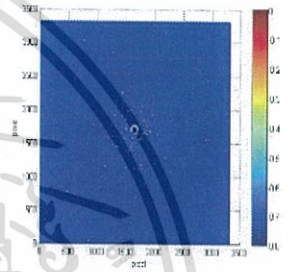
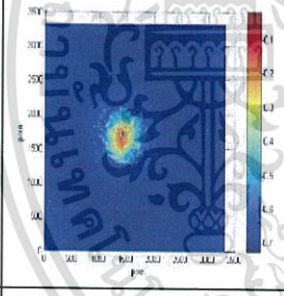
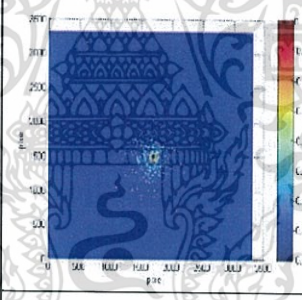
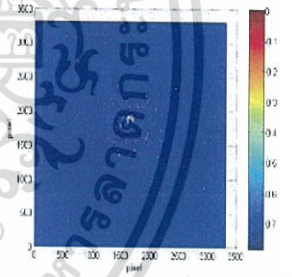
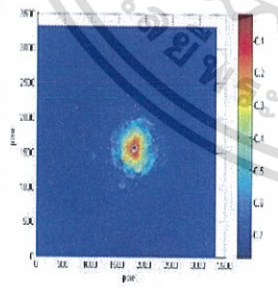
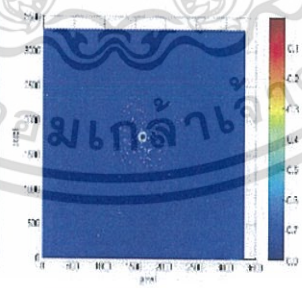
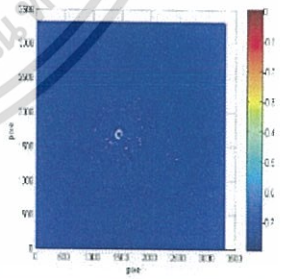
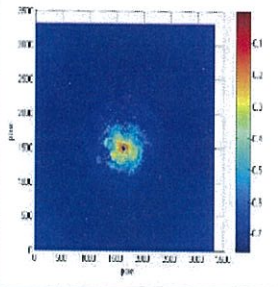
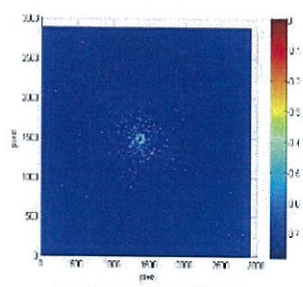
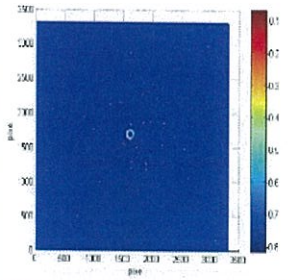
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว(แบบ Cubic view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

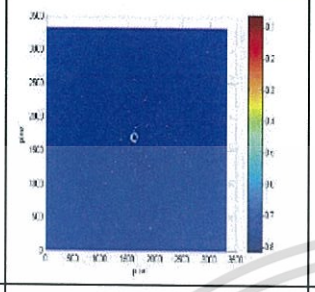
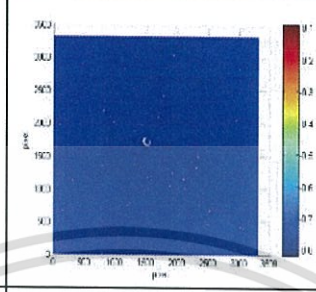
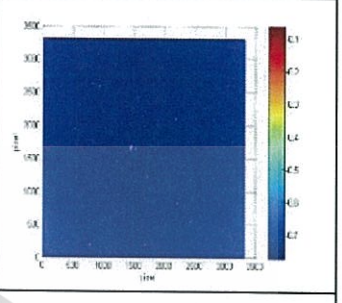
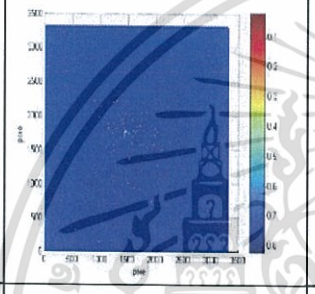
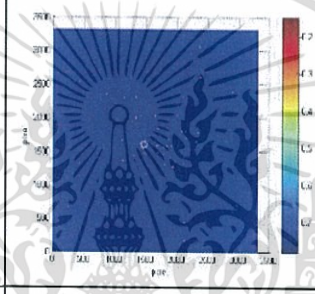
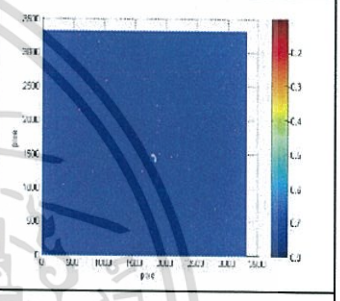
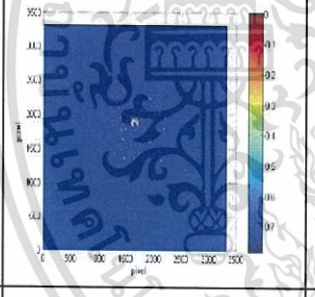
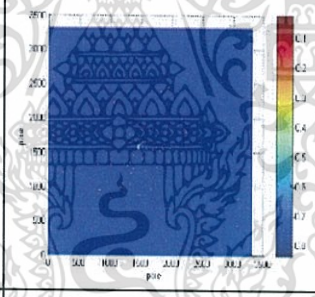
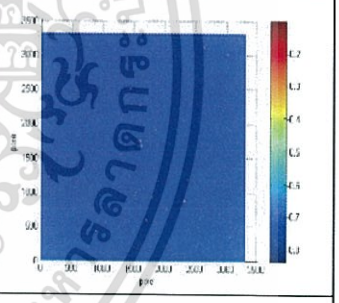
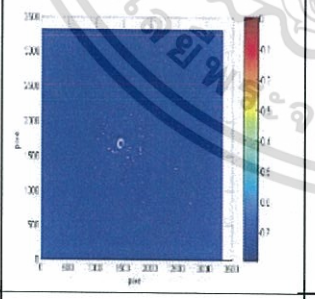
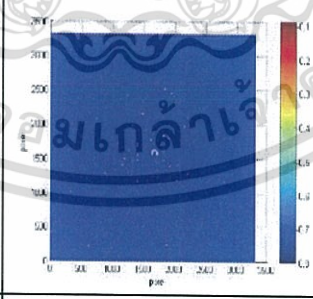
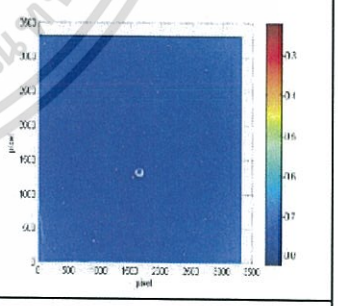
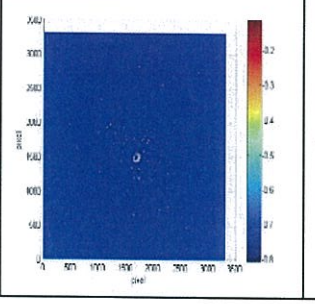
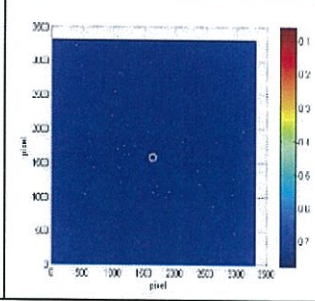
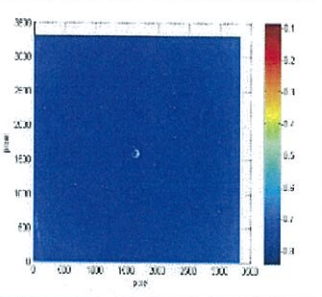
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Top view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

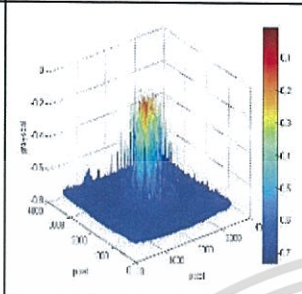
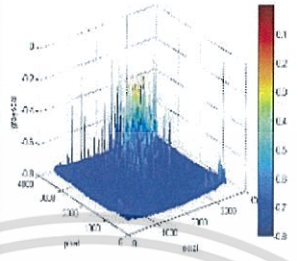
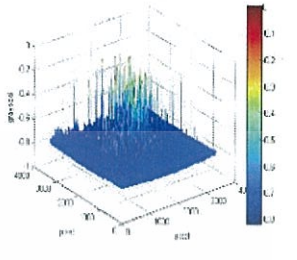
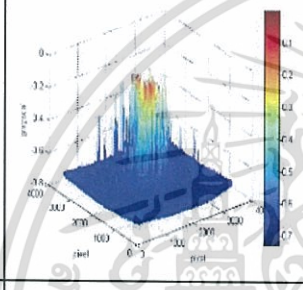
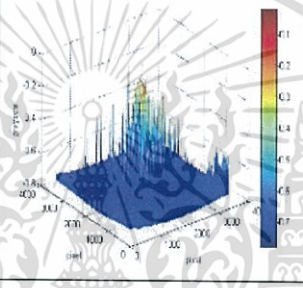
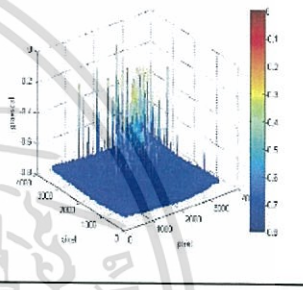
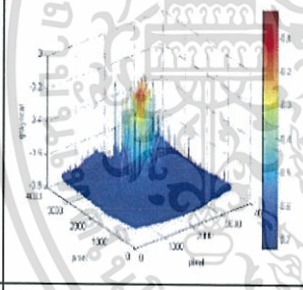
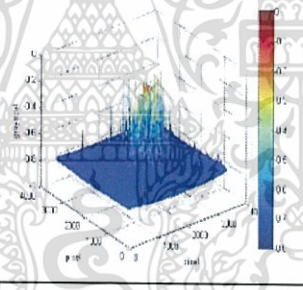
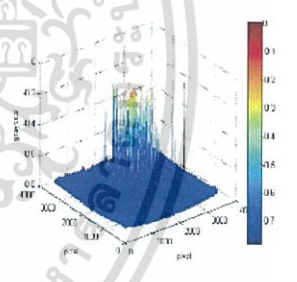
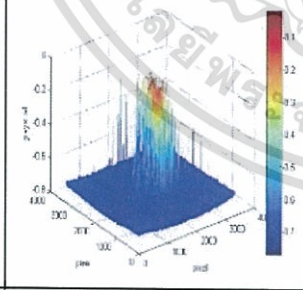
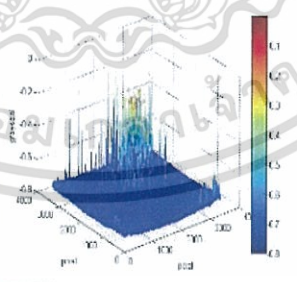
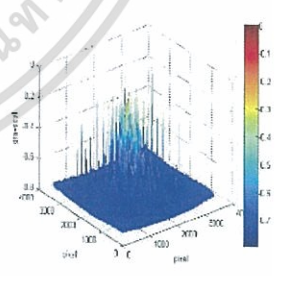
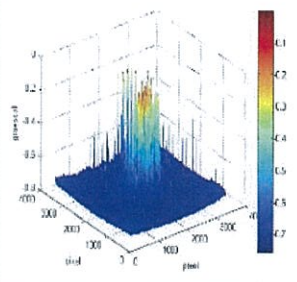
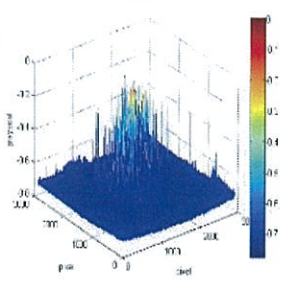
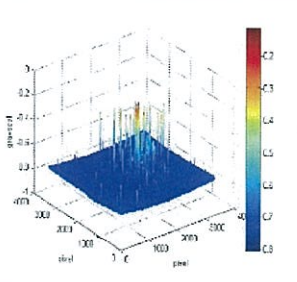
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Top view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

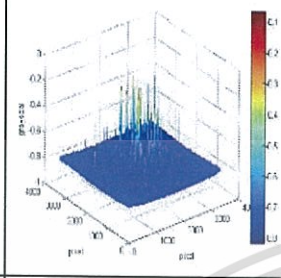
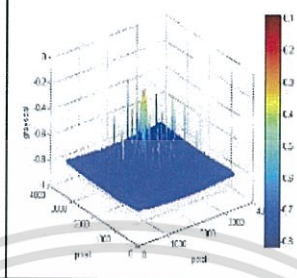
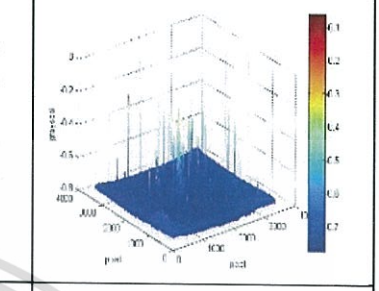
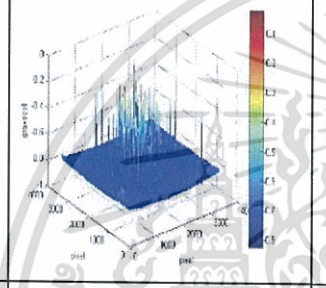
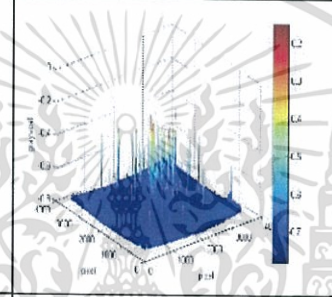
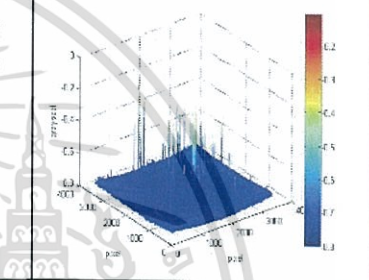
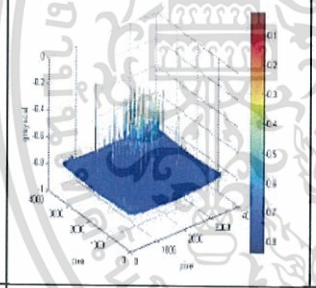
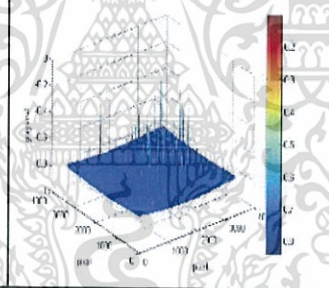
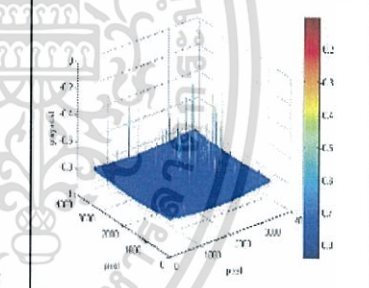
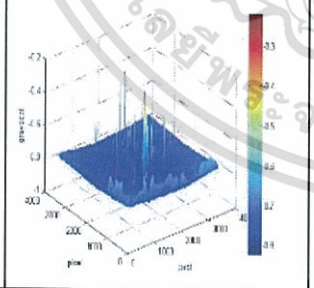
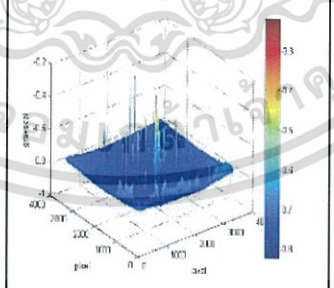
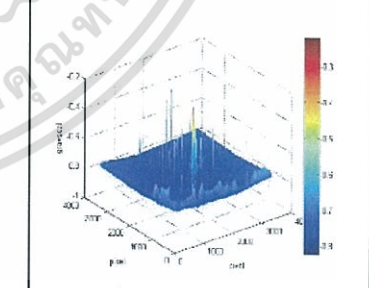
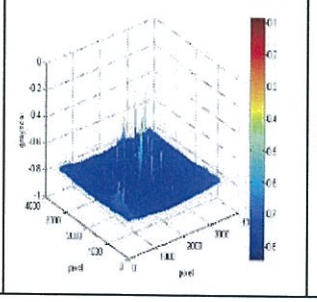
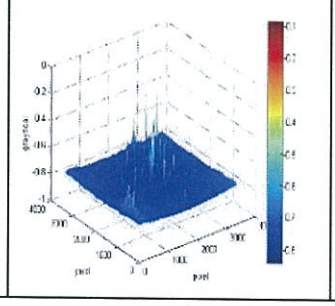
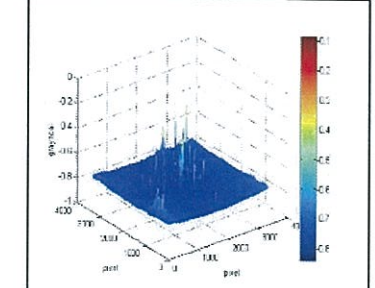
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Cubic view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

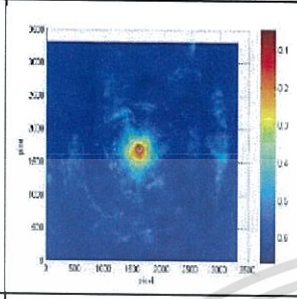
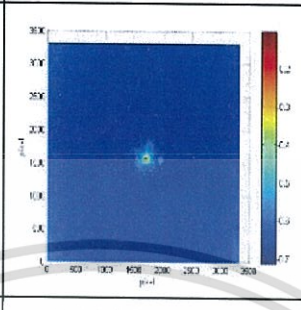
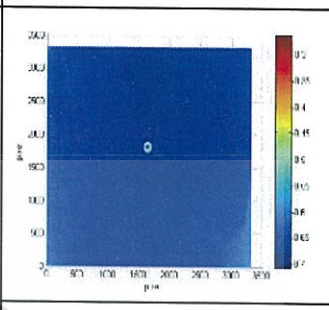
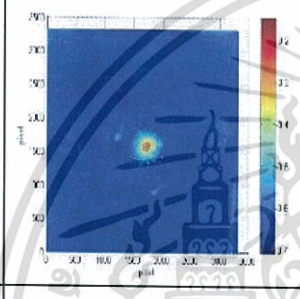
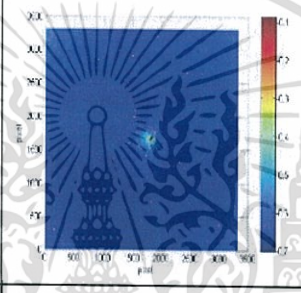
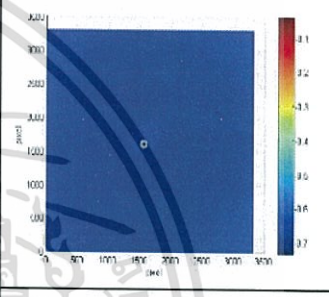
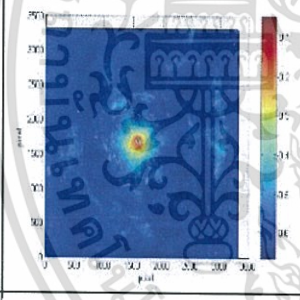
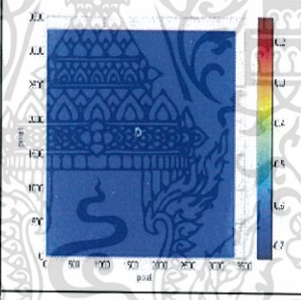
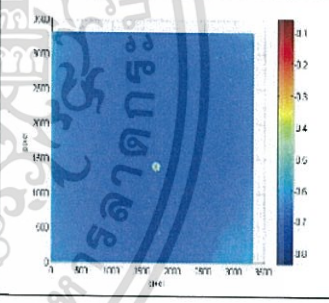
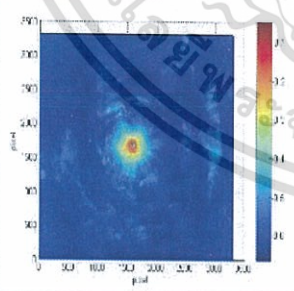
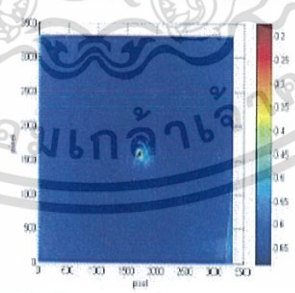
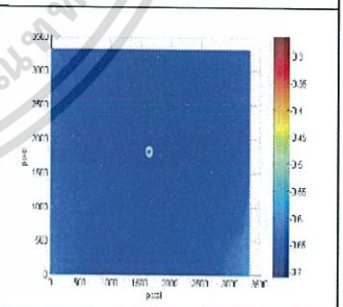
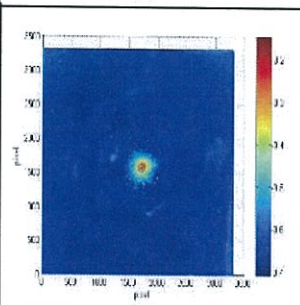
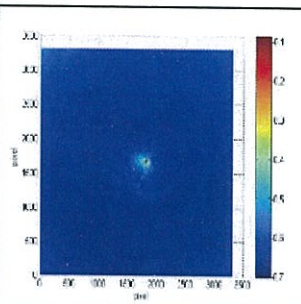
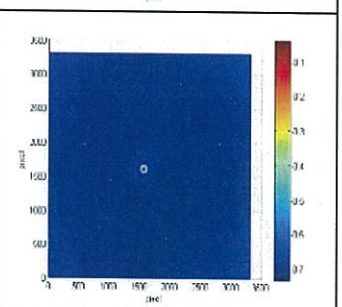
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด .38 จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Cubic view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

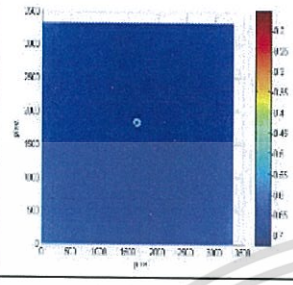
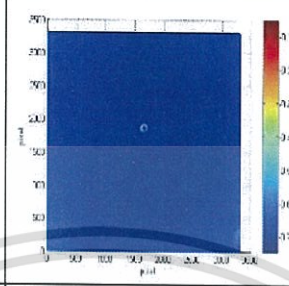
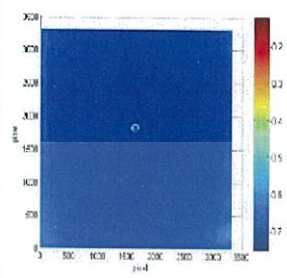
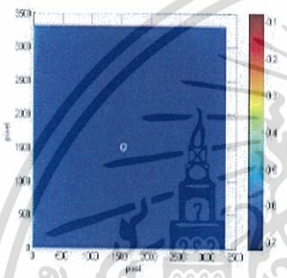
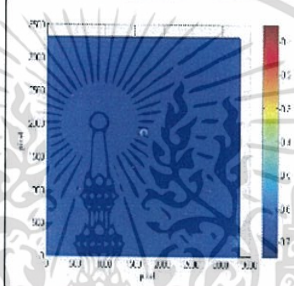
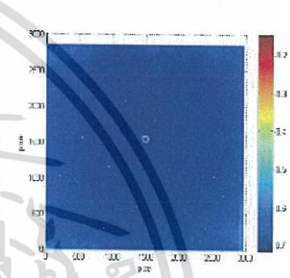
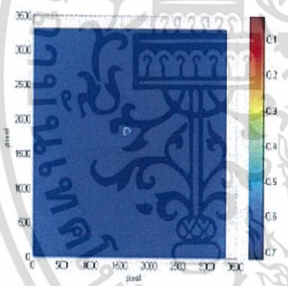
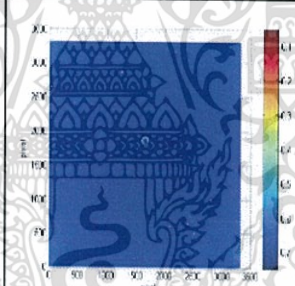
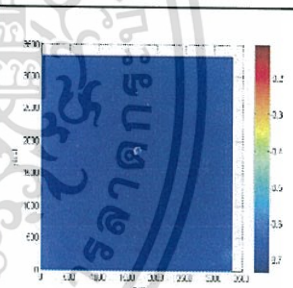
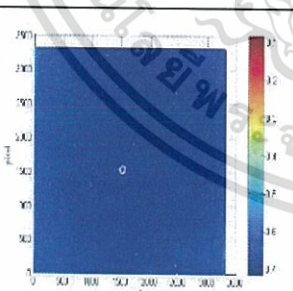
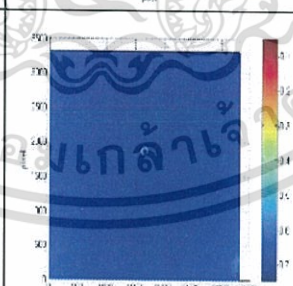
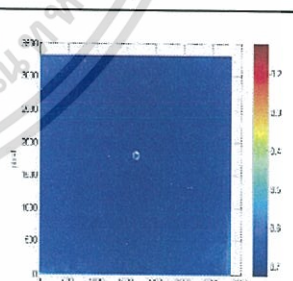
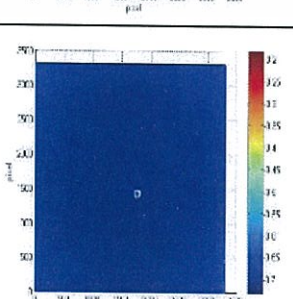
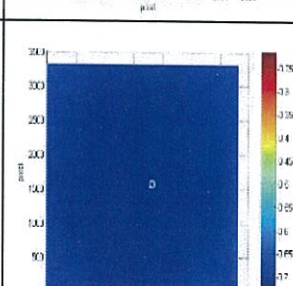
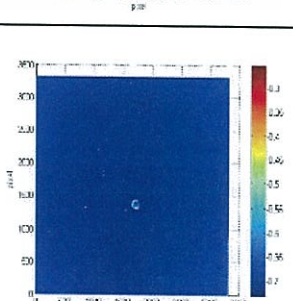
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Top view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

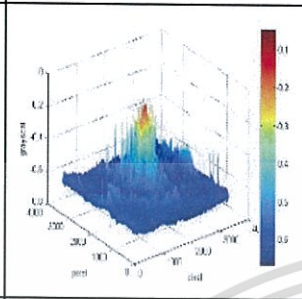
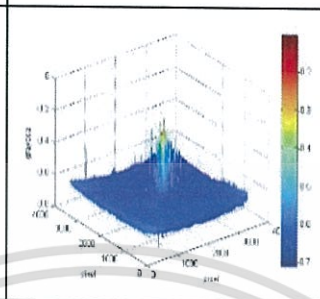
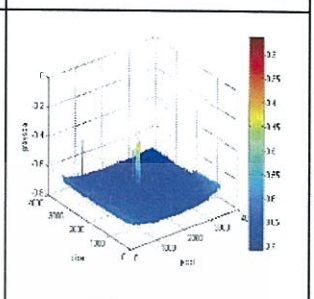
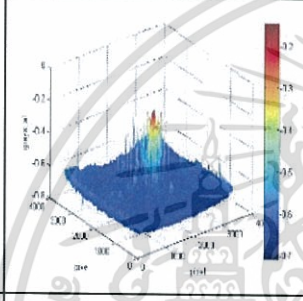
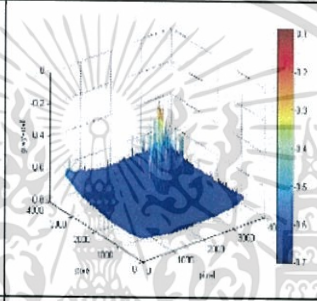
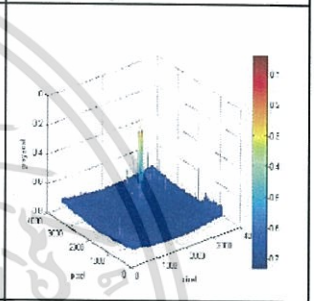
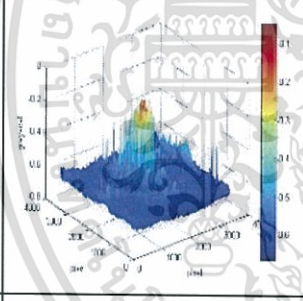
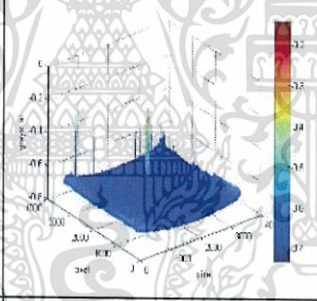
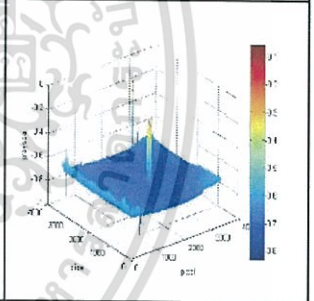
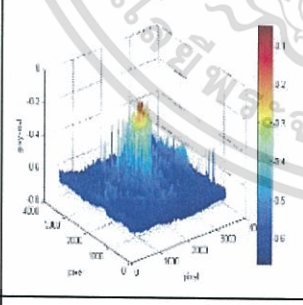
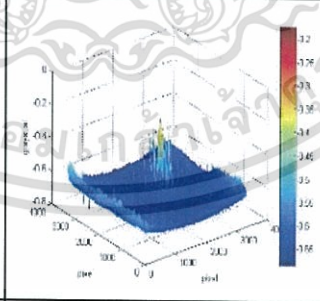
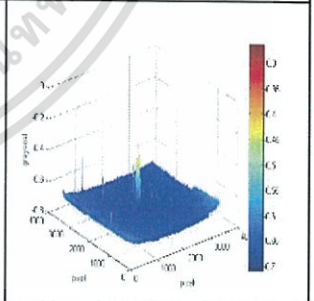
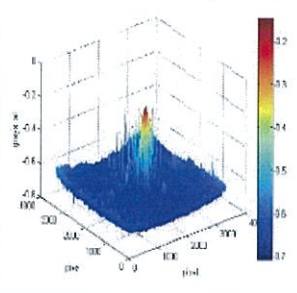
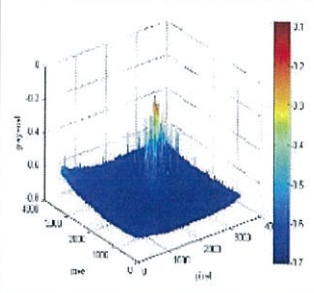
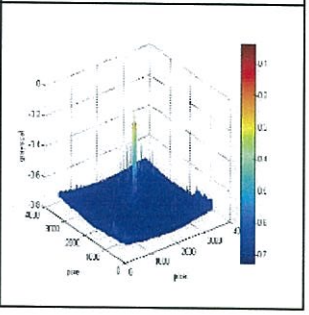
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Top view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

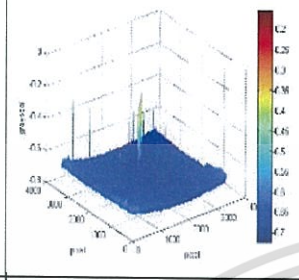
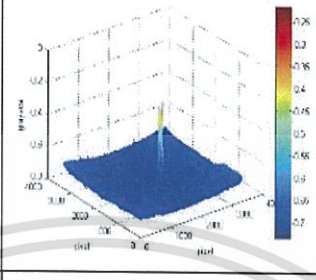
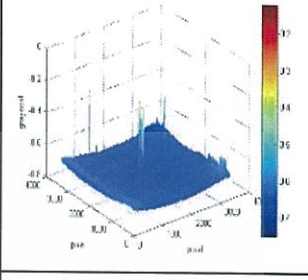
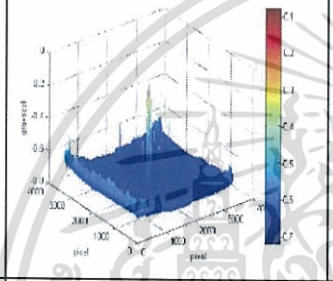
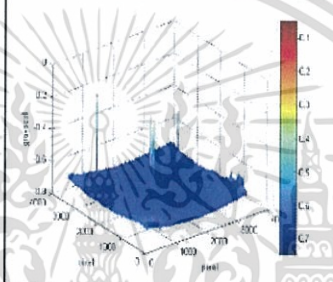
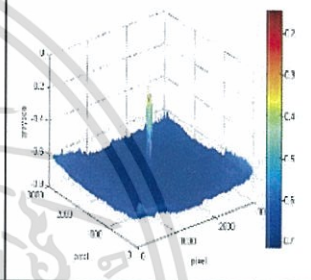
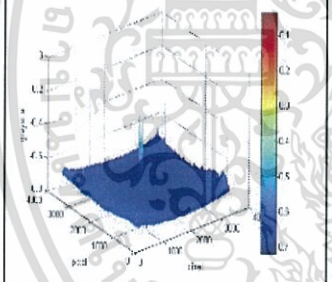
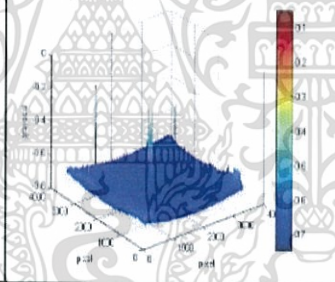
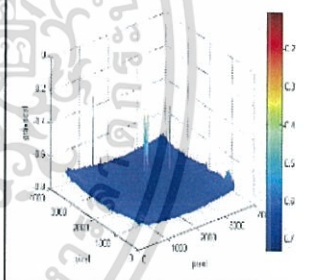
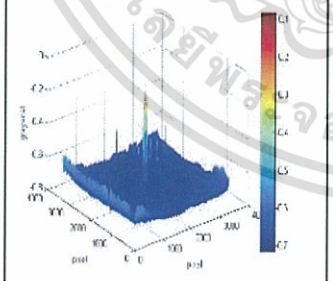
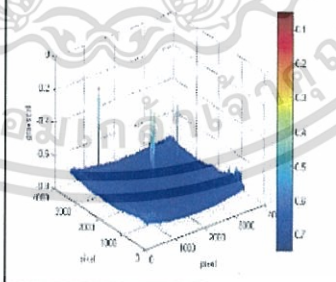
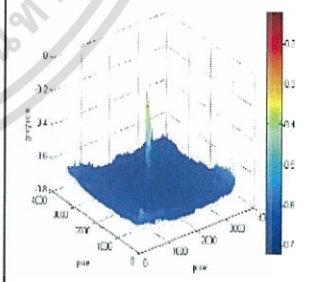
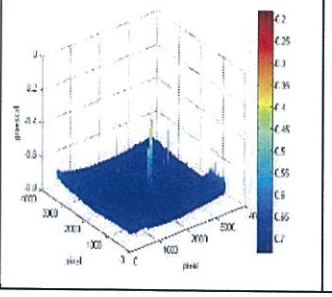
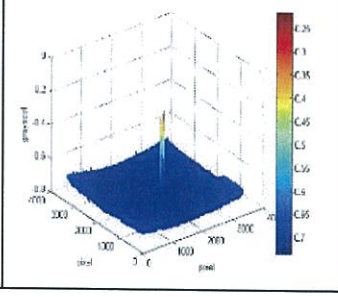
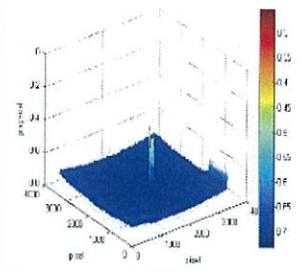
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Cubic view)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

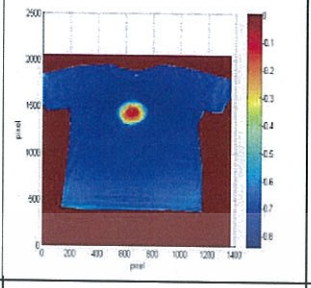
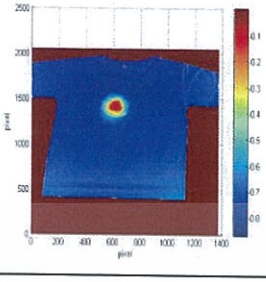
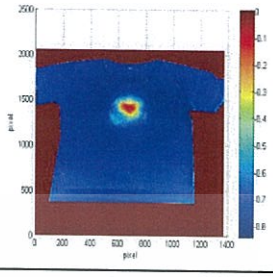
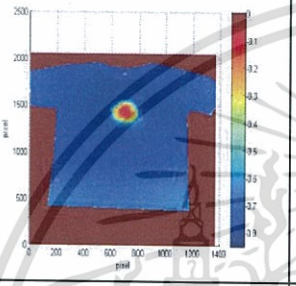
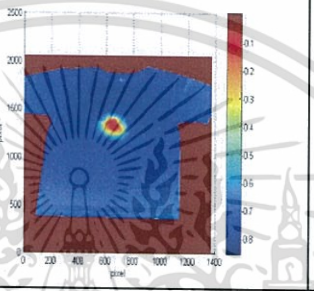
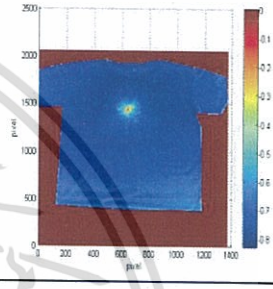
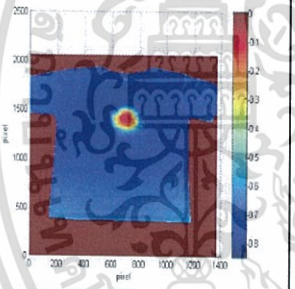
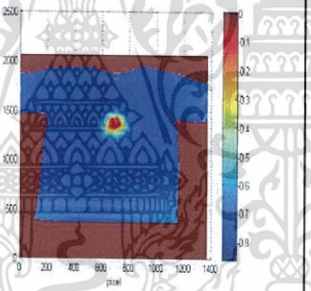
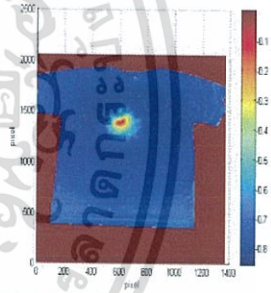
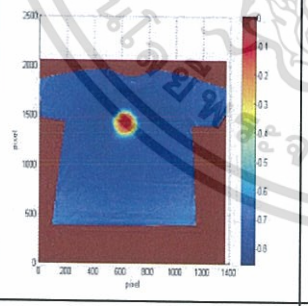
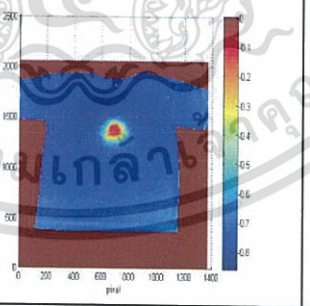
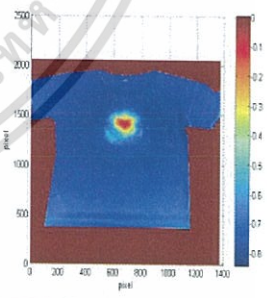
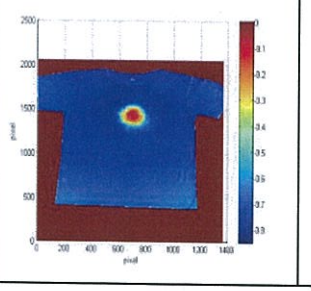
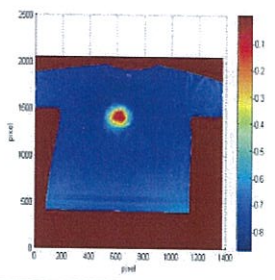
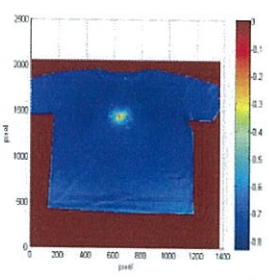
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติโดยการพ่นสารเคมีของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว (แบบ Cubic view) (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

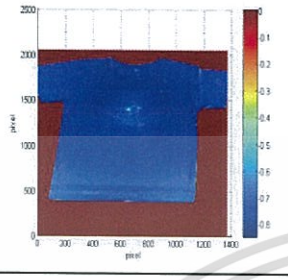
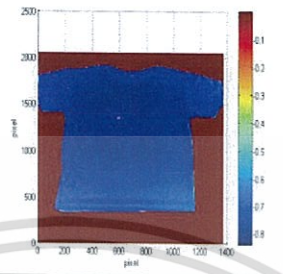
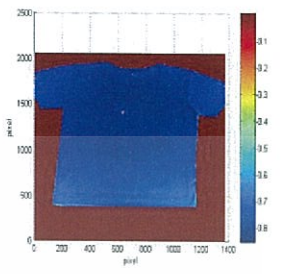
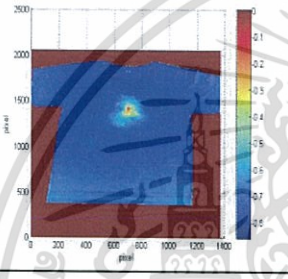
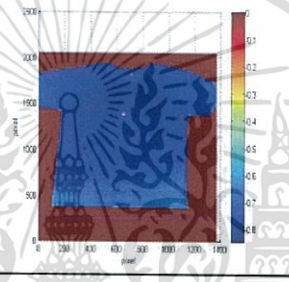
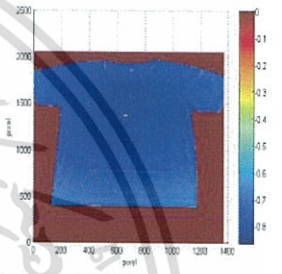
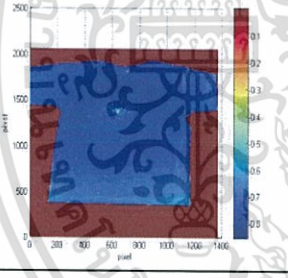
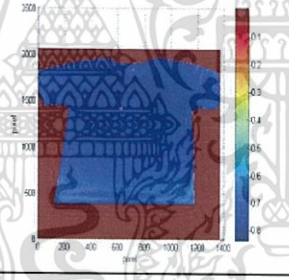
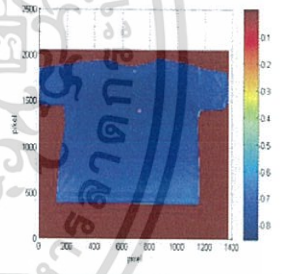
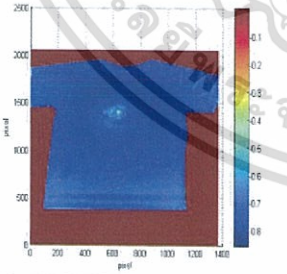
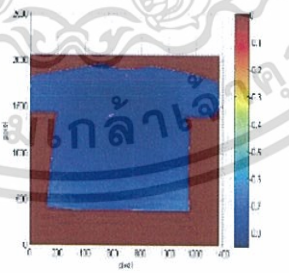
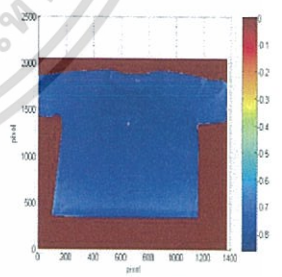
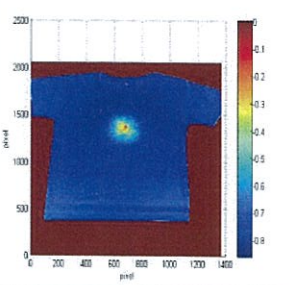
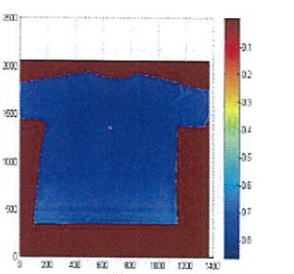
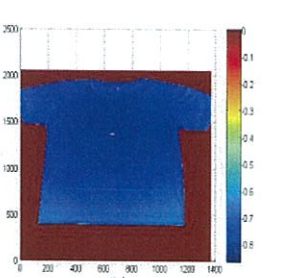
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากเสื้อสีขาว

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

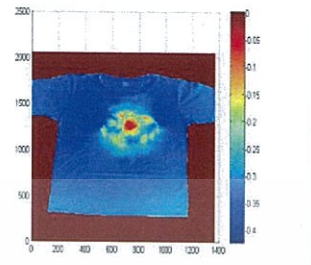
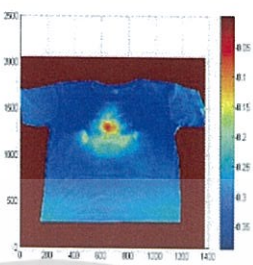
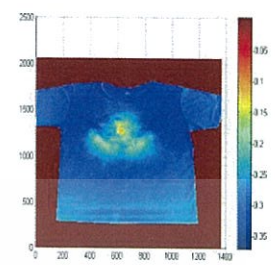
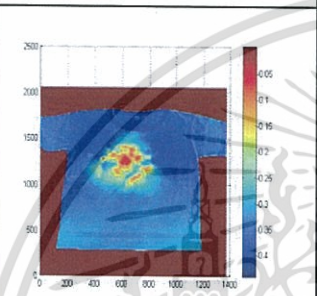
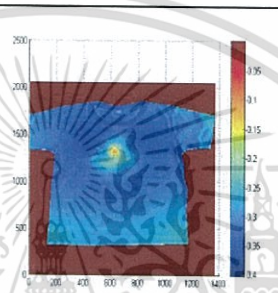
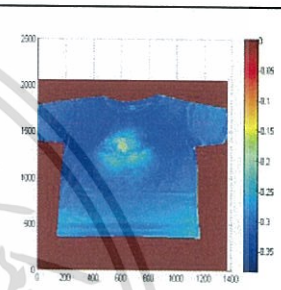
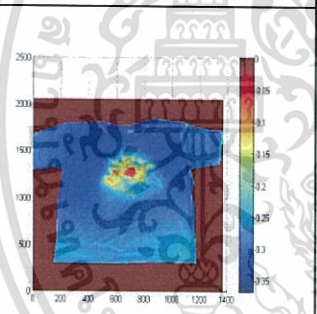
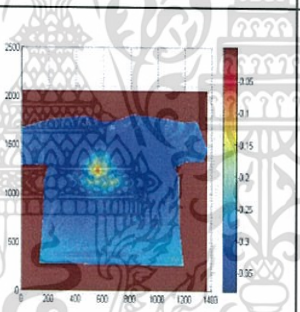
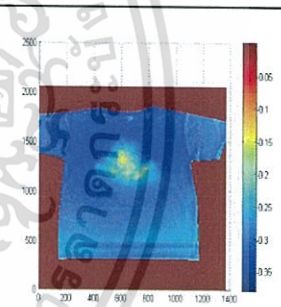
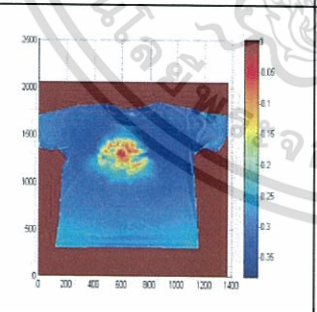
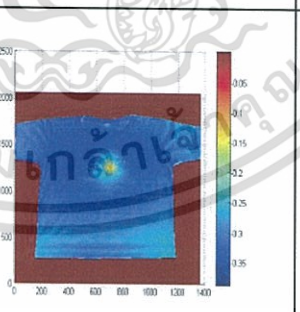
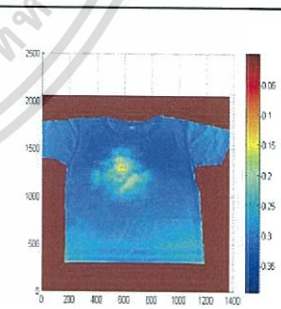
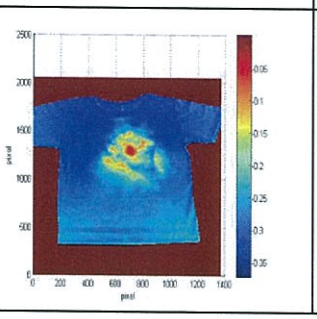
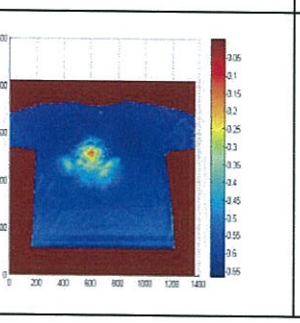
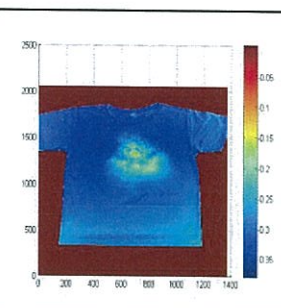
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากเสื้อสีขาว (ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

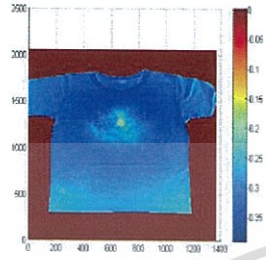
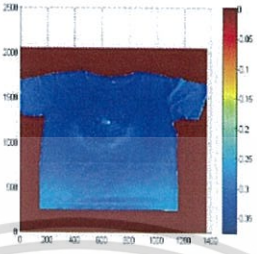
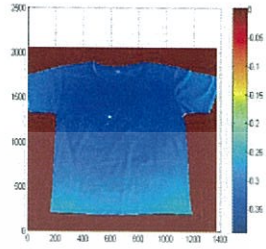
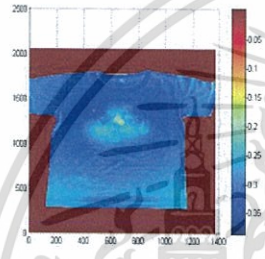
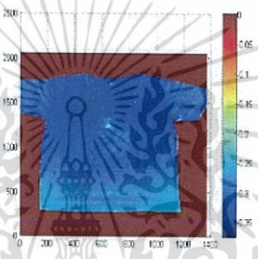
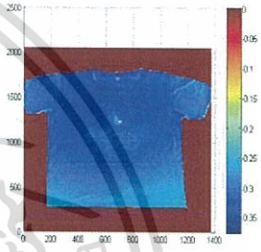
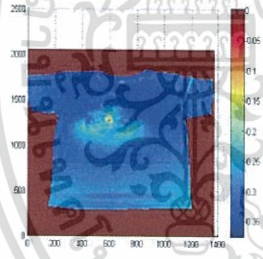
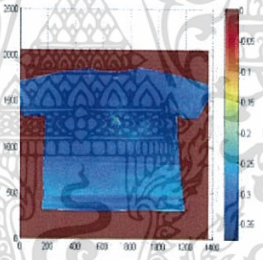
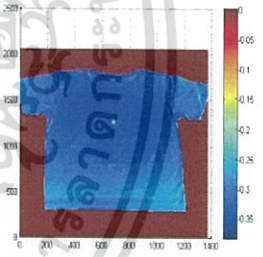
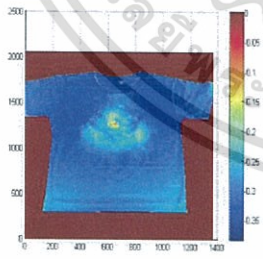
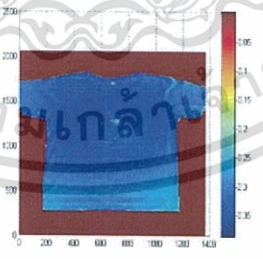
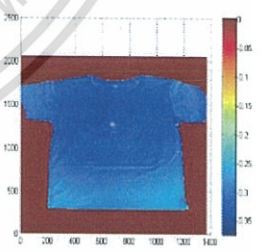
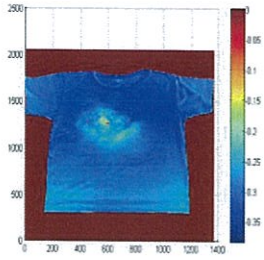
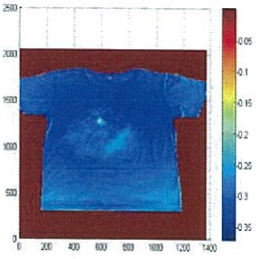
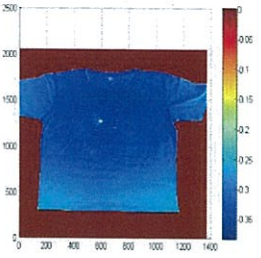
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากเสื้อสีขาว

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

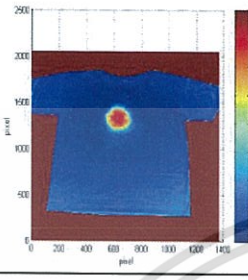
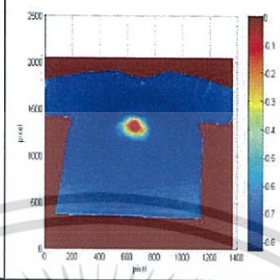
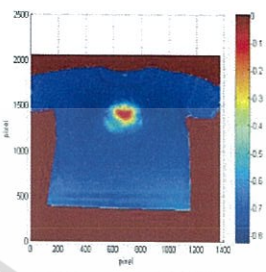
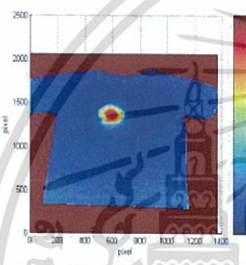
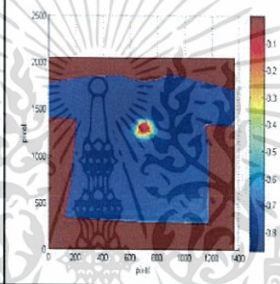
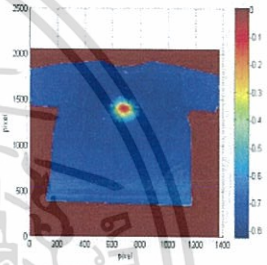
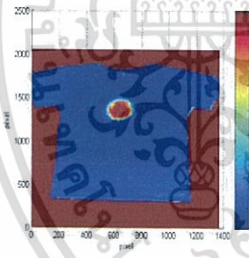
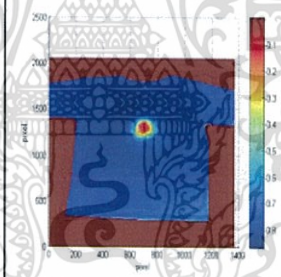
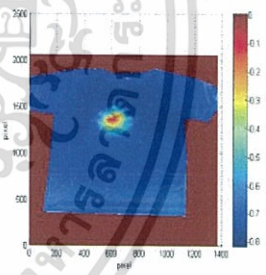
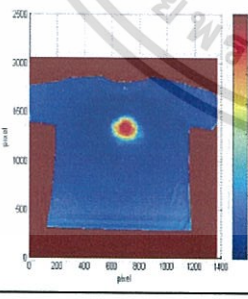
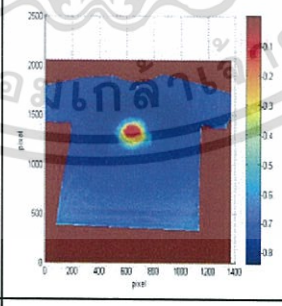
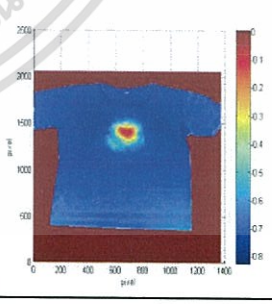
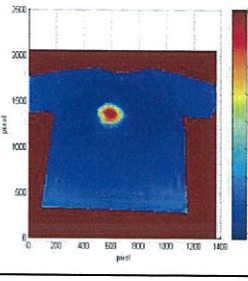
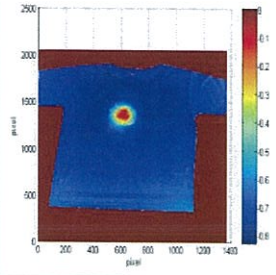
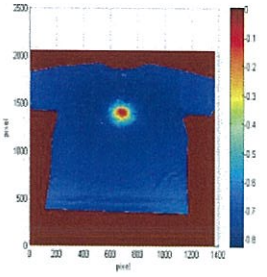
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากเสื้อสีขาว(ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

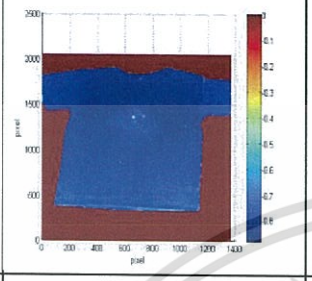
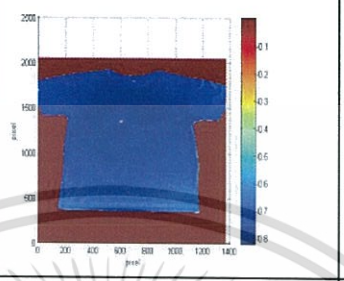
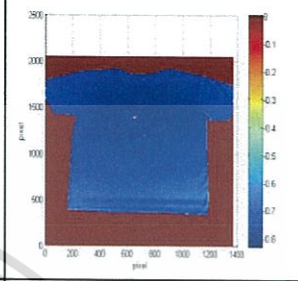
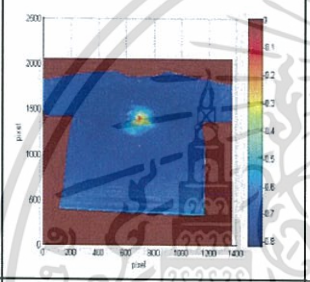
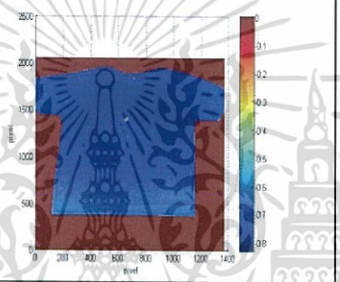
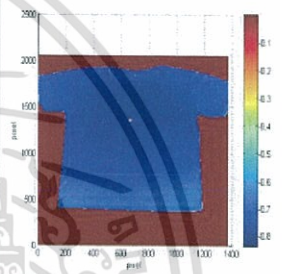
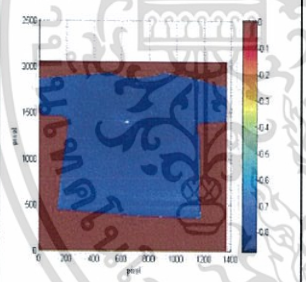
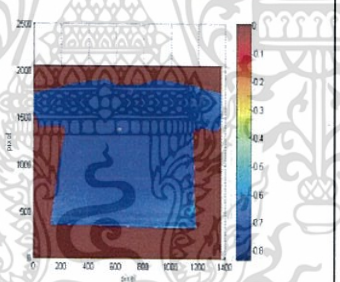
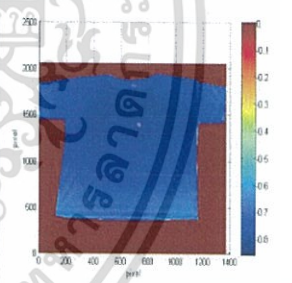
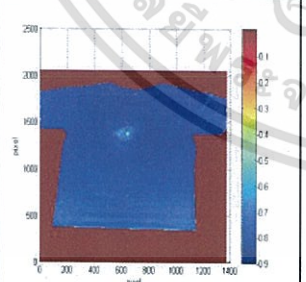
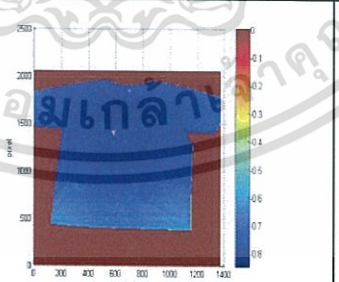
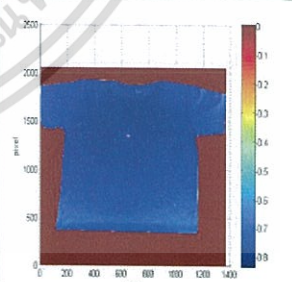
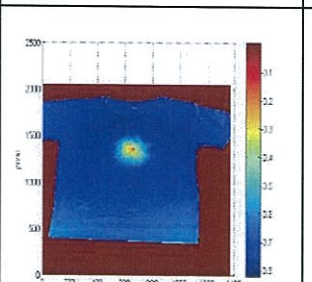
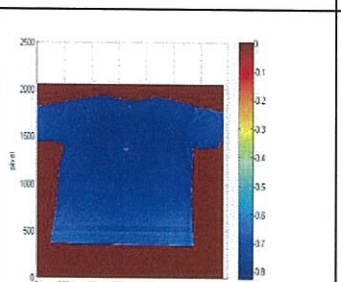
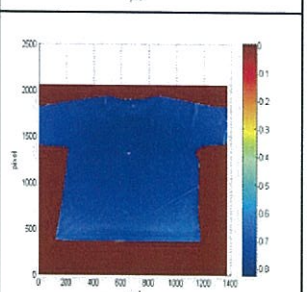
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากเสื้อสีขาวโดยทำการพ่นสารเคมี

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

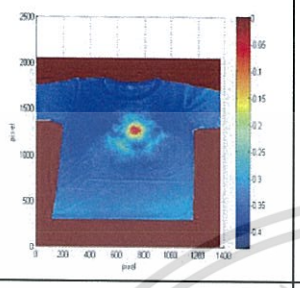
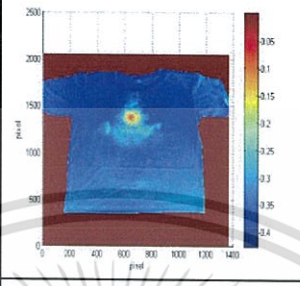
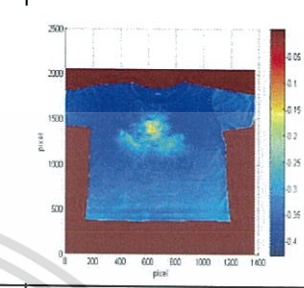
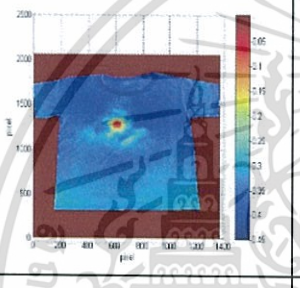
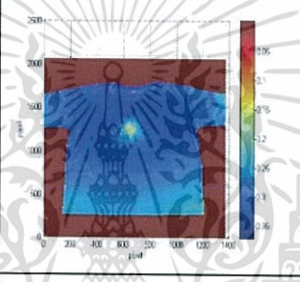
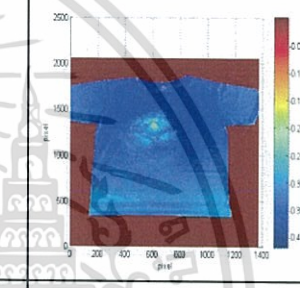
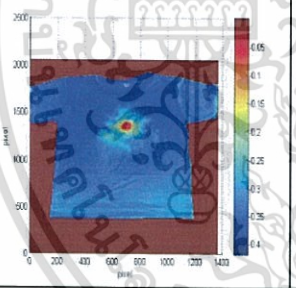
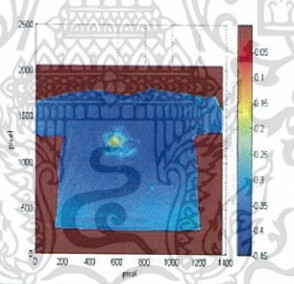
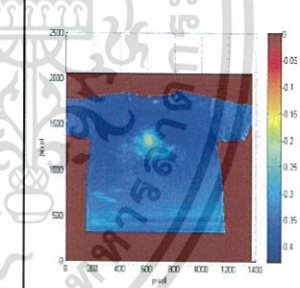
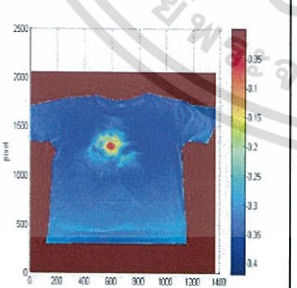
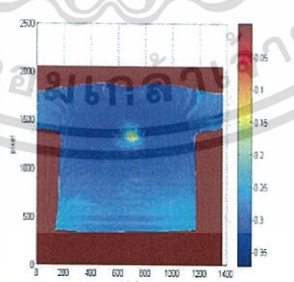
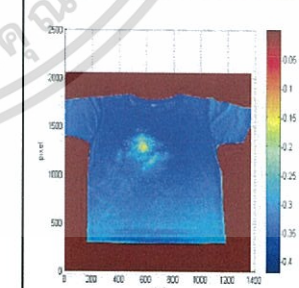
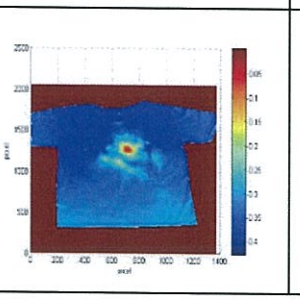
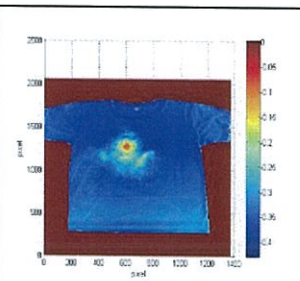
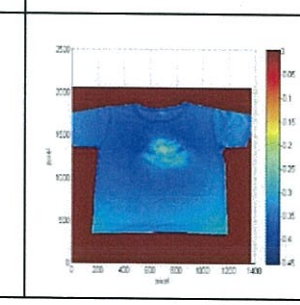
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด .38 จากเสื้อสีขาวโดยทำการพ่นสารเคมี(ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

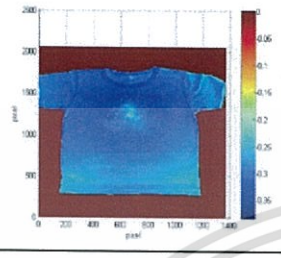
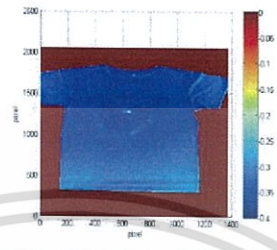
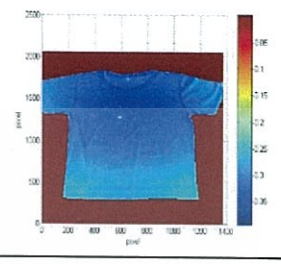
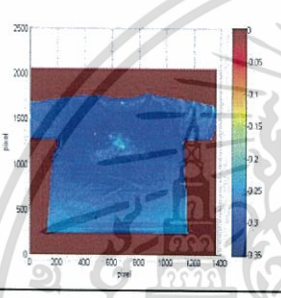
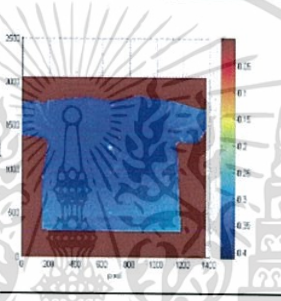
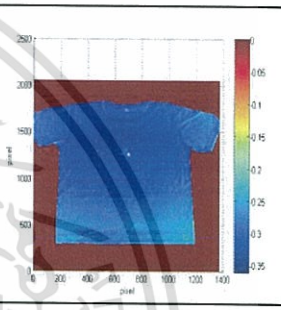
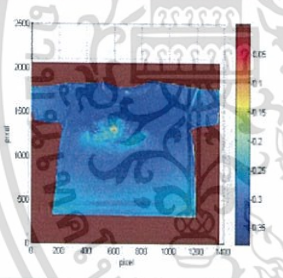
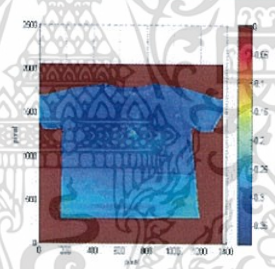
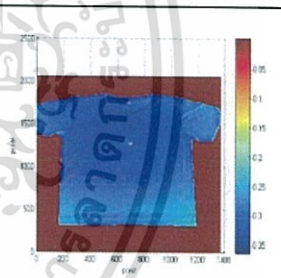
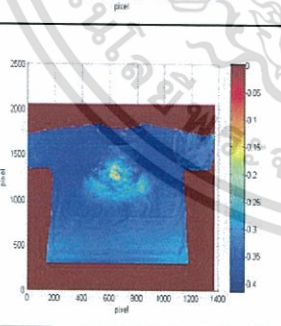
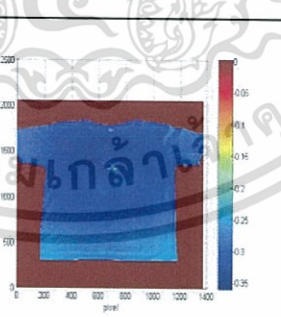
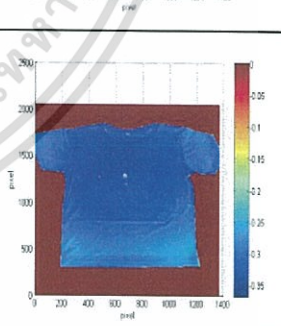
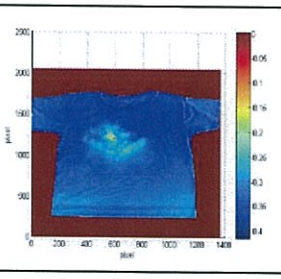
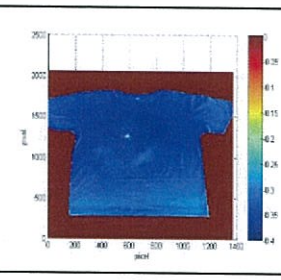
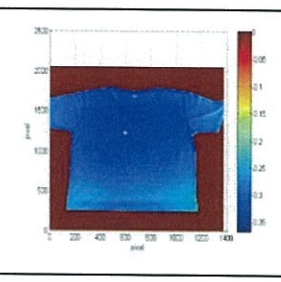
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม. จากเสื้อสีขาวโดยทำการพ่นสารเคมี

ครั้งที่ยิง	ระยะ 4 นิ้ว	ระยะ 8 นิ้ว	ระยะ 12 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 การประมวลผลภาพแบบ 3 มิติ ของกระสุนปืนขนาด 9 มม.จากเสื้อสีขาวโดยทำการพ่นสารเคมี(ต่อ)

ครั้งที่ยิง	ระยะ 16 นิ้ว	ระยะ 24 นิ้ว	ระยะ 30 นิ้ว
1			
2			
3			
4			
5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตารางสรุปผลพื้นที่ใต้กราฟ

ตารางที่ 4.31 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	285671.938	238389.386	245670.391	235921.88	236262.23	248383.165
	Green	285953.835	236144.225	243140.255	233951.856	234172.674	246672.569
	Blue	286517.716	232448.52	239646.84	230074.687	230428.889	243823.3304
	Gray	285953.862	236283.236	243489.995	234042.764	234327.406	246819.4526
8 นิ้ว	Red	213898.534	219427.383	224763.8	226200.838	221198.826	221097.8762
	Green	211335.289	216758.539	221819.951	223725.93	218400.191	218407.98
	Blue	206669.744	212765.669	218756.691	219706.195	214988.621	214577.384
	Gray	211513.471	217020.409	222375.161	223958.562	218847.218	218742.9642
12 นิ้ว	Red	209253.165	216866.817	217975.788	217927.578	217336.708	215872.001
	Green	207371.163	215304.014	216927.787	216163.866	216273.534	214408.072
	Blue	205542.557	213925.323	217821.378	214679.559	216358.736	213665.510
	Gray	207784.992	215625.464	217315.808	216582.3	216618.27	214785.366

ตารางที่ 4.31 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	207110.258	211046.2	213031.572	214755.253	212209	211630.456
	Green	205928.715	210298.721	211937.795	214002.819	211341.658	210701.941
	Blue	206572.366	210743.157	212166.733	214377.224	211485.986	211069.093
	Gray	206399.027	210597.322	212314.207	214278.1	211622.009	211038.533
24 นิ้ว	Red	205765.078	211721.948	209785.053	211149.52	212829.806	210250.281
	Green	204778.959	210816.82	208857.577	210255.595	211739.231	209289.636
	Blue	205130.373	211150.389	209609.637	211130.292	211690.487	209742.235
	Gray	205164.269	211184.226	209200.95	210872.794	212095.777	209703.603
30 นิ้ว	Red	205989.563	212008.015	213690.348	212840.98	204636.006	209832.994
	Green	204908.32	208963.21	210944.145	210068.253	210586.356	209096.056
	Blue	205933.094	208213.582	210194.544	208558.864	210867.028	208753.422
	Gray	205383.193	210338.099	205108.842	207309.141	211937.273	208029.709

ตารางที่ 4.32 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	318451.853	319866.332	327103.35	287035.812	278282.558	306147.981
	Green	317788.979	321184.266	328714.36	287998.965	279042.308	306945.776
	Blue	318357.548	322994.774	330292.82	289064.94	280427.868	308227.591
	Gray	318072.104	320989.664	328419.99	287818.056	278989.586	306857.88
8 นิ้ว	Red	247297.41	250812.027	248503.59	247693.336	244819.292	247825.131
	Green	246228.361	250825.888	248267.53	247776.753	244802.32	247580.17
	Blue	245766.762	252012.818	248915.04	248273.852	245757.951	248145.285
	Gray	246516.498	250926.905	248399.07	247794.315	244887.447	247704.847
12 นิ้ว	Red	235699.035	241425.951	242053.9	241772.001	238976.152	239985.408
	Green	234435.802	241150.525	241914.77	241491.936	238610.001	239520.608
	Blue	233975.195	241425.942	241389.41	242842.556	238984.636	239723.547
	Gray	234882.956	241258.983	241904.83	241700.67	238746.023	239698.693

ตารางที่ 4.32 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	234363.712	239604.788	235802.22	237878.485	236907.01	236911.243
	Green	233428.843	239524.156	235577.12	237858.429	236165	236510.709
	Blue	232859.422	239619.159	236106.04	237800.84	236297.156	236536.523
	Gray	233721.12	239537.584	235687.42	237841.814	236445.411	236646.669
24 นิ้ว	Red	230366.567	233532.679	235048.03	235113.528	236795.913	234171.344
	Green	229592.013	232970.521	234713.54	234733.816	235643.505	233530.678
	Blue	229600.774	233309.99	234801.64	234247.894	235600.94	233512.248
	Gray	229916.651	233222.585	234848.8	234837.19	236108.445	233786.734
30 นิ้ว	Red	233771.609	234837.418	233212.69	231819.103	234336.16	233595.397
	Green	233232.674	234216.931	232585.69	231286.643	233750.225	233014.433
	Blue	233007.346	234439.975	232287.75	231060.775	233748.343	232908.838
	Gray	233432.032	234486.322	232816.76	231486.747	233977.098	233239.792

ตารางที่ 4.33 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่น

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	268102.332	276054.423	273135.094	261675.565	256324.907	267058.4642
	Green	279950.223	281456.996	274642.162	263139.096	256477.826	271133.2606
	Blue	277656.971	282880.26	273832.13	263923.104	256400.666	270938.6262
	Gray	276199.496	280033.719	274148.302	262806.922	256412.249	269920.1376
8 นิ้ว	Red	236360.489	244388.206	237683.379	258297.908	241350.601	243616.1166
	Green	232156.702	236340.677	233012.584	250557.89	233136.375	237040.8456
	Blue	230602.837	236395.658	231572.134	251907.822	233296.814	236755.053
	Gray	233210.768	238760.141	234320.911	253121.237	235580.23	238998.6574
12 นิ้ว	Red	230211.665	233139.909	237604.748	230932.081	228905.266	232158.7338
	Green	229697.117	228312.642	231986.154	227803.138	225159.952	228591.8006
	Blue	227835.723	229327.643	231646.154	227278.165	225775.748	228372.6866
	Gray	229675.383	229327.643	233553.18	228895.843	226768.953	229644.2004

ตารางที่ 4.33 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่น (ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	214325.698	223409.949	222927.881	222583.933	224915.739	221632.64
	Green	212916.81	220517.843	221622.844	219133.624	223182.11	219474.6462
	Blue	206899.959	215981.607	219718.866	214581.077	220006.04	215437.5098
	Gray	212724.636	220892.666	221895.88	219599.29	223356.234	219693.7412
24 นิ้ว	Red	213439.228	218768.999	218940.456	222675.714	221924.643	219149.808
	Green	212897.895	217754.089	218634.646	221341.38	220169.413	218159.4846
	Blue	212704.981	211780.437	218982.348	219349.384	218053.709	216174.1718
	Gray	213103.122	217556.053	218758.265	221633.39	220527.659	218315.6978
30 นิ้ว	Red	216718.09	220126.253	214908.753	218780.709	222003.557	218507.4724
	Green	214564.807	218994.056	213920.033	217702.005	219954.153	217027.0108
	Blue	209925.028	212622.609	209934.488	217458.877	218469.186	213682.0376
	Gray	214641.54	218755.726	213948	218074.853	220462.111	217176.446

ตารางที่ 4.34 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่น

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	344165.919	341712.848	342698.188	341809.159	299319	333941.0228
	Green	358755.33	359573.619	357050.693	359264.832	305118.36	347952.5668
	Blue	353800.976	354066.801	352251.268	353880.224	300449.611	342889.776
	Gray	353817.921	353624.736	352203.025	353449.341	302872.994	343193.6034
8 นิ้ว	Red	304185.651	303835.769	278667.213	303341.754	293338.869	296673.8512
	Green	316100.354	316715.834	281106.868	316657.301	292652.143	304646.5
	Blue	302071.103	306676.505	264628.753	306474.476	292068.032	294383.7738
	Gray	311053.396	311822.606	278619.194	311618.968	292800.102	301182.8532
12 นิ้ว	Red	283843.591	284389.672	274568.08	284728.466	258198.736	277145.709
	Green	289802.394	286961.683	273470.835	287207.627	257491.832	278986.8742
	Blue	272397.771	277060.503	261298.561	277291.067	242871.773	266183.935
	Gray	286170.357	285171.003	272585.77	285440.645	256089.118	277091.3786

ตารางที่ 4.34 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่น (ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	278283.096	275188.82	272783.667	274863.213	255975.101	271418.7794
	Green	280791.118	276655.678	273353.335	276378.415	251359.803	271707.6698
	Blue	264133.907	267632.576	259894.855	267407.994	234597.264	258733.3192
	Gray	278260.326	275372.968	271713.538	275091.166	250848.212	270257.242
24 นิ้ว	Red	274242.057	272889.278	268269.627	272849.769	253469.035	268343.9532
	Green	273187.863	270487.825	266325.218	270381.164	243661.937	264808.8014
	Blue	260982.886	271143.456	267450.774	27102.633	220362.197	209408.3892
	Gray	272287.434	271382.837	267078.997	271298.563	243715.32	265152.6302
30 นิ้ว	Red	270223.202	273616.695	269663.196	274193.62	257187.502	268976.843
	Green	268293.854	276105.053	267669.166	277037.142	248129.196	267446.8822
	Blue	269374.176	269496.318	268680.891	269177.064	225676.856	260481.061
	Gray	269061.536	274811.876	268456.204	275538.348	248023.964	267178.3856

ตารางที่ 4.35 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	558982.106	550430.634	519922.029	562853.466	555652.206	549568.0882
	Green	561293.773	552102.331	521553.935	564369.356	557587.402	551381.3594
	Blue	566580.822	556434.533	526051.385	568886.123	562157.245	556022.0216
	Gray	561030.708	551951.879	521291.611	564278.148	557387.066	551187.8824
8 นิ้ว	Red	545672.116	558309.233	544946.729	544488.986	544654.845	547614.3818
	Green	547188.336	560619.39	547690.719	546973.239	546450.761	549784.489
	Blue	551537.803	554660.922	553167.731	558878.002	560577.758	555764.4432
	Gray	547081.366	560279.266	547338.404	546543.874	546299.677	549508.5174
12 นิ้ว	Red	543905.837	540935.889	542101.7	545630.448	546389.444	543792.6636
	Green	545425.034	544295.204	553295.834	552822.271	545403.322	548248.333
	Blue	549147.554	554404.286	555652.864	558619.17	555458.956	554656.566
	Gray	546957.083	550317.305	548060.4	550873.685	550321.896	549306.0738

ตารางที่ 4.35 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38(ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	536097.865	535809.588	539221.355	538591.064	523896.403	534723.255
	Green	551334.927	552434.507	556783.795	555536.343	524691.321	548156.1786
	Blue	550757.253	555787.003	550705.021	556005.085	556584.365	553967.7454
	Gray	546681.084	549063.781	548484.321	548500.616	550412.452	548628.4508
24 นิ้ว	Red	530452.3	531594.521	531457.631	530712.521	532142.531	531271.9008
	Green	547231.2	548421.025	546123.251	547123.365	546142.021	547008.1724
	Blue	551369.213	550312.263	550845.124	551962.523	550451.035	550988.0316
	Gray	545369.021	549632.216	548263.02	548265.036	547365.085	547778.8756
30 นิ้ว	Red	528456.32	529487.35	530546.325	529879.231	528452.324	529364.31
	Green	545689.36	545874.236	546123.489	545189.563	546369.321	545849.1938
	Blue	548324.625	549632.521	548789.14	548125.036	548726.001	548719.4646
	Gray	544366.023	545863.031	545123.846	544236.125	544123.006	544742.4062

ตารางที่ 4.36 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	518754.754	515818.253	522585.29	525655.569	523123.658	521187.5048
	Green	541082.98	543512.706	540180.133	539160.728	545762.933	541939.896
	Blue	540620.998	542429.517	541487.511	541959.922	545911.735	542481.9366
	Gray	534365.693	535121.475	535059.128	535541.452	538964.011	535810.3518
8 นิ้ว	Red	520798.167	522877.416	506548.508	524417.624	522050.728	519338.4886
	Green	539299.982	538191.574	536455.215	538404.442	546433.759	539756.9944
	Blue	543746.423	540075.999	534626.65	542184.752	544791.436	541085.052
	Gray	535610.635	535534.701	527276.266	535434.255	537435.017	534258.1748
12 นิ้ว	Red	517050.728	520204.692	521758.341	514307.266	515837.886	517831.7826
	Green	536433.759	538845.556	536250.497	537155.177	530293.587	535795.7152
	Blue	544791.436	540619.079	539725.542	534863.119	531238.999	538247.635
	Gray	537435.017	533992.741	535262.703	530863.119	526017.854	532714.2868

ตารางที่ 4.36 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.(ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	516297.943	517005.949	516188.314	516756.412	516515.009	516552.7254
	Green	534026.749	535236.621	535566.32	534005.041	533121.333	534391.2128
	Blue	537879.119	536240.804	537963.251	537069.302	536596.363	537149.7678
	Gray	530066.75	531802.772	531445.329	530754.362	529215.632	530656.969
24 นิ้ว	Red	512693.002	519912.628	513252.001	515456.236	515450.561	515352.8856
	Green	535452.321	533473.858	531365.996	531456.003	536537.414	533657.1184
	Blue	536421.699	534400.253	535123.852	536421.256	537636.993	536000.8106
	Gray	528146.569	529441.253	528651.356	527216.236	533316.919	529354.4666
30 นิ้ว	Red	513693.002	514485.05	515478.65	514896.213	514963.203	514703.2236
	Green	533485.962	532785.12	534785.623	531325.245	532125.006	532901.3912
	Blue	535554.332	533856.203	536452.215	534965.451	533215.391	534808.7184
	Gray	527003.598	528456.789	527256.006	528996.035	528458.368	528034.1592

ตารางที่ 4.37 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	568455.34	564660.031	571523.001	566260.937	574900.534	569159.9686
	Green	569257.267	565291.052	572125.347	567004.172	575275.431	569790.6538
	Blue	573002.851	569124.586	575231.822	570065.737	578043.682	573093.7356
	Gray	569256.212	562331.817	572131.198	566987.811	575309.254	569203.2584
8 นิ้ว	Red	564989.99	568111.677	566097.189	572925.128	566200.064	567664.8096
	Green	565386.757	568469.948	566599.742	573338.244	566754.152	568109.7686
	Blue	568240.791	571750.495	569452.134	576033.291	596355.518	576366.4458
	Gray	565421.13	568537.501	566617.444	573364.485	566727.61	568133.634
12 นิ้ว	Red	564146.996	566660.731	563568.989	566968.35	560917.406	564452.4944
	Green	564682.672	567137.431	564167.153	567344.867	561407.271	564947.8788
	Blue	567318.963	569645.043	567120.303	570076.656	564372.617	567706.7164
	Gray	564663	567142.781	564167.774	567387.713	561441.593	564960.5722

ตารางที่ 4.37 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	547589.806	551283.056	549415.475	546905.686	544203.877	547879.58
	Green	548564.933	552358.022	550368.411	548051.006	545124.23	548893.3204
	Blue	552421.826	556922.818	555631.717	553218.769	549712.161	553581.4582
	Gray	548991.184	552385.201	550472.95	548105.473	545218.418	549034.6452
24 นิ้ว	Red	542702.557	546543.288	543090.094	539772.91	537995.076	542020.785
	Green	544121.662	547606.603	544084.43	540920.539	539219.983	543190.6434
	Blue	549553.123	552582.922	548850.318	545623.8131	543493.26	548020.6872
	Gray	544133.508	547677.293	544125.184	540961.683	539226.719	543224.8774
30 นิ้ว	Red	535302.948	539665.527	539198.069	538195.608	538220.45	538116.5204
	Green	536663.921	541069.46	540480.292	539467.154	538560.874	539248.3402
	Blue	541803.811	545942.988	546065.736	544739.269	545624.35	544835.2308
	Gray	536684.877	541942.988	540529.267	536476.064	536455.982	538417.8356

ตารางที่ 4.38 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	Red	531904.765	528300.789	565326.578	560753.347	569948.755	551246.8468
	Green	532833.965	529572.209	566583.485	562070.717	571133.075	552438.6902
	Blue	538738.457	534435.615	571277.401	566810.574	576684.976	557589.4046
	Gray	532964.574	529577.781	566599.431	562068.351	571199.343	552481.896
8 นิ้ว	Red	544998.756	546131.72	551656.093	544786.152	563221.364	550158.817
	Green	548132.773	547608.324	553072.012	546318.797	563461.341	551718.6494
	Blue	554796.406	553204.383	558895.656	552047.841	564090.388	556606.9348
	Gray	558351.501	547616.505	553103.294	546345.343	547394.965	550562.3216
12 นิ้ว	Red	548304.38	547885.214	547964.365	549754.621	549324.631	548646.6422
	Green	550886.696	550326.214	549456.325	550324.412	549213.369	550041.4032
	Blue	555952.481	554326.321	555789.125	555369.256	554258.125	555139.0616
	Gray	545846.386	546213.852	548213.962	549321.023	549125.009	547744.0464

ตารางที่ 4.38 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

ระยะยิง	ค่า R,G,B and Gray	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
16 นิ้ว	Red	547169.467	549700.134	546574.643	547505.226	546001.654	547390.2248
	Green	549725.951	548233.994	548999.808	549047.612	548606.891	548922.8512
	Blue	554026.725	556933.73	554276.902	553553.972	556274.589	555013.1836
	Gray	546686.723	547232.823	547012.388	546057.222	547028.369	546803.505
24 นิ้ว	Red	545940.563	546622.55	545589.052	544146.591	546702.425	545800.2362
	Green	547077.233	545075.131	546657.009	546539.849	546043.598	546278.564
	Blue	552272.117	553541.12	554121.374	553519.83	553961.968	553483.2818
	Gray	547129.233	548085.86	545809.714	545597.317	546041.316	546532.688
30 นิ้ว	Red	541996.277	546900.432	543196.764	546226.573	541299.153	543923.8398
	Green	543392.714	548535.896	544523.565	547734.413	542984.862	545434.29
	Blue	548428.521	553994.677	549831.817	552870.29	548706.925	550766.446
	Gray	543398.155	548482.755	544537.92	547689.638	542951.678	545412.0292

เพื่อให้เห็นถึงรูปแบบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในแต่ละระยะมากยิ่งขึ้นจึงสรุปออกมาเป็นกราฟดังรูปที่ 4.4.

4.4.1 ตารางสรุปผลพื้นที่ใต้กราฟ

ตารางที่ 4.39 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	285,949.659	236,283.236	243,489.995	234,042.764	234,283.207	246,809.772
8 นิ้ว	211,513.472	217,020.409	222,375.162	223,958.563	218,847.218	218,742.964
12 นิ้ว	207,784.992	215,579.648	217,315.808	216,582.3	216,618.347	214,776.219
16 นิ้ว	206,399.027	210,579.322	212,314.208	214,278.1	211,622.01	211,038.533
24 นิ้ว	205,164.27	211,184.226	212,200.95	210,708.665	212,095.778	210,270.778
30 นิ้ว	205,383.193	211,338.099	213,180.842	212,309.141	213,937.273	208,229.709

ตารางที่ 4.40 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	318,072.104	320,989.664	328,419.991	287,818.056	278,989.587	306,857.881
8 นิ้ว	246,516.498	250,926.906	248,399.069	247,794.315	244,887.448	247,704.847
12 นิ้ว	234,882.957	241,258.983	241,904.831	241,700.67	238,746.024	239,698.693
16 นิ้ว	233,721.121	239,537.584	235,687.417	232867.335	237,841.815	235,930.457
24 นิ้ว	229,916.651	233,222.586	234,848.799	234,837.191	236,108.446	233,786.734
30 นิ้ว	233,432.032	234,486.323	232,816.761	231,486.747	233,977.099	233,239.792

ตารางที่ 4.41 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	276,199.497	280,033.719	274,148.303	262,806.922	256,412.25	269,920.138
8 นิ้ว	233,210.769	238,760.141	234,320.912	252,725.798	204,617.511	232,727.026
12 นิ้ว	229,675.383	228,9327.643	233,553.181	228,895.844	226,768.953	229,664.200
16 นิ้ว	212,724.637	220,892.667	221,895.88	219,599.29	223,356.235	218,321.806
24 นิ้ว	213,103.123	217,556.053	218,758.265	221,633.93	220,527.66	218,315.806
30 นิ้ว	214,641.541	218,755.726	213,948	218,074.853	220,462.111	217,176.446

ตารางที่ 4.42 พื้นที่ใต้กราฟจากผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้วโดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	353,817.921	353,624.376	352,203.026	353,449.342	302,872.995	343,193.532
8 นิ้ว	344,053.397	311,822.607	278,619.194	311,618.969	257,741.558	300,771.145
12 นิ้ว	286,170.358	285,171.004	272,585.77	285,440.646	256,089.118	277,091.379
16 นิ้ว	278,260.327	275,372.968	271,713.539	275,091.167	250,848.212	270,257.243
24 นิ้ว	272,287.434	271,382.837	267,078.997	271,298.563	243,715.321	265,152.63
30 นิ้ว	269,061.537	236,933.819	268,456.205	275,538.348	248,023.964	259,602.667

ตารางที่ 4.43 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	553,539.779	549,613.231	556,413.205	551,272.614	559,592.267	554,086.219
8 นิ้ว	549,703.705	552,822.264	550,902.065	557,646.459	551,011.894	552,417.277
12 นิ้ว	548,945.593	551,425.556	548,451.934	551,672.797	545,726.785	549,245.133
16 นิ้ว	548,591.185	552,385.201	550,472.95	548,105.473	545,218.418	548,954.645
24 นิ้ว	544,133.508	547,677.294	544,125.185	540,961.684	539,226.719	543,224.878
30 นิ้ว	536,684.877	541,046.016	540,529.268	539,476.064	540,529.3	539,653.105

ตารางที่ 4.44 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม.

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	552,964.575	559,577.782	566,599.431	562,068.351	571,199.344	562,481.897
8 นิ้ว	558,351.502	557,616.505	553,106.294	564,345.343	563,394.966	559,362.922
12 นิ้ว	563,846.387	553,331.712	556,026.22	554,365.81	556,177.498	556,749.525
16 นิ้ว	552,686.723	551,232.824	556,012.389	553,057.222	555,534.009	553,704.633
24 นิ้ว	547,129.234	548,085.863	550,809.715	540,597.317	552,041.317	547,752.689
30 นิ้ว	543,398.155	548,482.755	544,537.92	547,689.638	542,951.678	545,412.029

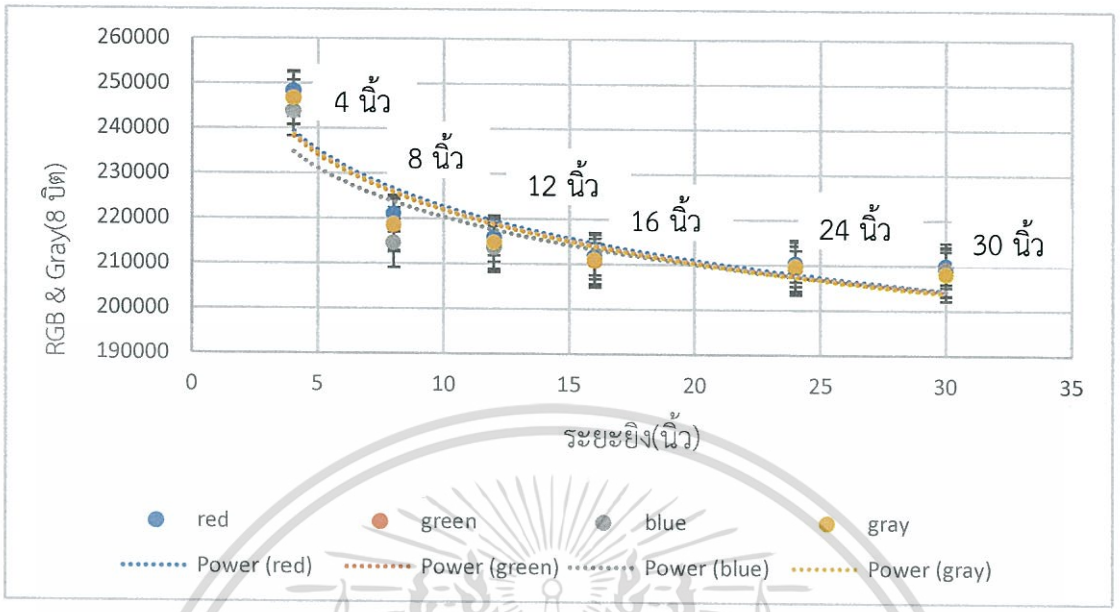
ตารางที่ 4.45 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	561,030.708	561,951.88	561,291.611	564,278.149	557,387.067	561,187.883
8 นิ้ว	547,081.366	560,279.267	530,795.872	559,996.345	545,754.022	556,781.974
12 นิ้ว	556,411.01	533,776.877	565,515.677	566,328.172	556,958.484	555,798.064
16 นิ้ว	530,141.03	564,508.332	534,946.848	533,961.314	564,250.164	545,561.537
24 นิ้ว	545,575.162	545,366.609	545,341.683	545,397.205	545,064.515	545,349.035
30 นิ้ว	542,425.95	540,242.672	545,536.712	548,410.412	544,410.053	544,205.159

ตารางที่ 4.46 พื้นที่ใต้กราฟจากเสื้อสีขาว โดยกระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

ระยะยิง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
4 นิ้ว	564,365.693	565,121.475	555,059.129	565,541.453	568,964.012	563,810.352
8 นิ้ว	538,610.635	566,534.701	527,276.267	562,432.255	537,435.018	546,458.175
12 นิ้ว	537,992.741	535,262.704	530,012.633	537,150.707	526,017.854	533,287.323
16 นิ้ว	533,802.772	533,222.981	533,417.5	533,441.084	532,066.75	533,190.217
24 นิ้ว	534,353.339	529,441.254	532,276.407	531,725.466	530,316.919	531,622.676
30 นิ้ว	532,687.972	531,679.654	531,652.93	528,023.88	531,420.877	531,094.063

4.4.2 กราฟแสดงการกระจายตัวของเขม่าดินปืนในแต่ละระยะ



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1118.6x + 236328, R^2 = 0.5651$

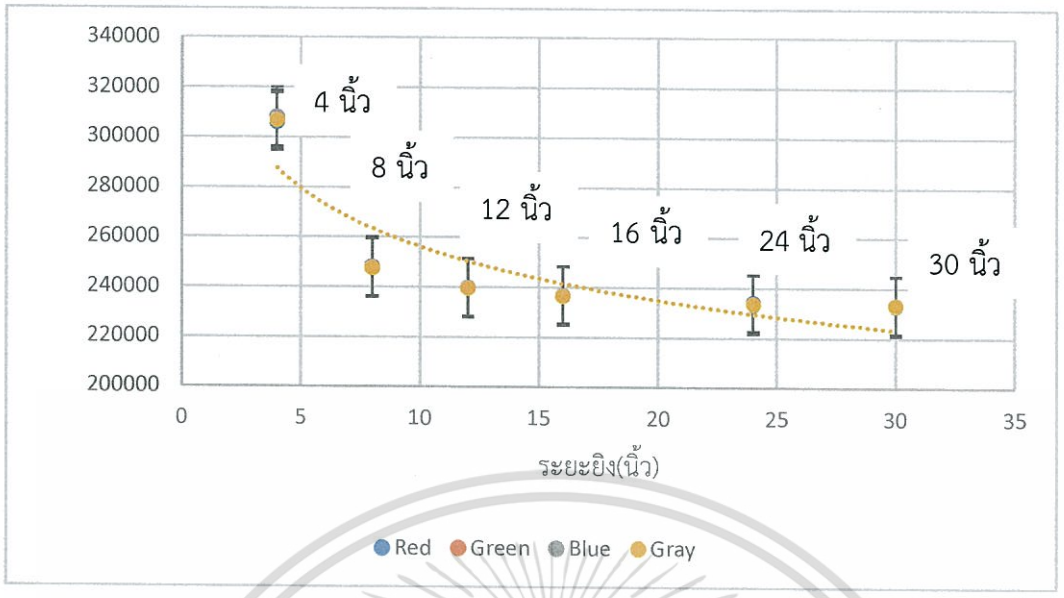
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1090.6x + 235182, R^2 = 0.5509$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -957.5x + 231940, R^2 = 0.4966$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1126.5x + 235841, R^2 = 0.58$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าที่ระยะ 4 นิ้วมีค่าของพื้นที่ใต้กราฟมากที่สุดรองลงมาคือที่ระยะ 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้วและ 30 นิ้วตามลำดับและมีค่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า red มากที่สุดรองลงมาคือค่า gray green และ blue ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความแตกต่างของการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -2023.8x + 281419, R^2 = 0.4999$

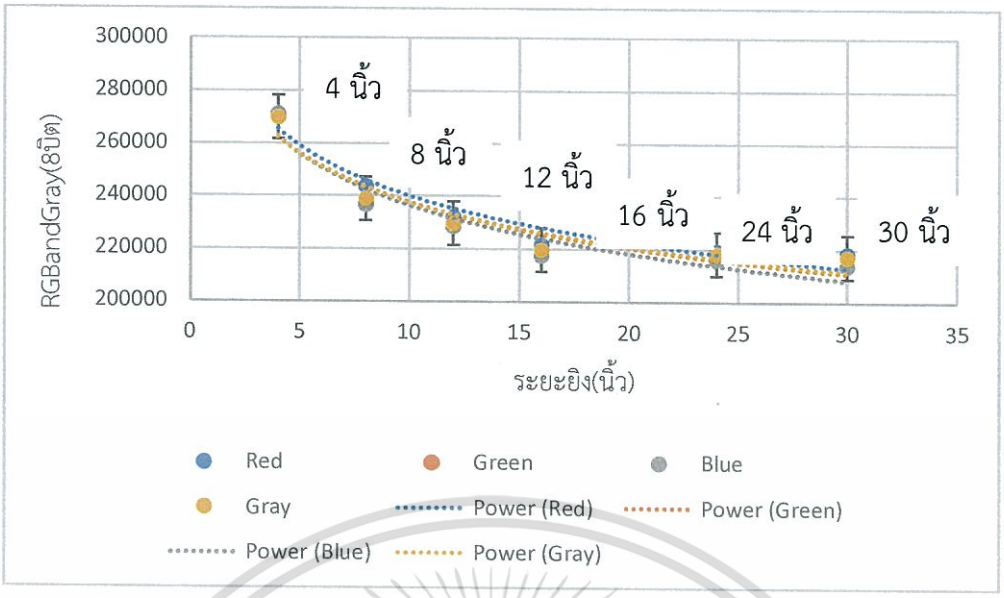
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -2053.6x + 281691, R^2 = 0.4973$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -2098.5x + 282719, R^2 = 0.5015$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -2023.8x + 281419, R^2 = 0.4999$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าค่าพื้นที่ใต้กราฟของกระสุนขนาด 9 มม.มีค่าพื้นที่ใต้กราฟมากกว่ากระสุนขนาด .38และที่ระยะ 4 นิ้วมีค่าของพื้นที่ใต้กราฟมากที่สุดรองลงมาคือที่ระยะ 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้วและ 30 นิ้วตามลำดับโดยค่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า red green blue gray มีค่าที่ใกล้เคียงกันมากสังเกตได้จากกราฟที่ซ้อนทับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1761.9x + 261990, R^2 = 0.7156$

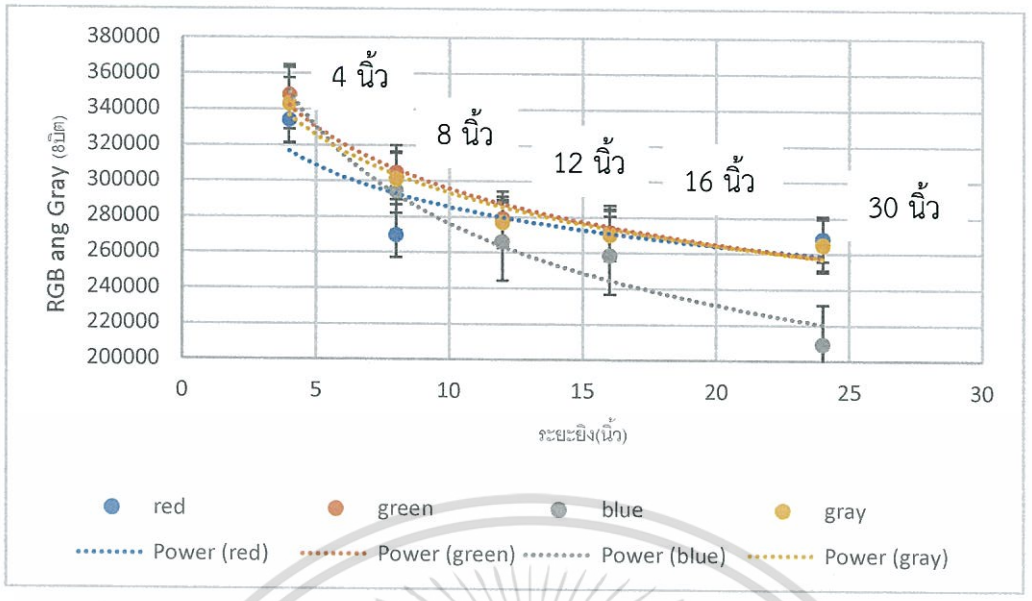
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1690x + 258381, R^2 = 0.6448$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1813.9x + 258978, R^2 = 0.6803$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1692.5x + 258807, R^2 = 0.6752$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าเมื่อทำการพ่นสารเคมีทำให้เห็นถึงค่าพื้นที่ใต้กราฟที่สูงขึ้นสังเกตได้จากค่าความสูงในแนวแกน y เทียบกับตอนที่พ่นสารเคมีและตอนที่ไม่พ่นสารเคมีโดยพื้นที่ใต้กราฟขอค่า red มีค่าสูงที่สุดส่วนพื้นที่ใต้กราฟของ green blue gray จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนผ้าขาว cotton ขนาด 10 x 10 นิ้ว โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -2452.9x + 315501, R^2 = 0.4523$

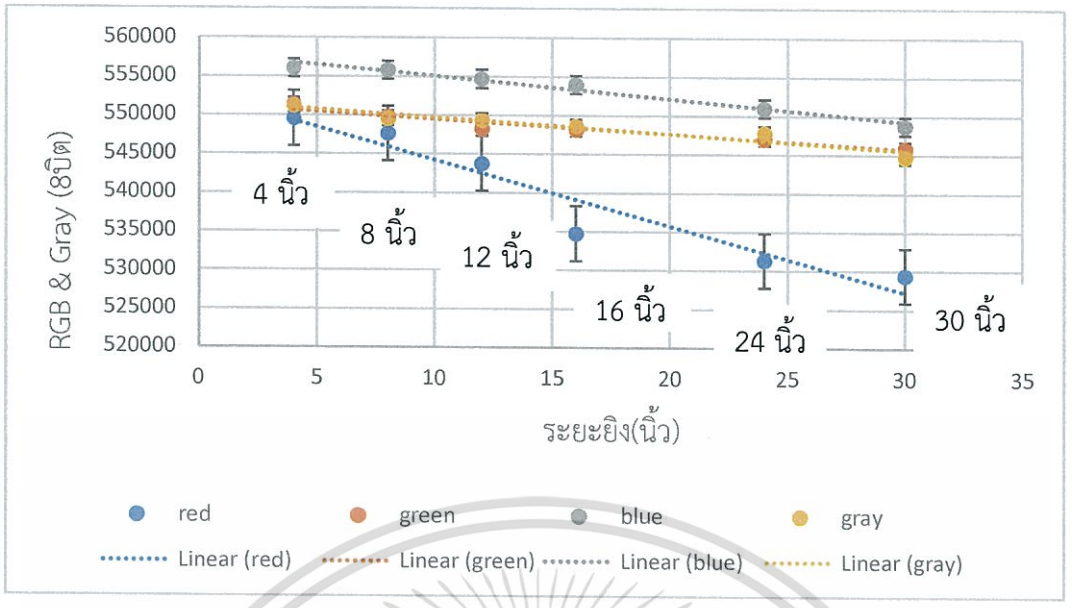
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -3852x + 342926, R^2 = 0.7642$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -6208.2x + 353785, R^2 = 0.948$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -3601.9x + 337479, R^2 = 0.7458$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าเมื่อทำการพ่นสารเคมีทำให้เห็นถึงค่าพื้นที่ใต้กราฟที่สูงขึ้นสังเกตได้จากค่าความสูงในแนวแกน y เทียบกับตอนที่พ่นสารเคมีและตอนที่ไม่พ่นสารเคมีโดยพื้นที่ใต้กราฟขอค่า green มีค่าสูงที่สุดรองลงมาคือค่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า gray blue red ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาวโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -849.58x + 552689, R^2 = 0.9222$

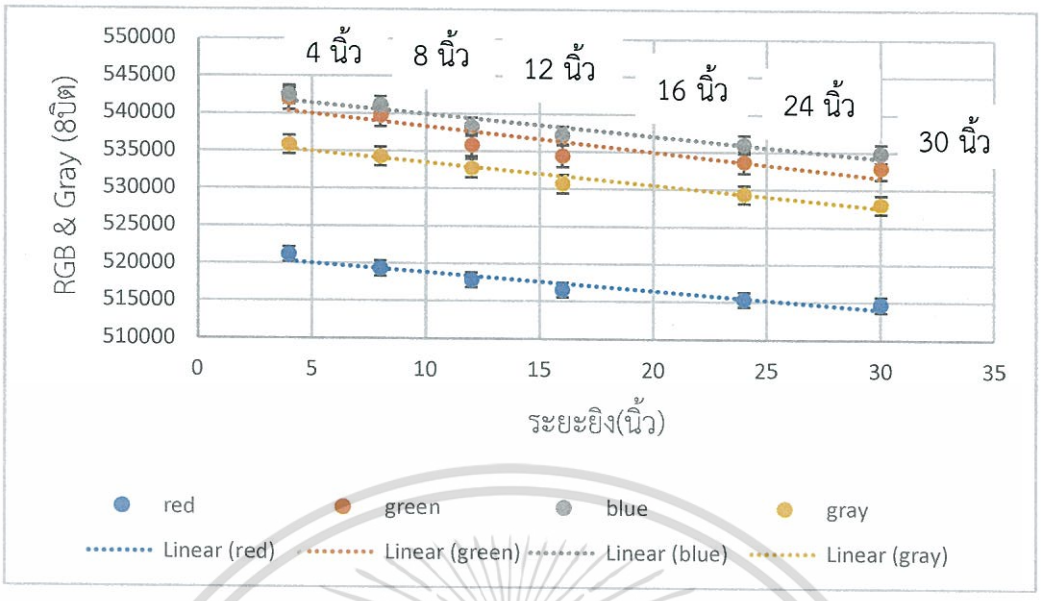
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -192.58x + 551422, R^2 = 0.9273$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -290.32x + 557901, R^2 = 0.9682$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -210.77x + 551827, R^2 = 0.912$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า blue จะมีค่าสูงที่สุดและรองลงมาค่า gray greenและ red ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาวโดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -241.3x + 521275, R^2 = 0.9252$

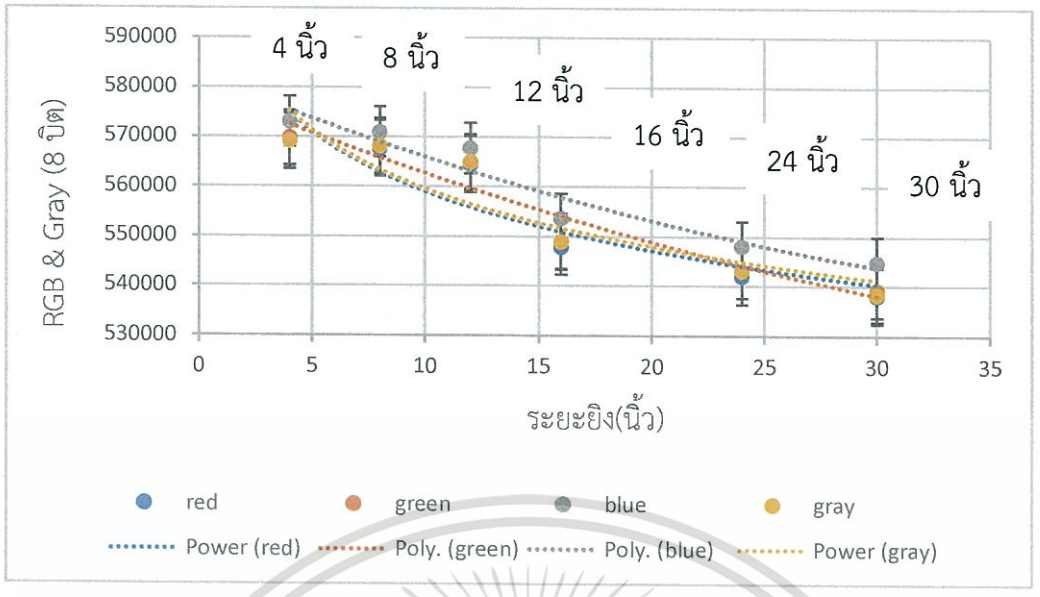
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -334.74x + 541651, R^2 = 0.8195$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -288.69x + 542818, R^2 = 0.914$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -297.36x + 536463, R^2 = 0.961$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า blue จะมีค่าสูงที่สุดและรองลงมาค่า gray greenและ red ตามลำดับเช่นเดียวกับกระสุนขนาด .38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาว
โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1343.8x + 575935, R^2 = 0.9145$

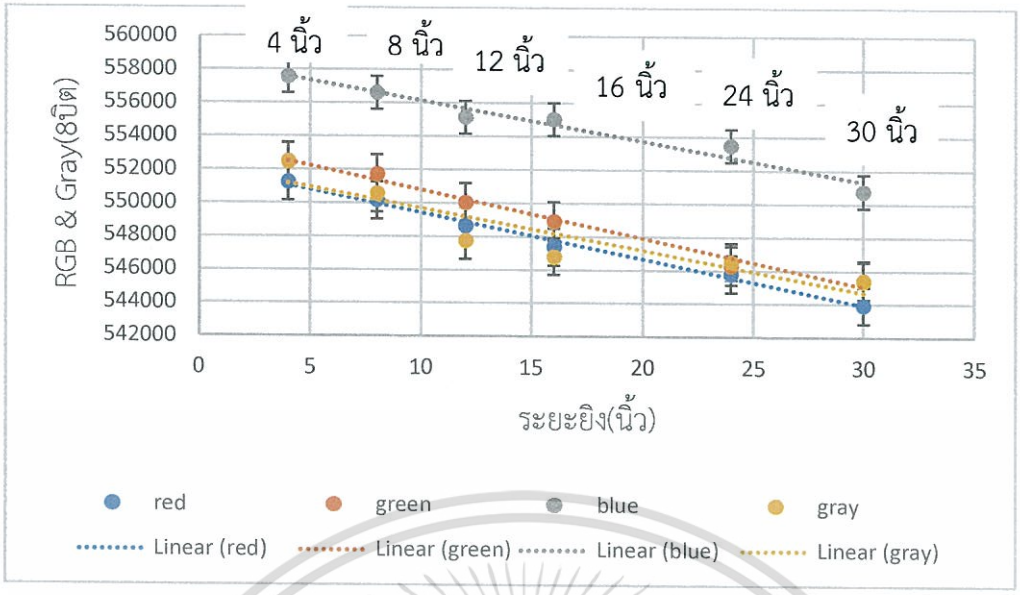
เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1315.4x + 576304, R^2 = 0.9174$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1209.2x + 578644, R^2 = 0.9234$

เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -1325.6x + 576264, R^2 = 0.922$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าเมื่อทำการพ่นสารเคมีทำให้เห็นถึงค่าพื้นที่ใต้กราฟที่สูงขึ้นสังเกตได้จากค่าความสูงในแนวแกน y เทียบกับตอนที่พ่นสารเคมีและตอนที่ไม่พ่นสารเคมีโดยพื้นที่ใต้กราฟขอค่า blue มีค่าสูงที่สุดรองลงมาคือค่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า green gray red ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการกระจายตัวจากเขม่าดินปืนบนเสื้อสีขาว
โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

โดยที่เส้น Red มีค่าความชันเท่ากับ $y = -276.75x + 552197, R^2 = 0.9916$

เส้น Green มีค่าความชันเท่ากับ $y = -286.74x + 553631, R^2 = 0.9859$

เส้น Blue มีค่าความชันเท่ากับ $y = -240.74x + 558538, R^2 = 0.9592$

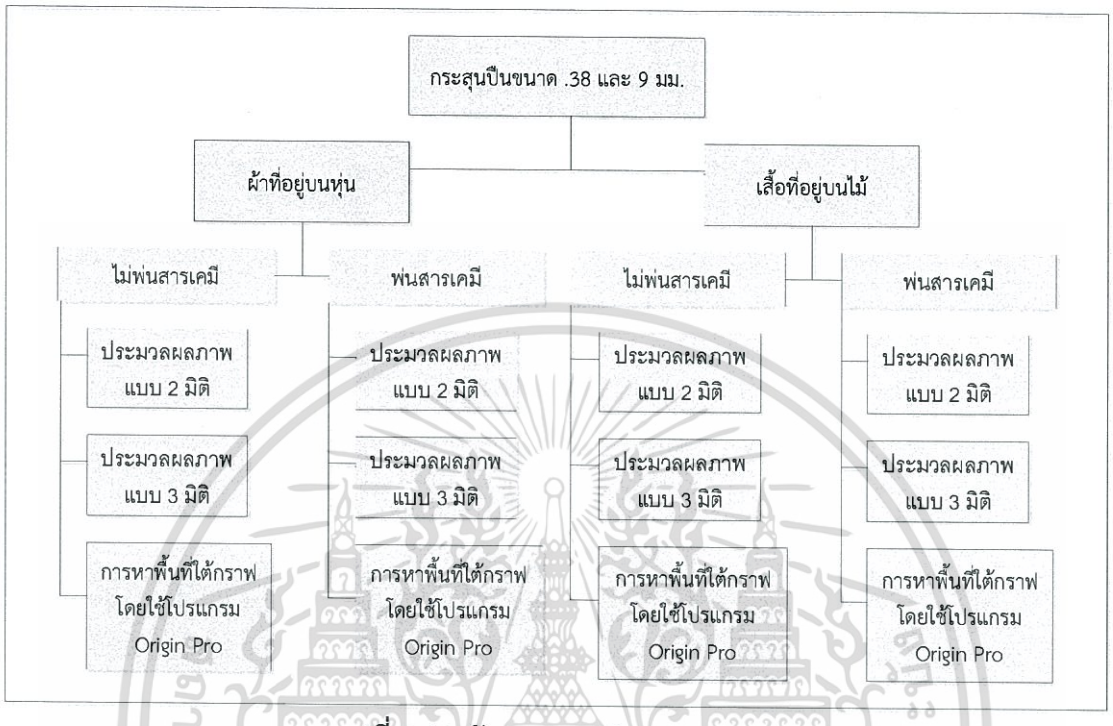
เส้น Gray มีค่าความชันเท่ากับ $y = -249.76x + 552169, R^2 = 0.8236$

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าเมื่อทำการพ่นสารเคมีทำให้เห็นถึงค่าพื้นที่ใต้กราฟที่สูงขึ้นสังเกตได้จากค่าความสูงในแนวแกน y เทียบกับตอนที่พ่นสารเคมีและตอนที่ไม่พ่นสารเคมีโดยพื้นที่ใต้กราฟของค่า blue มีค่าสูงที่สุดรองลงมาคือค่าพื้นที่ใต้กราฟของค่า green gray red ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่พื้นผิวต่างกัน

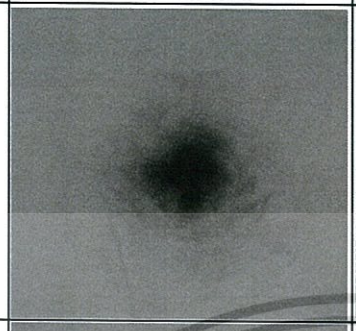
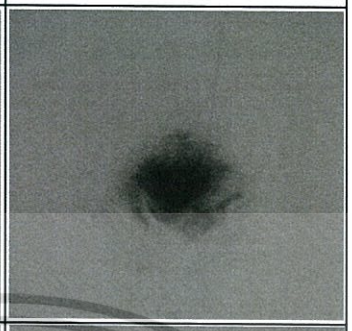
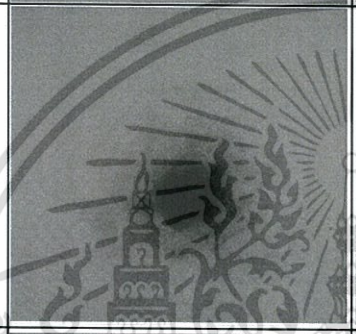
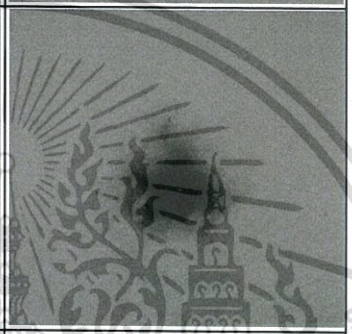
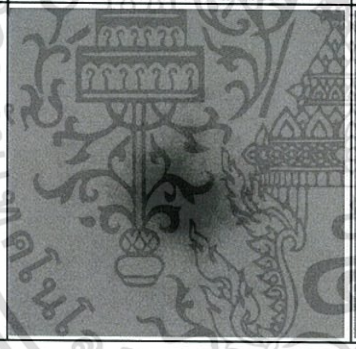
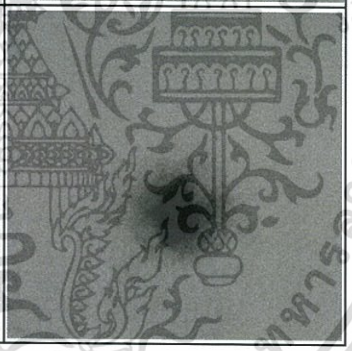
ขั้นตอนการประมวลผลภาพ



รูปที่ 4.12 ลักษณะการประมวลผลภาพ

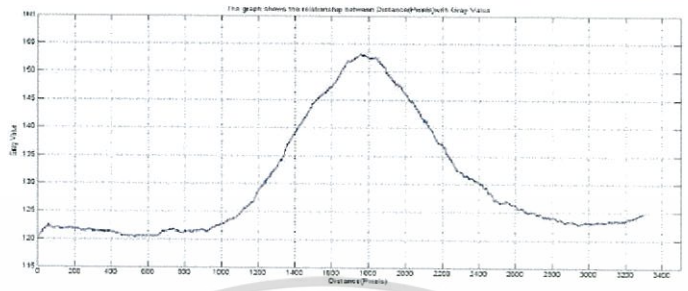
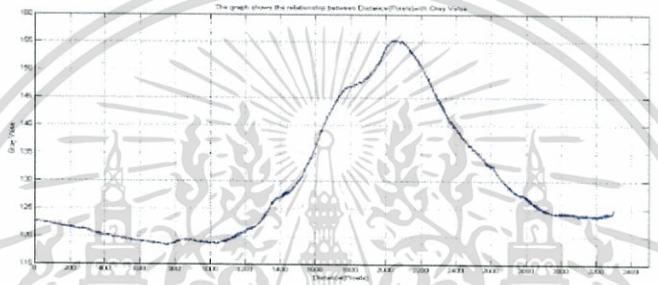
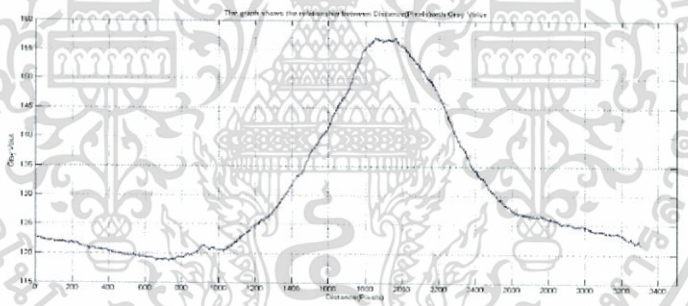
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.47 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

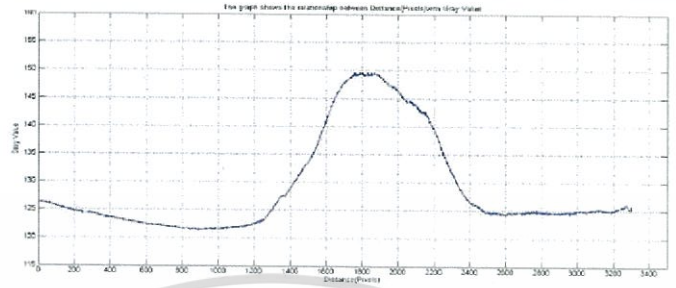
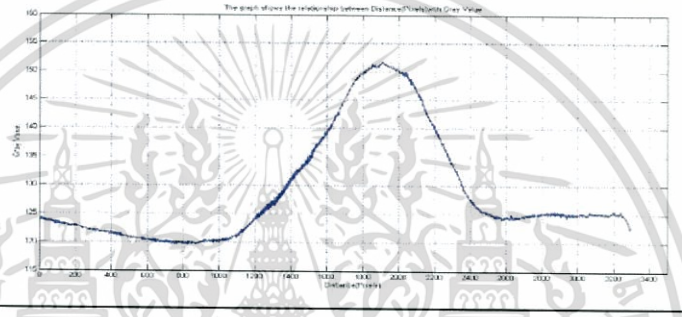
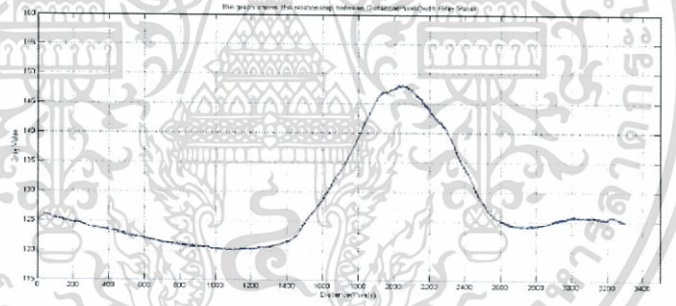
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.48 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

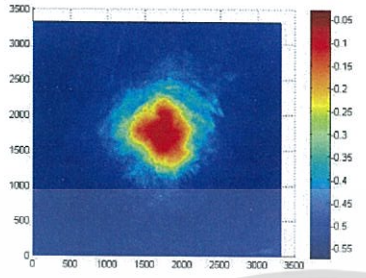
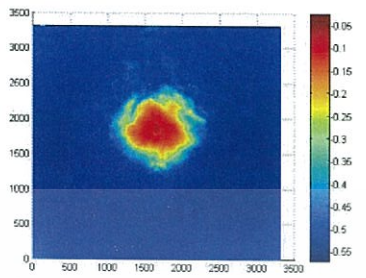
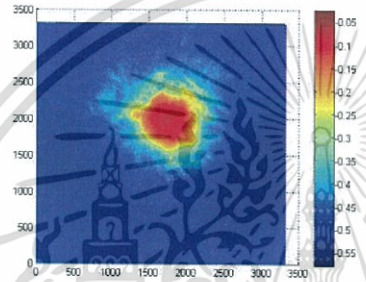
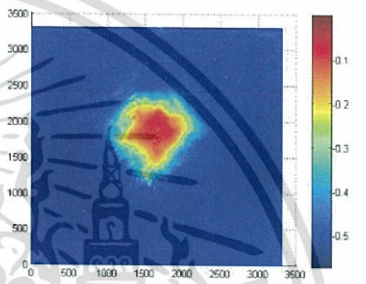
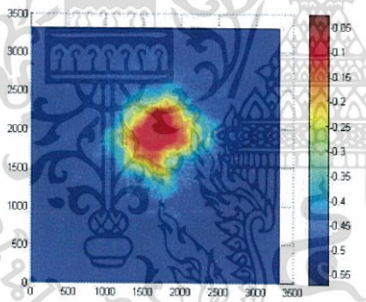
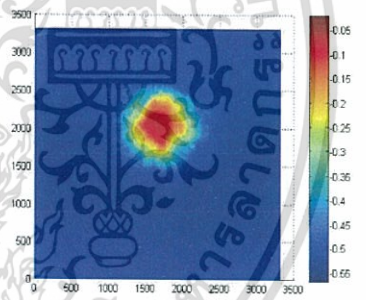
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.49 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติ(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

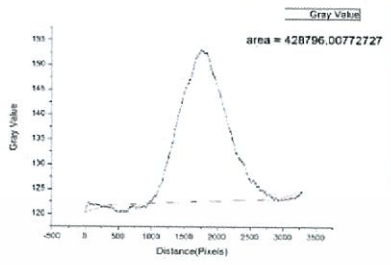
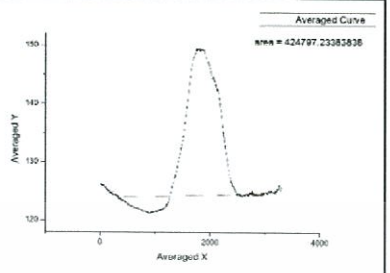
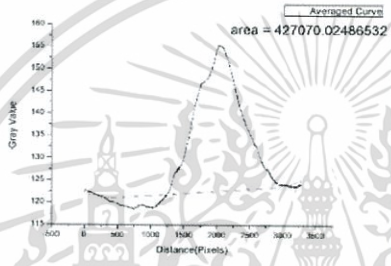
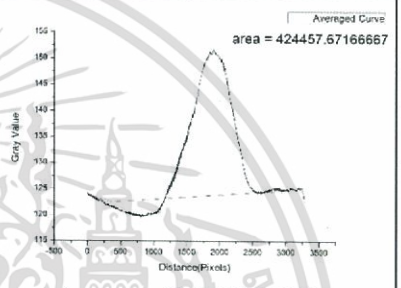
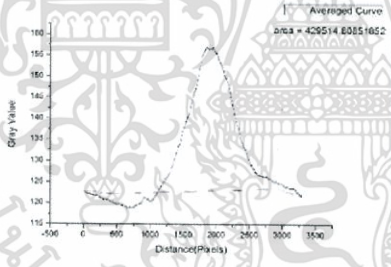
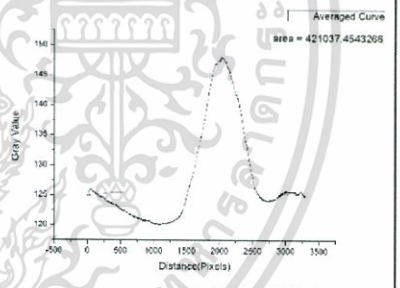
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.50 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 3 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

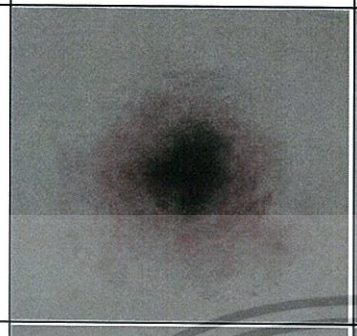
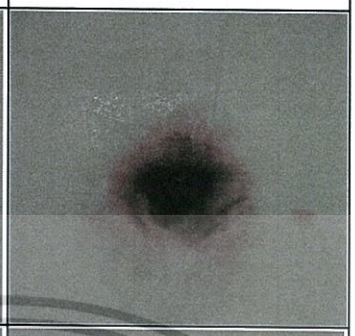
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.51 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 428,796.077	 Area = 424,797.233
2	 Area = 427,070.024	 Area = 424,457.671
3	 Area = 429,514.808	 Area = 421,037.454

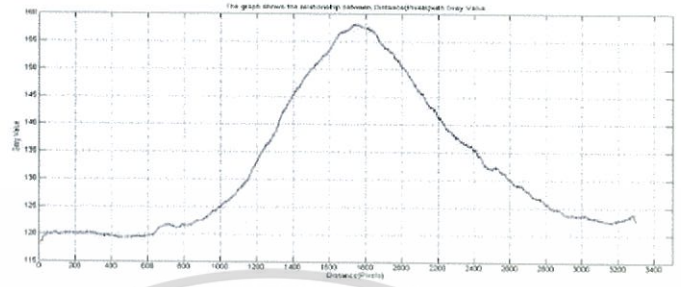
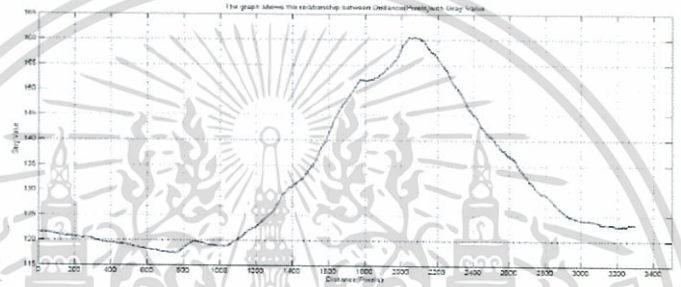
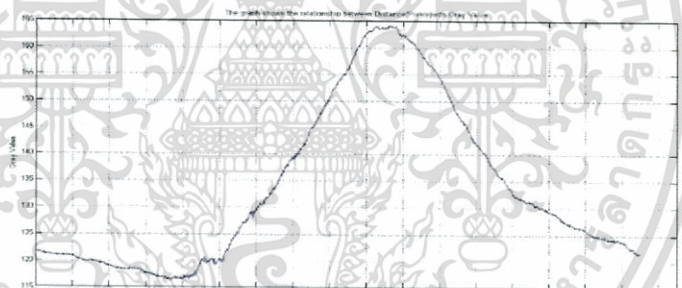
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.52 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

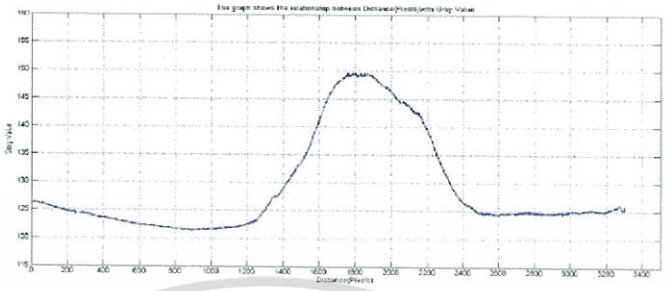
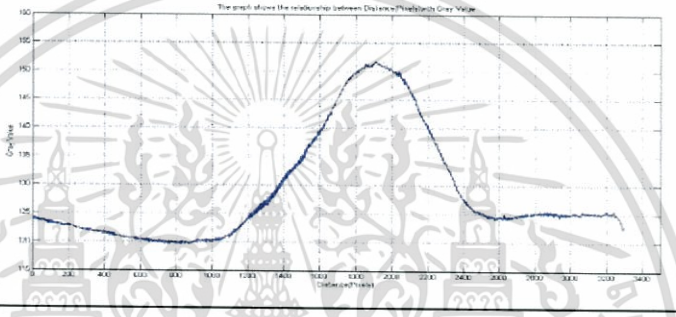
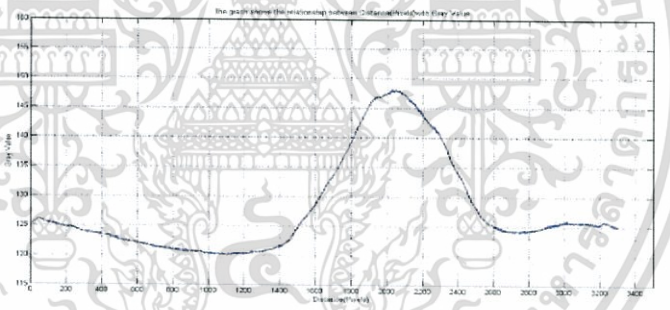
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.53 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติแบบพ่นสารสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

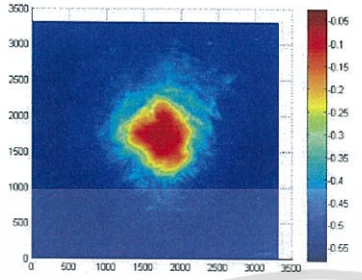
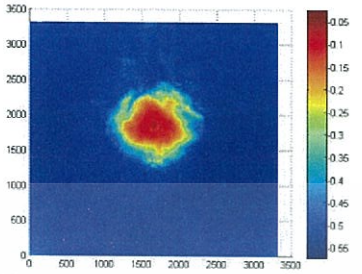
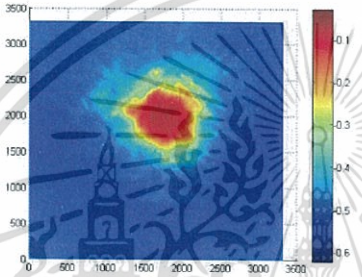
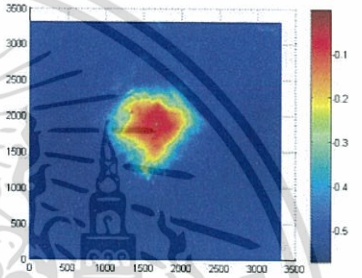
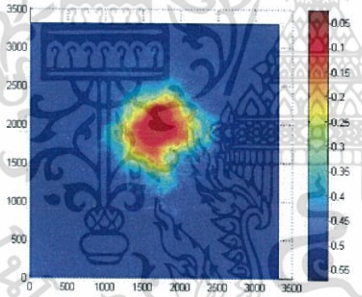
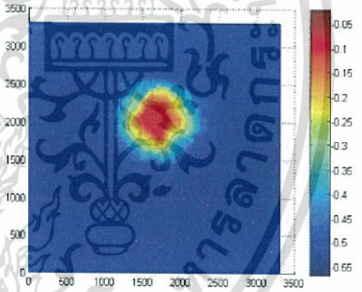
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.53 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติแบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

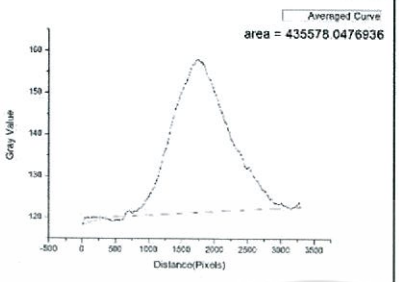
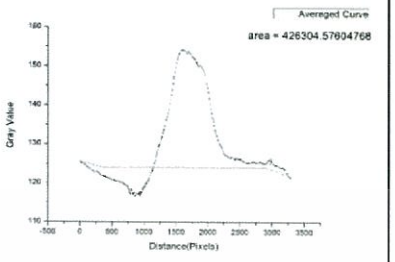
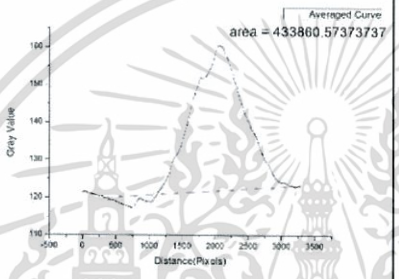
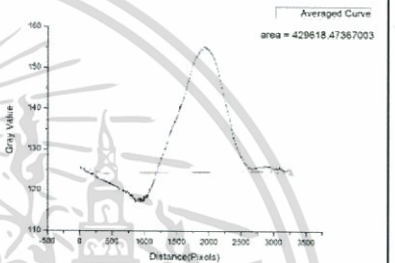
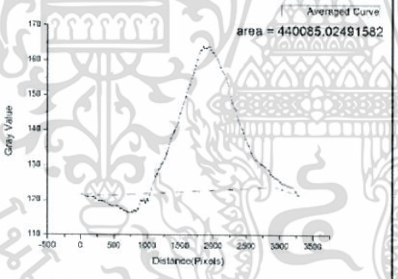
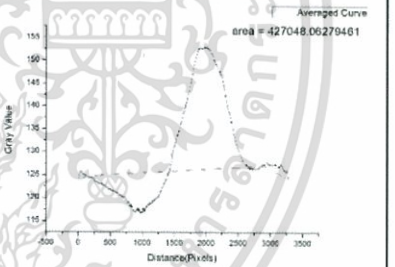
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.54 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 3 มิติแบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

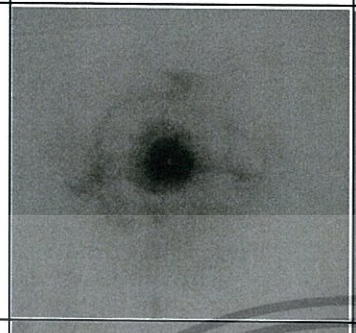
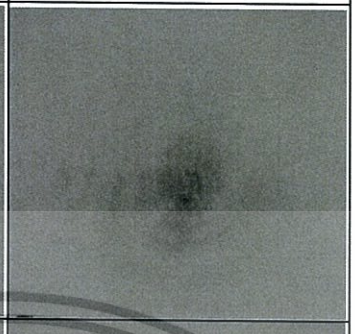
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.55 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 435,578.047	 Area = 426,304.576
2	 Area = 433,860.573	 Area = 429,618.473
3	 Area = 440,085.025	 Area = 427,048.062

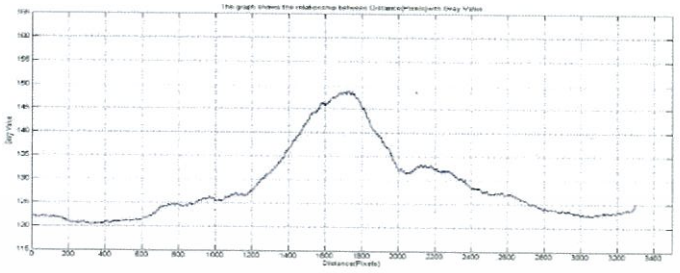
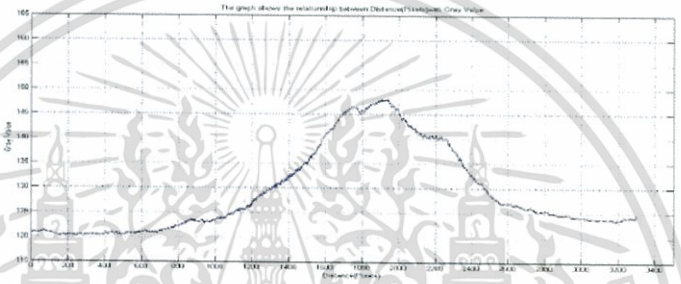
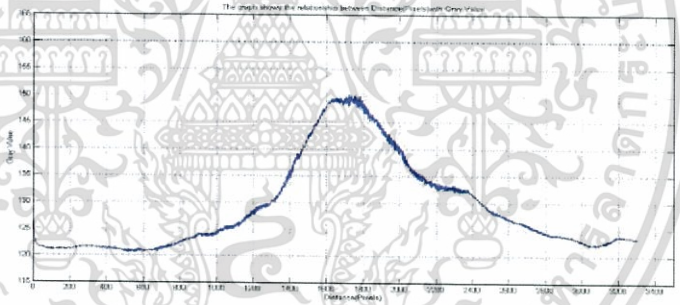
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.56 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

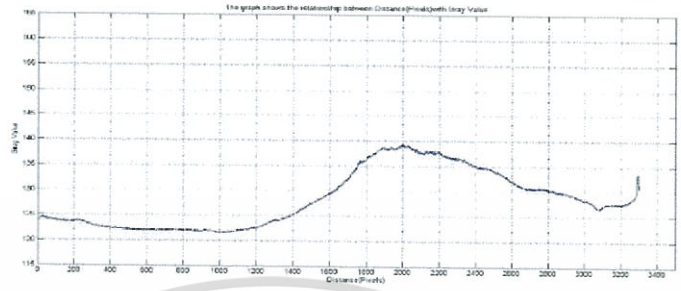
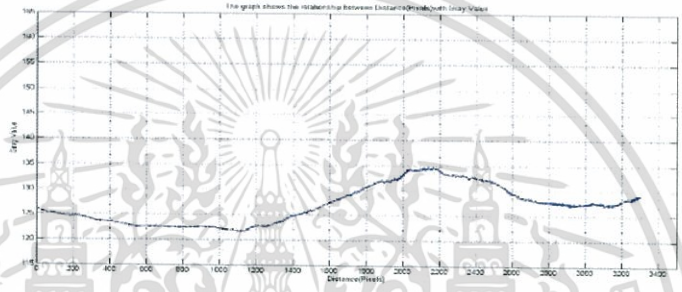
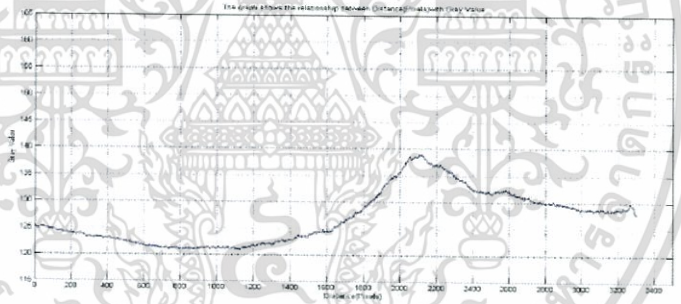
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.57 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบ 2 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

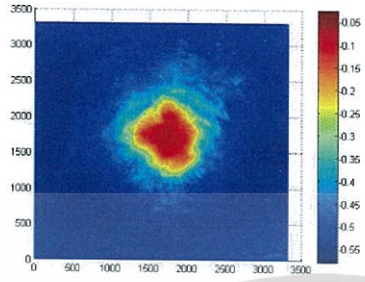
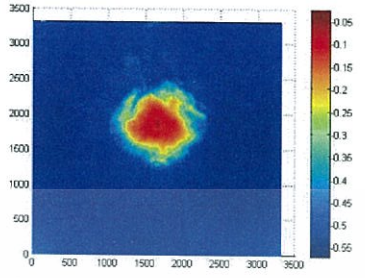
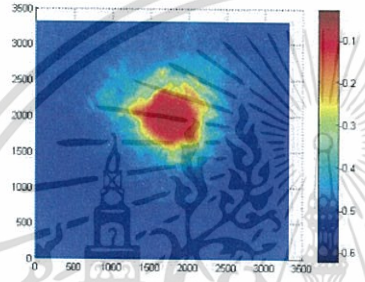
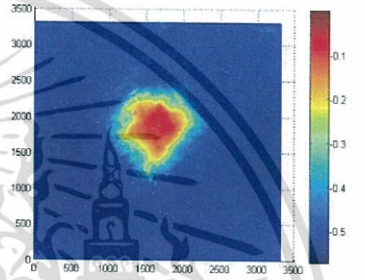
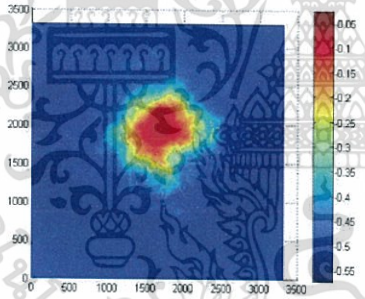
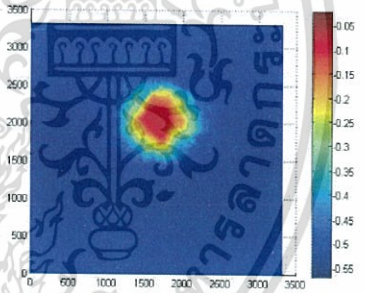
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.57 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบ 2 มิติ(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

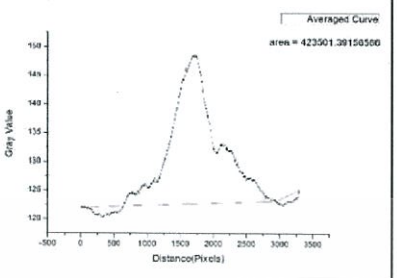
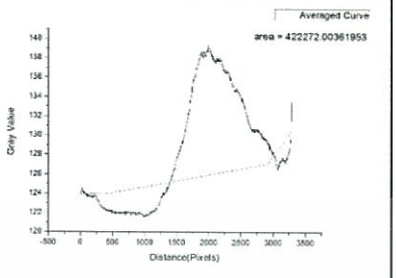
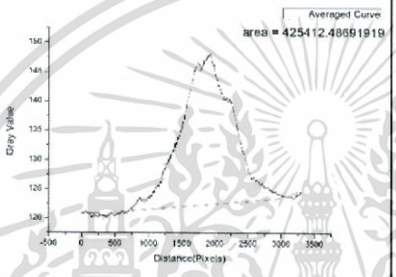
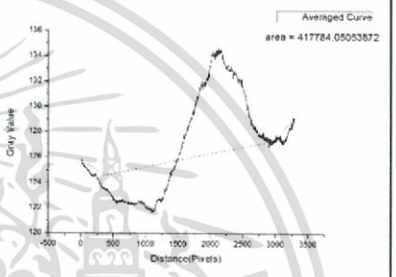
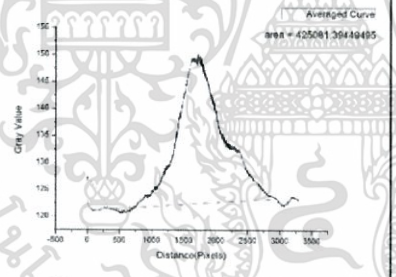
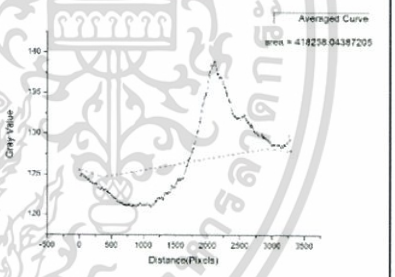
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.58 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 3 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.59 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 423,501.39	 Area = 422,272.003
2	 Area = 425,412.486	 Area = 417,784.050
3	 Area = 425,081.394	 Area = 418,258.043

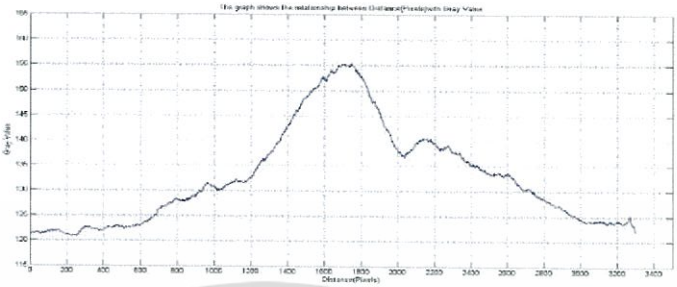
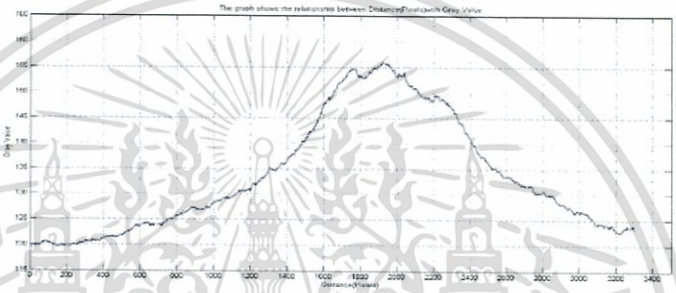
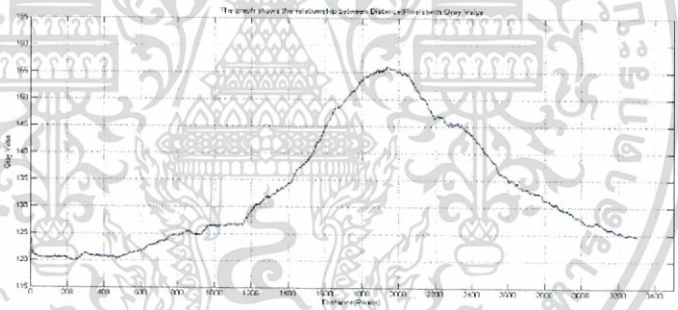
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.60 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

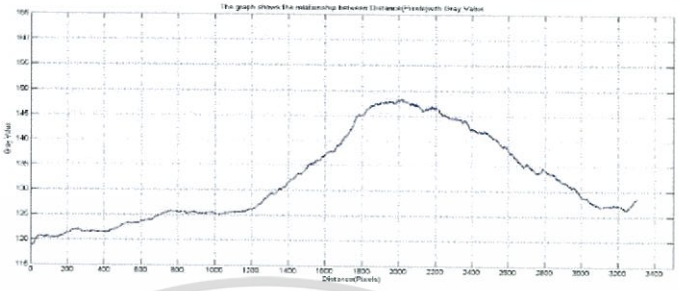
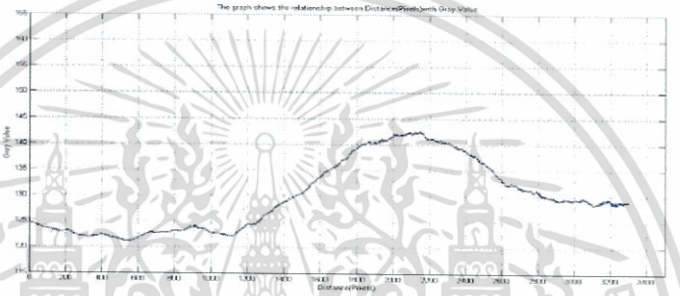
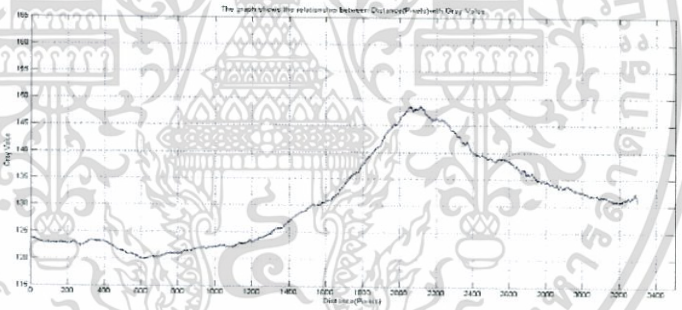
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.61 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 2 มิติแบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

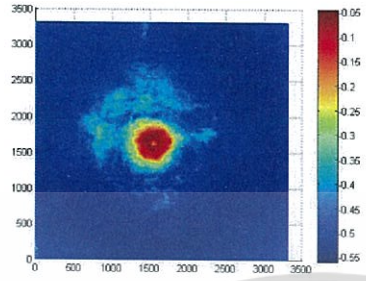
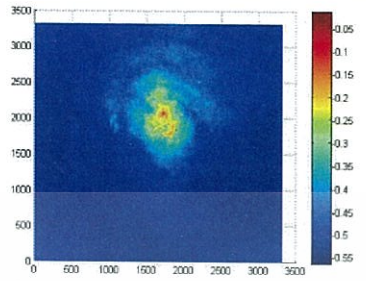
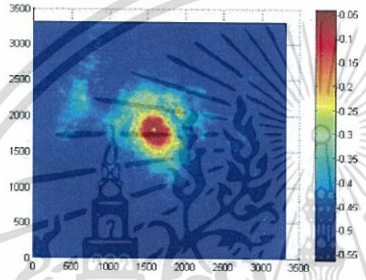
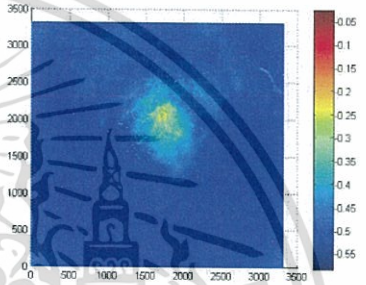
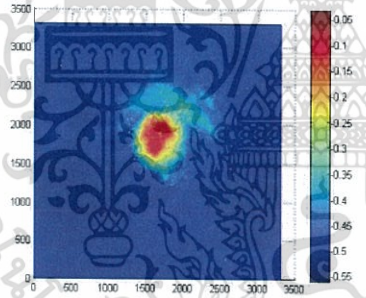
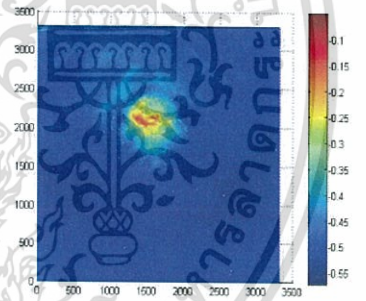
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.61 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 2 มิติแบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

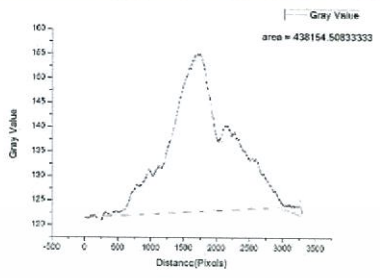
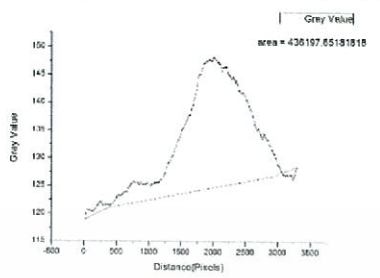
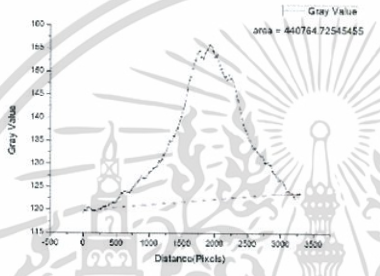
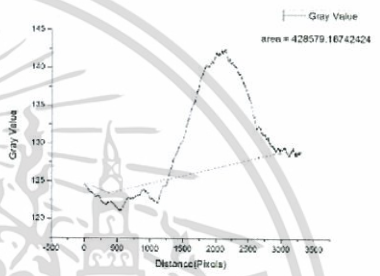
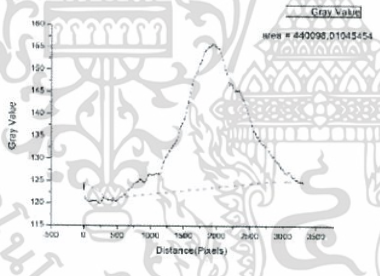
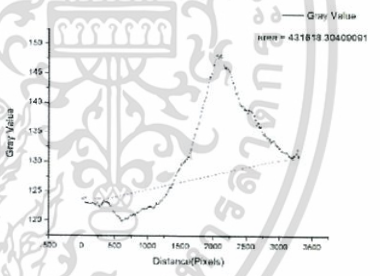
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.62 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 3 มิติแบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

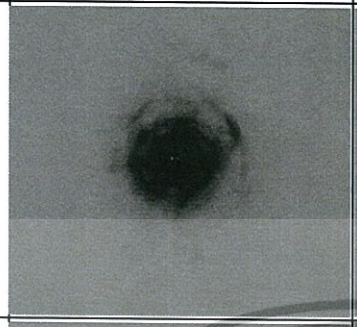
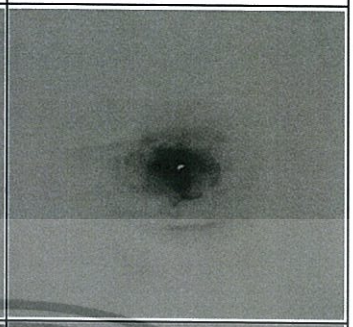
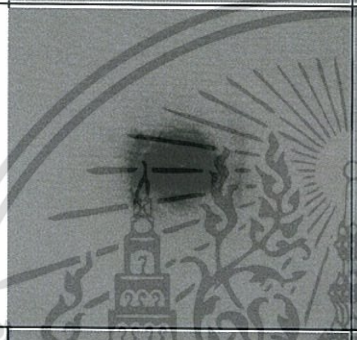
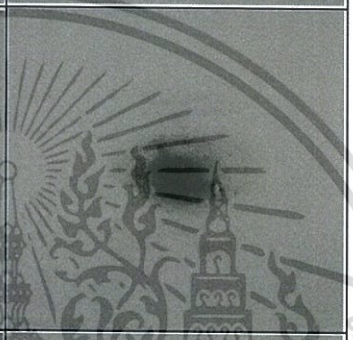
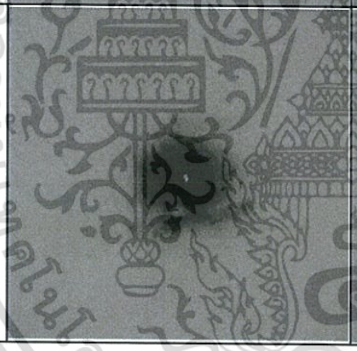
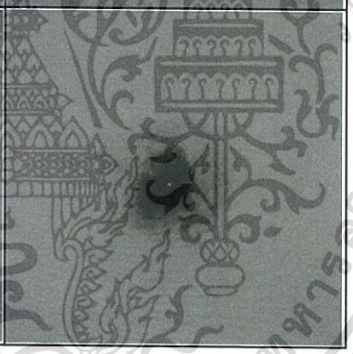
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.63 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำผ้าขาว cotton ขนาด 4 เหลี่ยม ไปวางที่ตัวหุ่นโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 438,154.508	 Area = 436,197.651
2	 Area = 440,764.725	 Area = 428,579.167
3	 Area = 440,098.010	 Area = 431,618.304

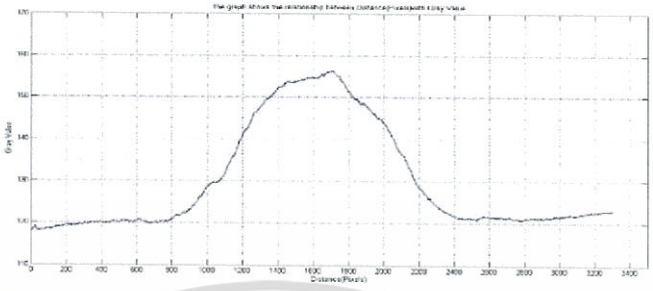
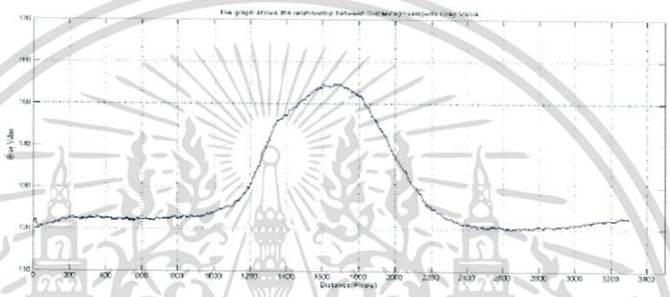
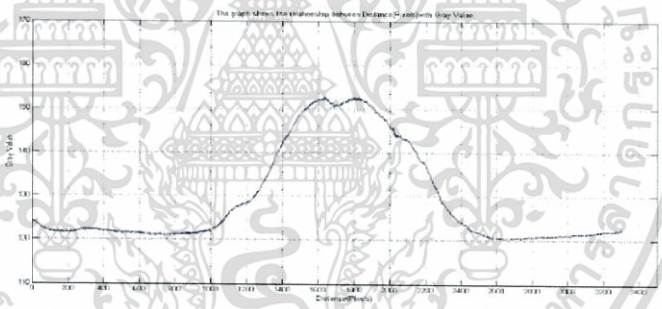
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.64 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

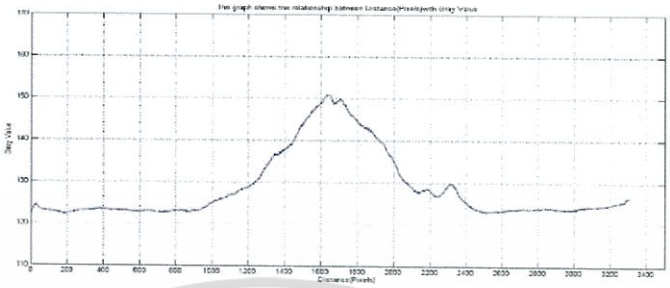
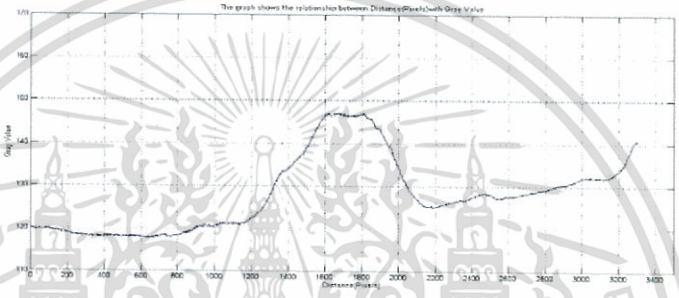
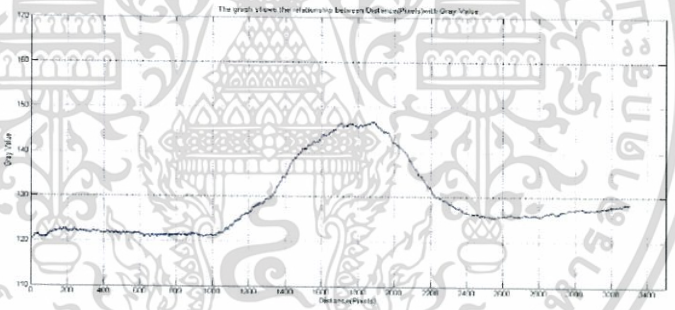
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.65 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

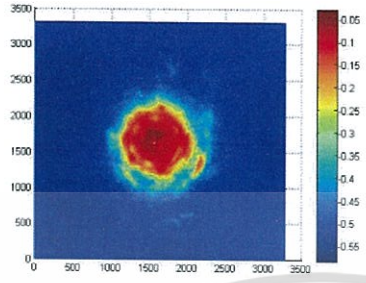
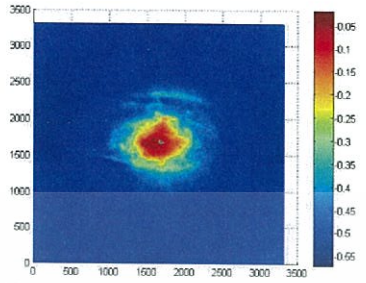
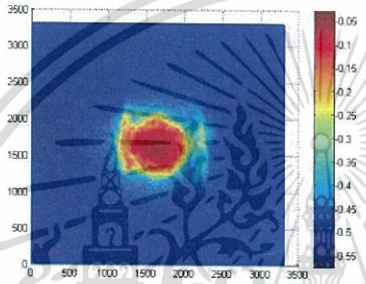
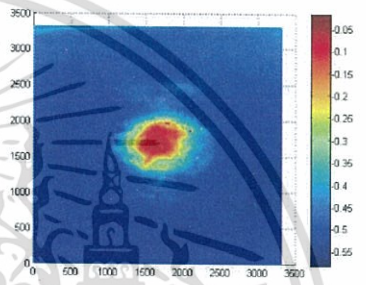
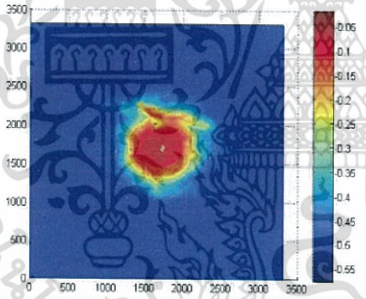
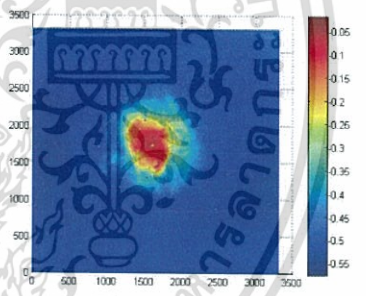
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.65 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 2 มิติ(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

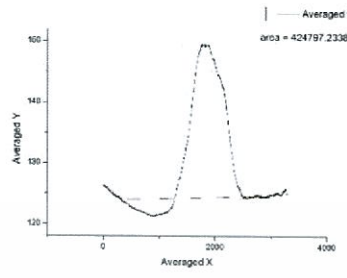
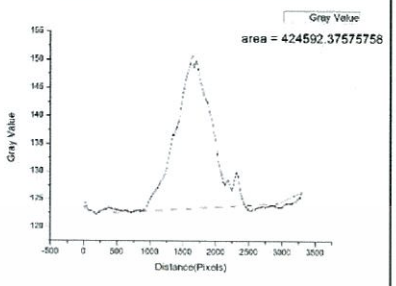
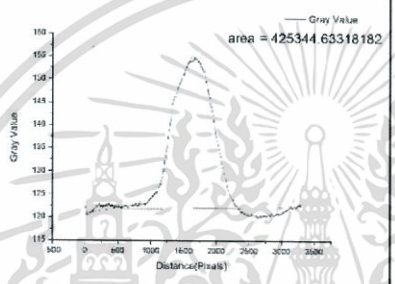
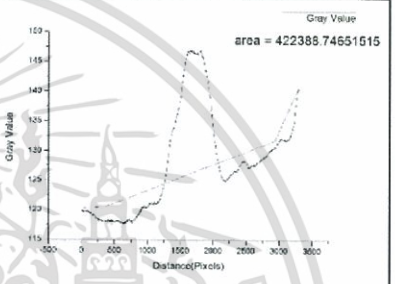
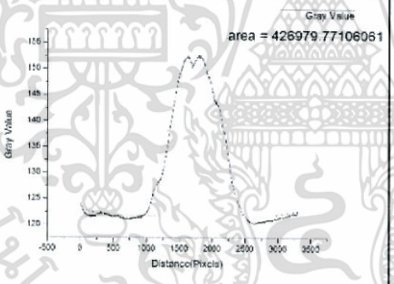
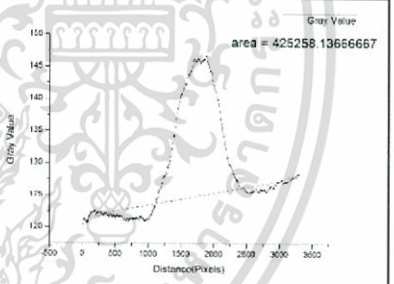
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.66 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบ 3 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

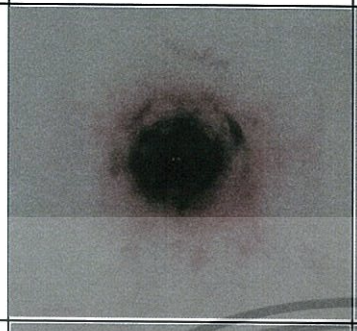
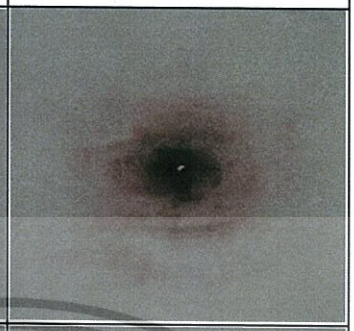
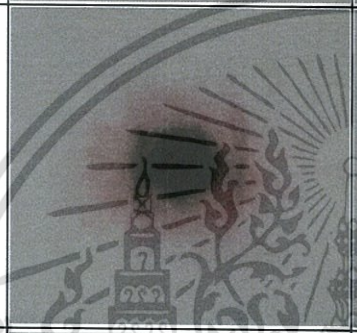
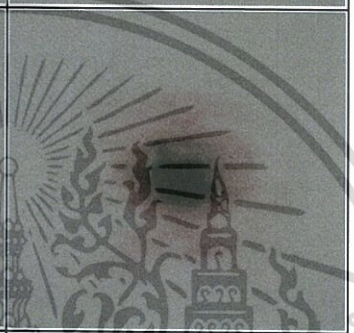
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.67 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 427,797.233	 Area = 424,592.375
2	 Area = 425,344.633	 Area = 422,388.746
3	 Area = 426,979.771	 Area = 425,258.136

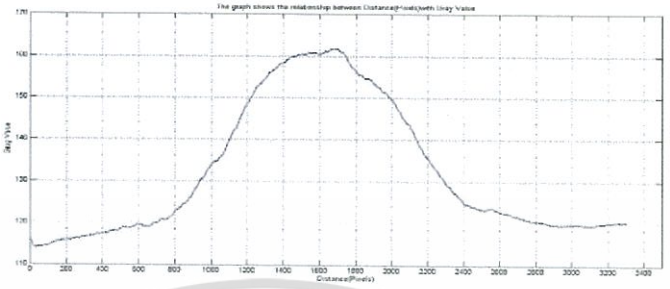
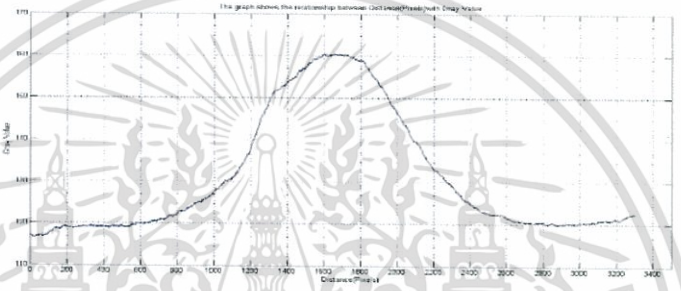
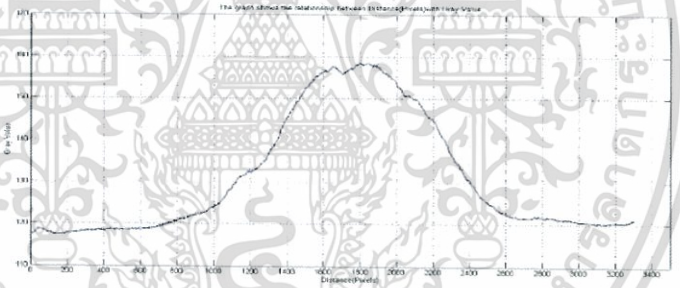
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.68 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

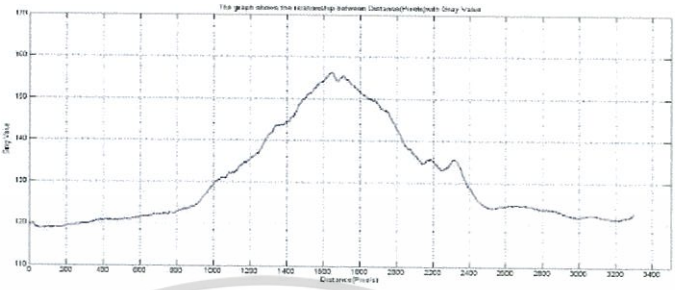
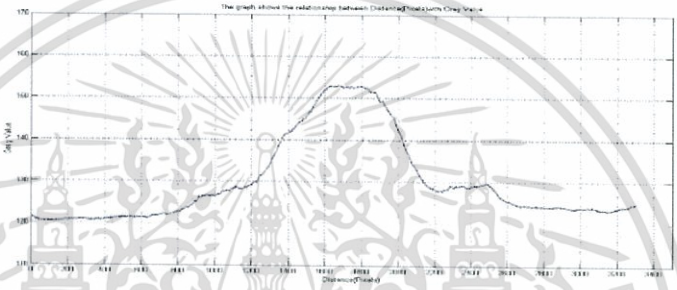
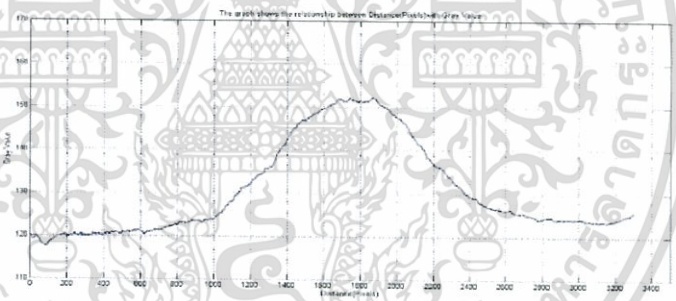
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.69 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 พ่นสารเคมีแบบกราฟ 2 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

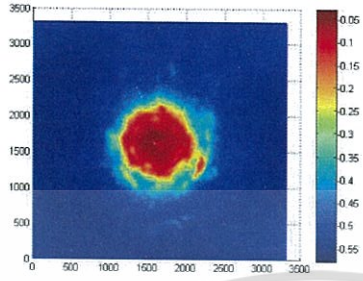
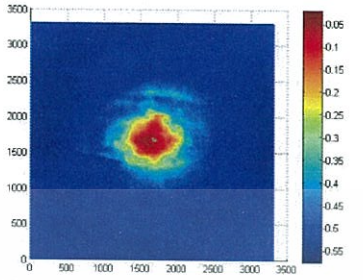
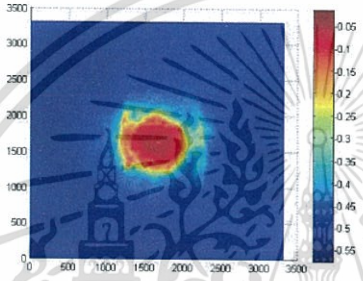
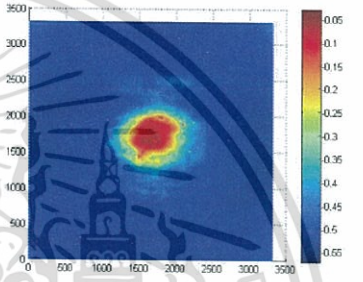
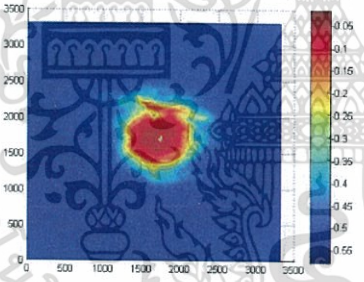
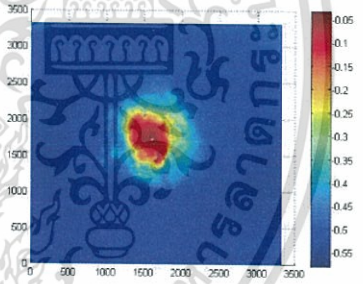
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.69 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 พ่นสารเคมีแบบกราฟ 2 มิติ(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

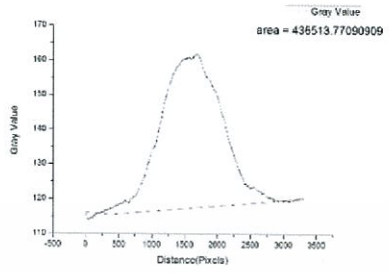
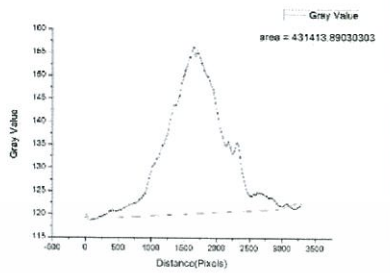
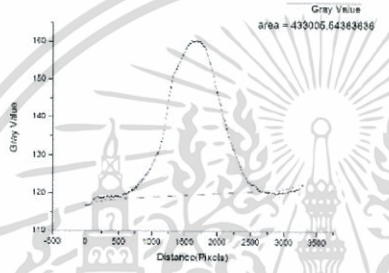
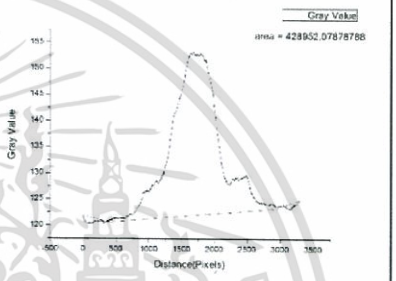
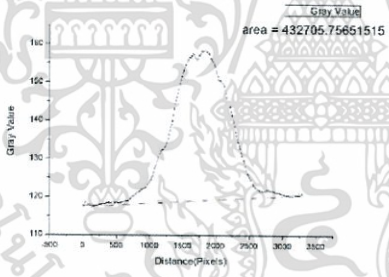
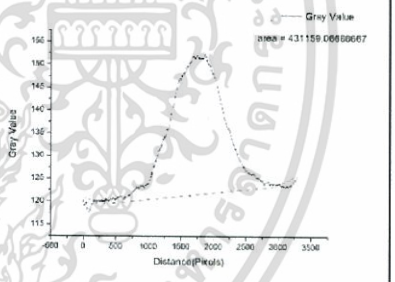
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.70 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 พ่นสารเคมี แบบ 3 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

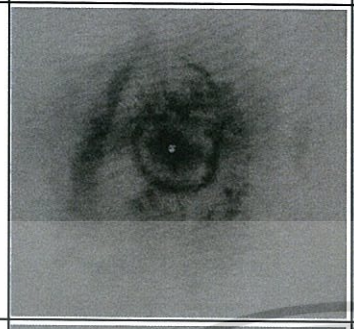
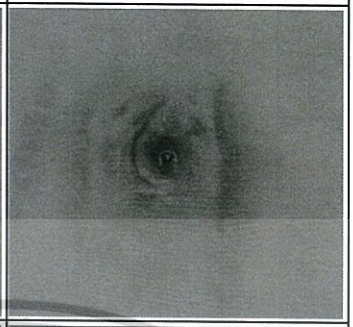
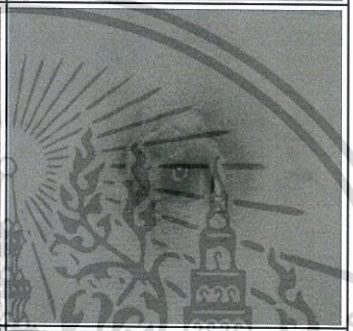
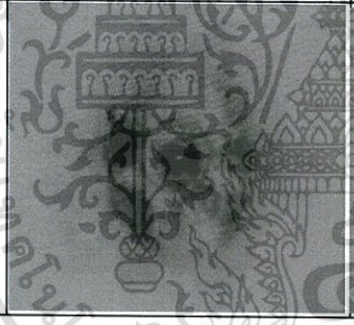
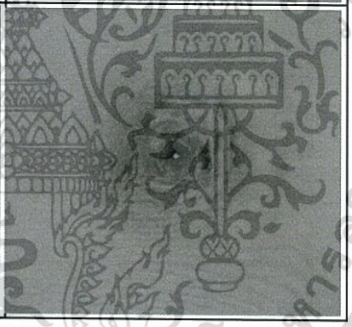
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.71 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด .38 แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 436,513.770	 Area = 431,413.890
2	 Area = 433,005.543	 Area = 428,952.078
3	 Area = 432,705.756	 Area = 431,159.067

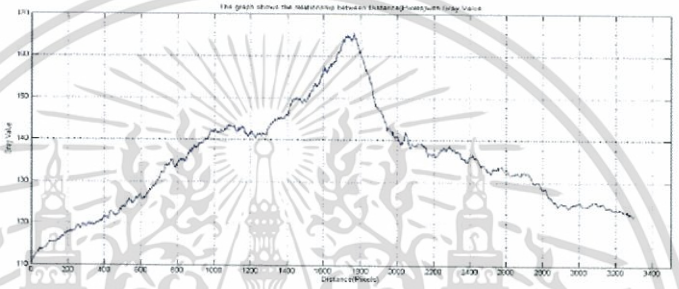
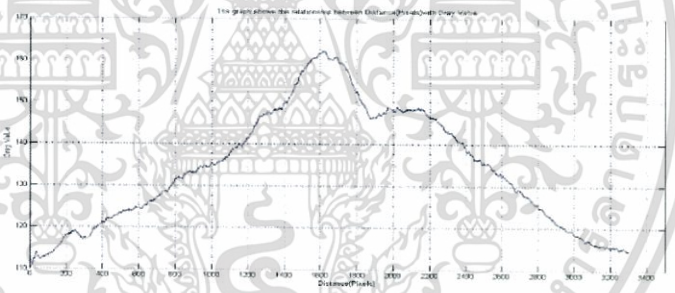
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.72 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

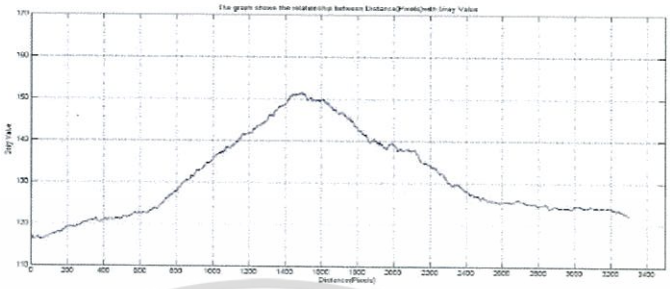
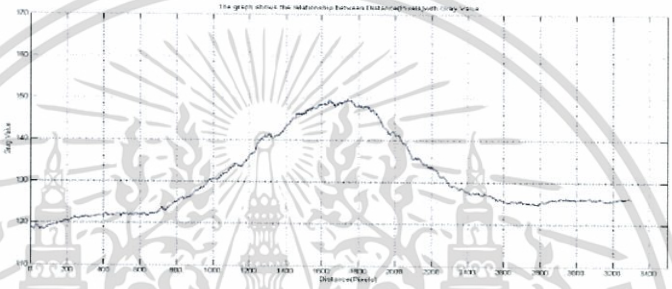
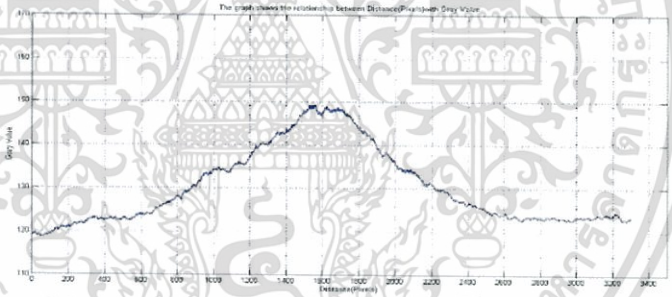
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.73 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 2 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

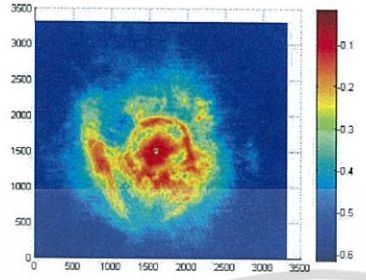
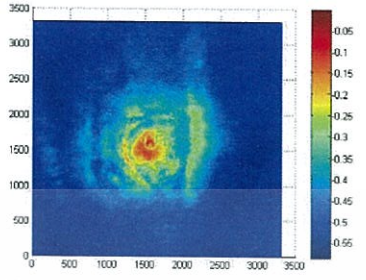
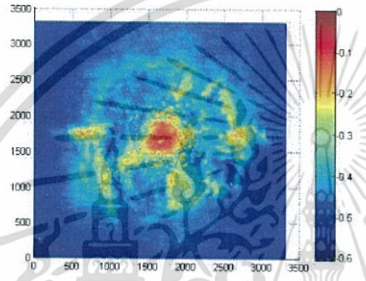
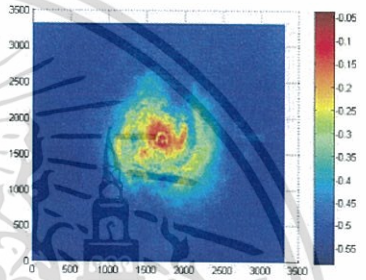
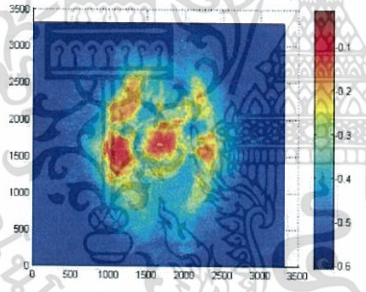
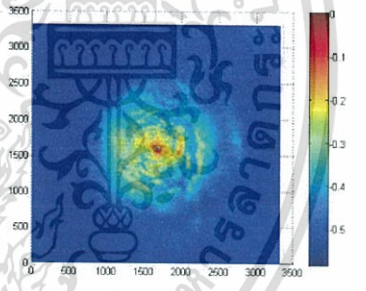
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.73 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 2 มิติ(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

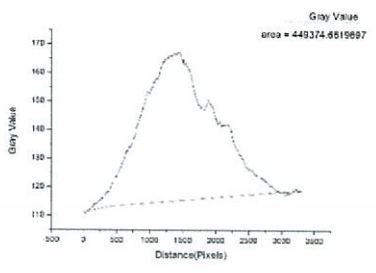
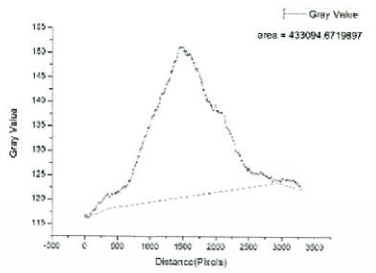
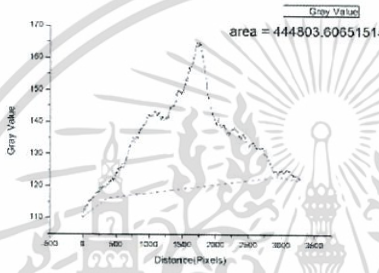
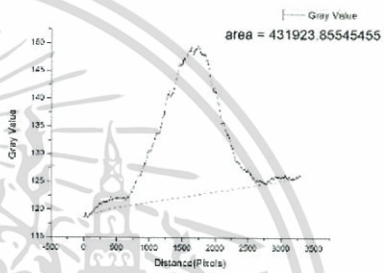
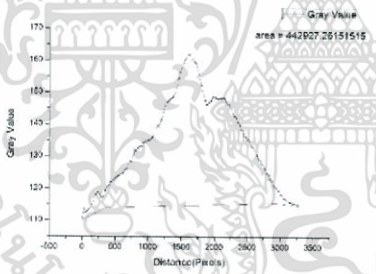
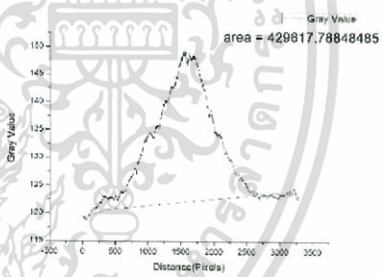
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.74 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบ 3 มิติ

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

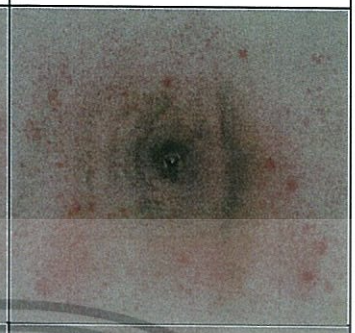
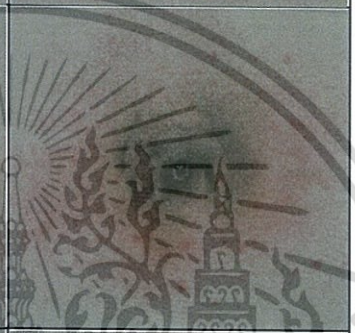
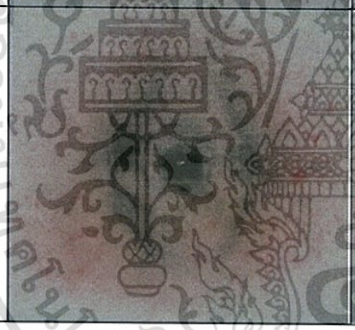
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.75 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 449,374.662	 Area = 433,094.671
2	 Area = 444,803.606	 Area = 431,923.855
3	 Area = 442,927.261	 Area = 429,617.788

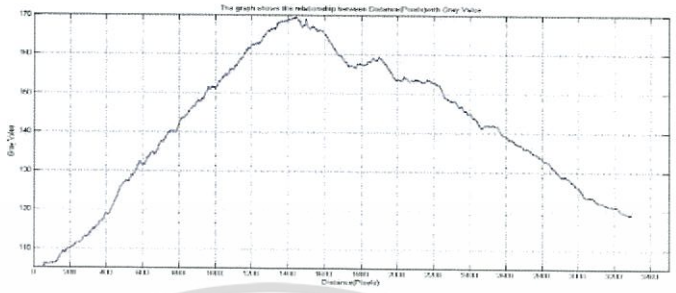
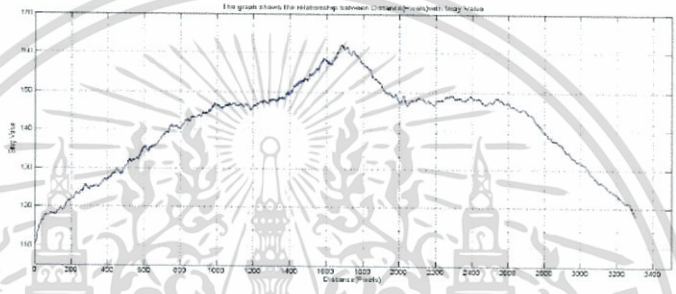
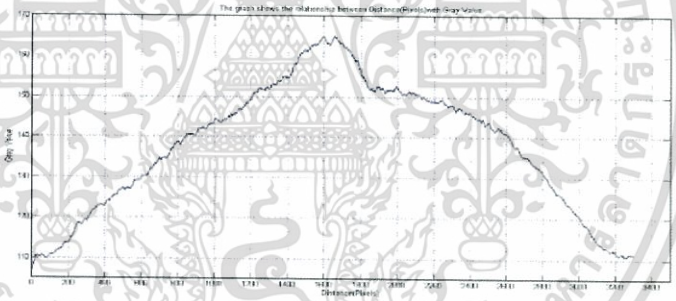
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.76 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม.แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

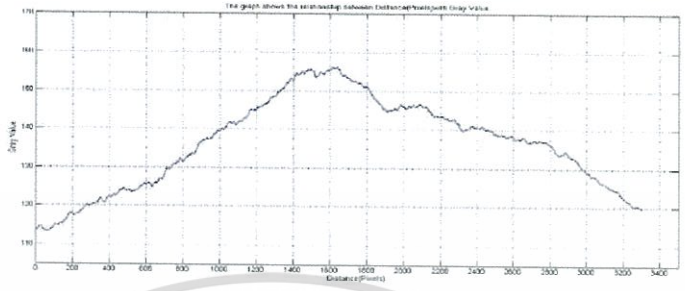
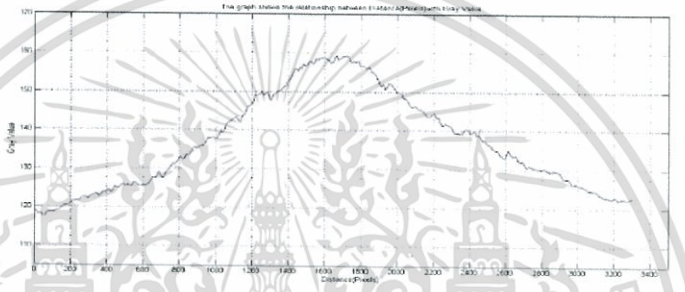
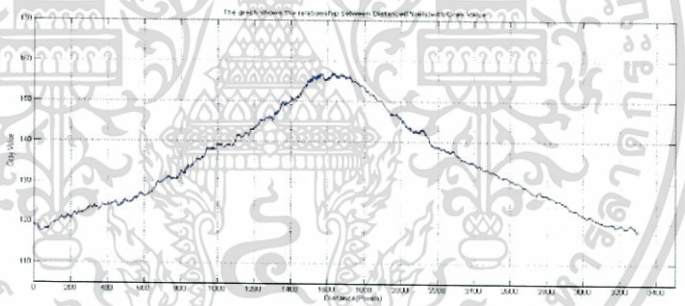
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.77 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 2 มิติ แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว
1	
2	
3	

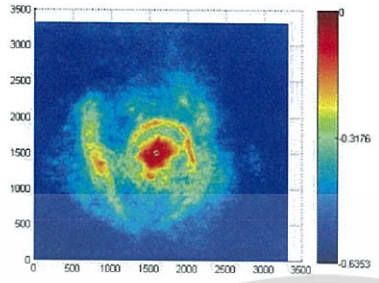
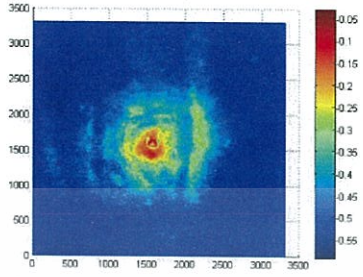
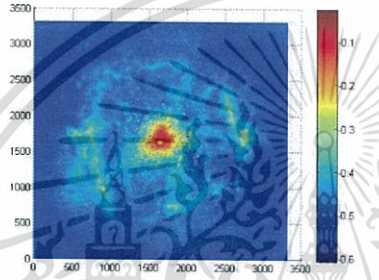
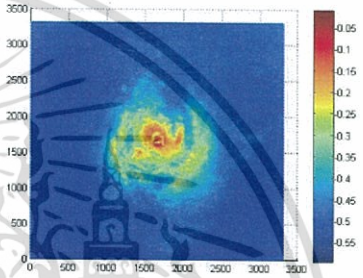
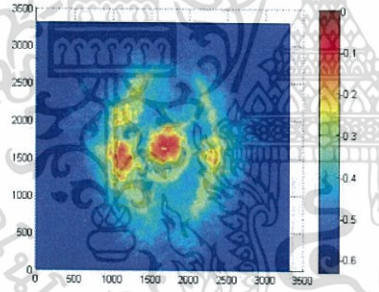
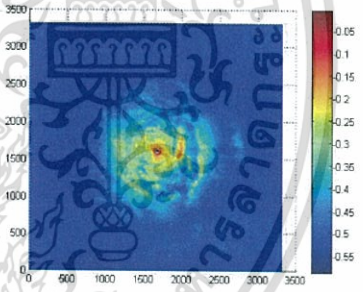
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.77 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 2 มิติ แบบพ่นสารเคมี(ต่อ)

ยิงครั้งที่	8 นิ้ว
1	
2	
3	

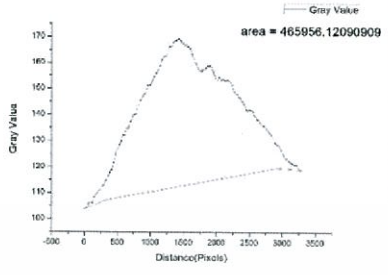
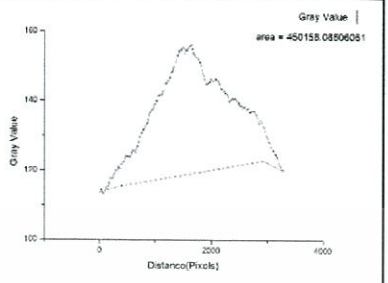
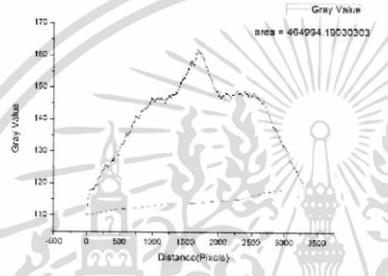
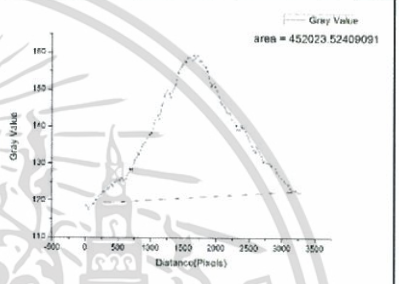
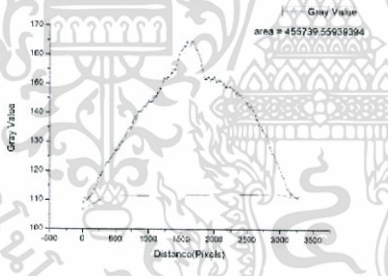
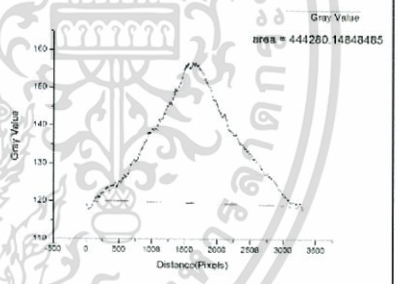
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.78 ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบน แผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. 3 มิติ แบบพ่นสารเคมี

ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1		
2		
3		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.79 การหาพื้นที่ใต้กราฟจากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนเมื่อนำเสื้อยืดสีขาวไปวางบนแผ่นไม้โดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. แบบพ่นสารเคมี

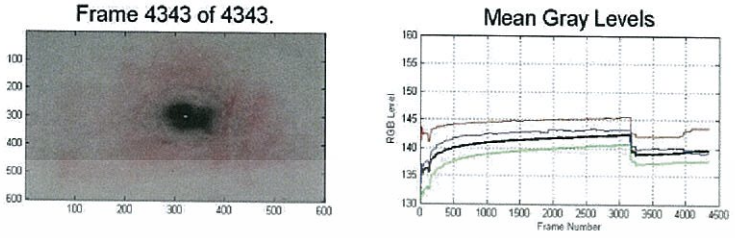
ยิงครั้งที่	4 นิ้ว	8 นิ้ว
1	 Area = 465,956.121	 Area = 450,158.086
2	 Area = 464,994.190	 Area = 452,023.524
3	 Area = 455,739.559	 Area = 444,280.148

จากการประมวลผลภาพข้างต้นจากกราฟเห็นได้ว่าหากมีการสลับตำแหน่งเป้ายิงโดยการนำเสื้อไปวางบนแผ่นไม้และนำผ้ามาว่างที่ตัวหุ่น ก็เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีรูปแบบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนที่ต่างกันทั้งภาพเขม่าที่เกิดจากกระสุนปืนขนาด .38และเขม่าที่เกิดจากกระสุนขนาด 9 มม. โดยจากพื้นที่ใต้กราฟเห็นได้ว่าเขม่าที่กระจายตัวอยู่บนแผ่นไม้มีค่าของพื้นที่ใต้กราฟที่มากกว่าเขม่าที่กระจายตัวอยู่บนหุ่น แม้จะใช้ผ้าและเสื้อที่มีขนาดเท่ากัน ทั้งนี้ก็เป็นเพราะว่าแผ่นไม้มีพื้นผิวที่เรียบกว่าตัวหุ่นทำให้ให้เขม่ากระจายตัวเป็นวงกว้างกว่าเขม่าที่เกาะอยู่บนตัวหุ่นทำให้สรุปได้ว่าหากมีการยิงปืนใส่วัตถุที่มีพื้นผิวต่างกันก็ทำให้รูปแบบการกระจายตัวของเขม่าต่างกันไปด้วย

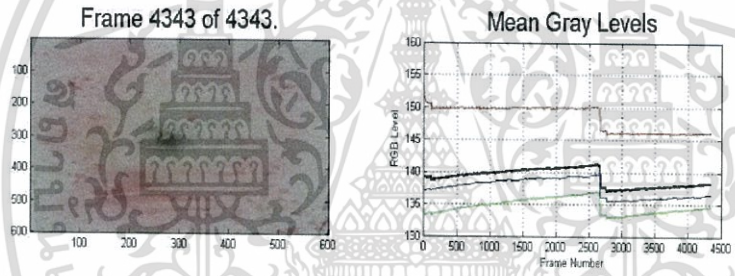
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์ค่า RGB

4.6.1 การวิเคราะห์หาค่า RGB ของ Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชู

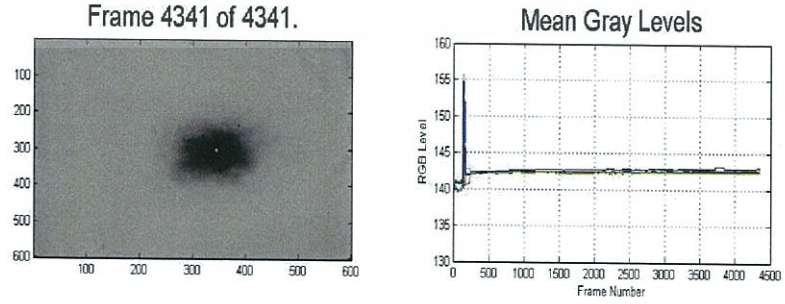


รูปที่ 4.12 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้กระสุนขนาด .38 ที่ระยะ 8 นิ้ว



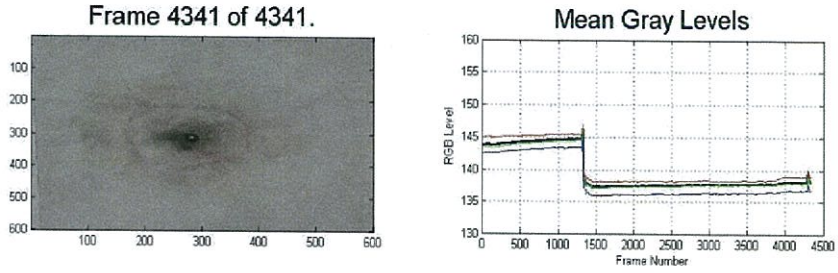
รูปที่ 4.13 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. ที่ระยะ 8 นิ้ว

4.6.2 การวิเคราะห์หาค่า RGB ของ Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0

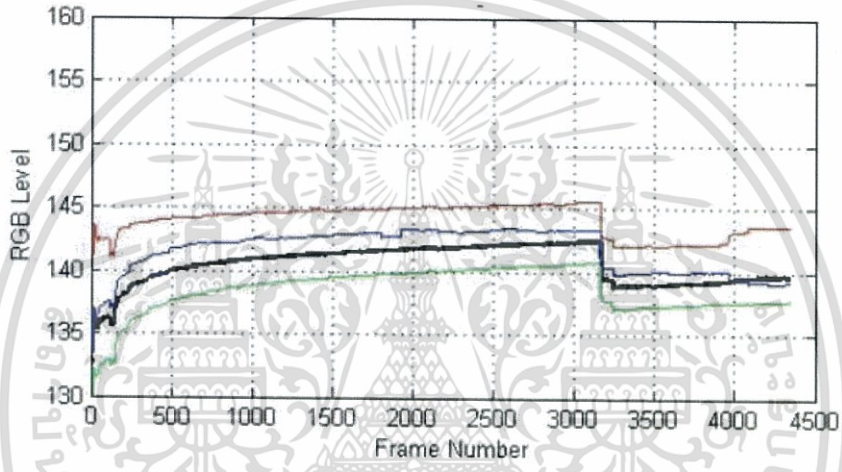


รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้กระสุนขนาด .38 ที่ระยะ 8 นิ้ว

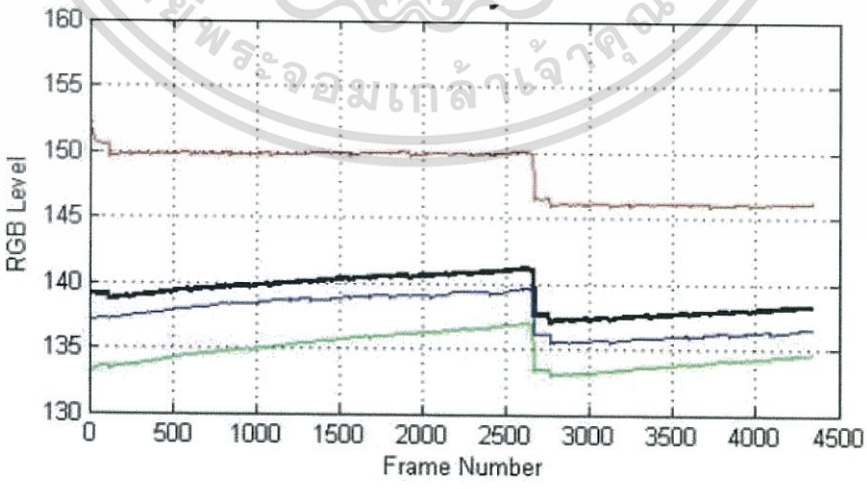
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การวิเคราะห์หาค่า RGB จากการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้กระสุนขนาด 9 มม. ที่ระยะ 8 นิ้ว

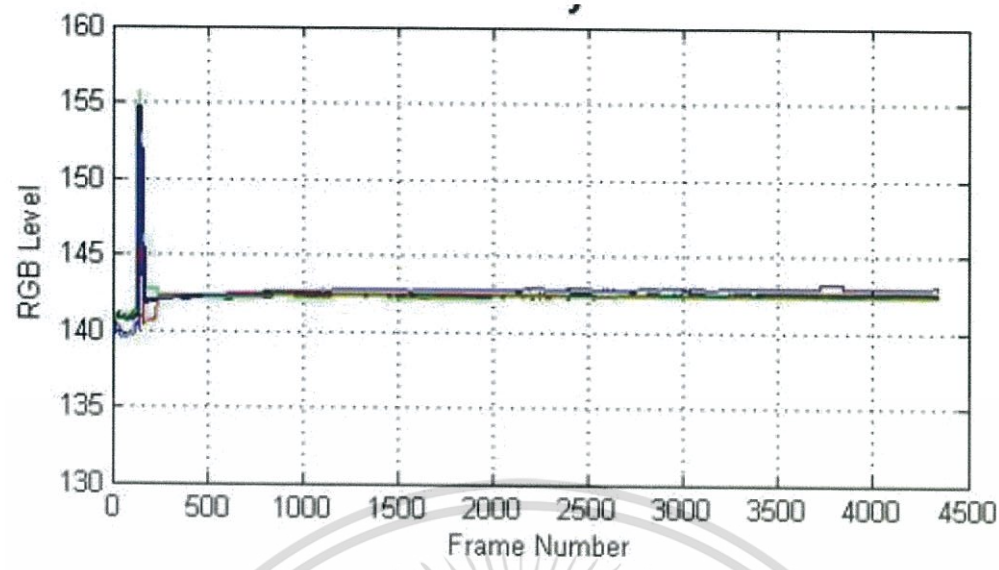


รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูโดยใช้กระสุนปืนขนาด .38

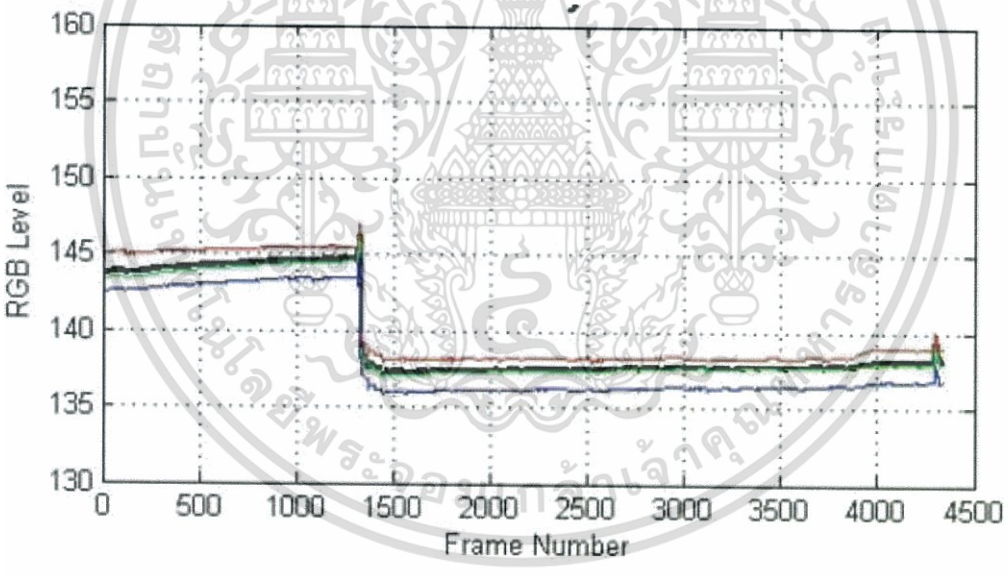


รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูโดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 โดยใช้กระสุนปืนขนาด .38



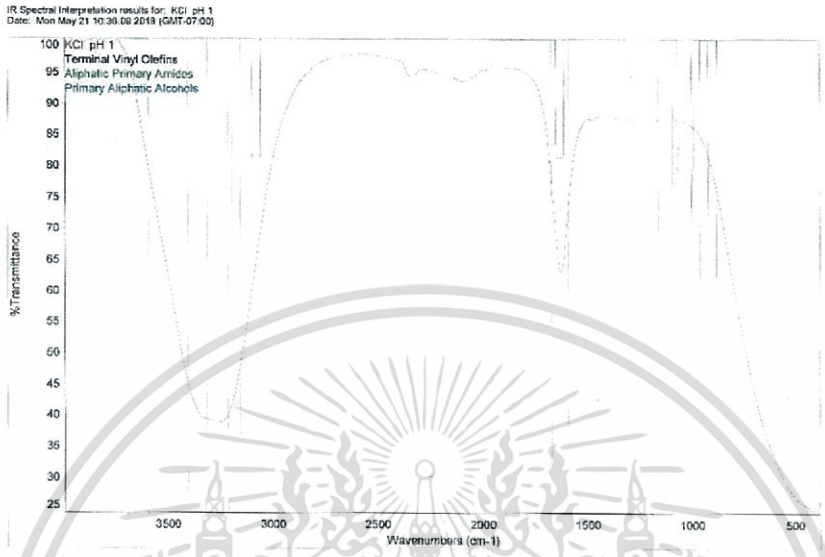
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RGB Level กับ Frame Number ของ Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 โดยใช้กระสุนปืนขนาด 9 มม.

จากกราฟข้างต้นเห็นได้ว่าสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชู เมื่อทำปฏิกิริยากับเขม่าดินปืนแล้วให้สีที่ติดทนนานกว่าสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 ทำให้พิสูจน์ได้ว่าสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0

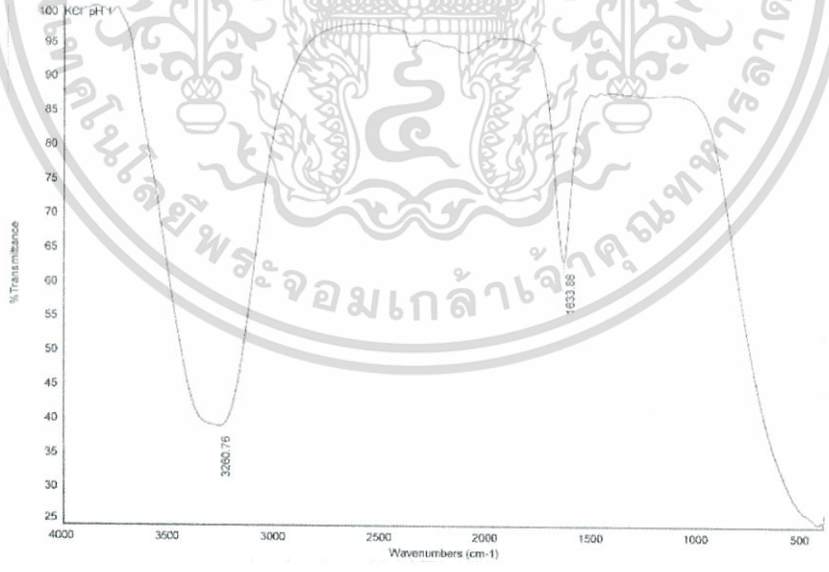
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุโดยใช้เครื่อง FT-IR

4.7.1 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุในสารเคมีชนิด KCl pH 1.0



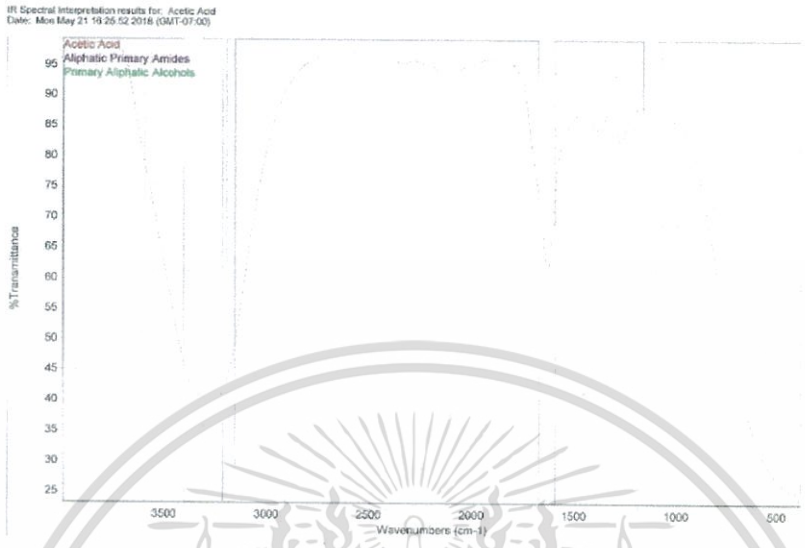
รูปที่ 4.20 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance



รูปที่ 4.21 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุในสารเคมีชนิดน้ำส้มสายชู



รูปที่ 4.22 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1}) กับ %Transmittance

รูปที่ 4.23 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Wavenumbers(cm^{-1})กับ%Transmittance

จากภาพข้างต้นเห็นได้ว่าในน้ำส้มสายชูมีสาร 2 ชนิดที่เหมือนกันกับ KCl pH 1.0 ก็คือ Alphatic primary amide และ Primary alphatic alcohols ซึ่งมี Wavenumbers ที่ใกล้เคียงกัน และน้ำส้มสายชูให้สีที่ติดทนนานกว่า KCl pH 1.0 ทำให้น้ำส้มสายชูสามารถใช้ทดแทน KCl pH 1.0 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบการกระจายตัวของเขม่าดินปืนทั้ง 2 ชนิด ด้วยเทคนิคการประมวลผล จากการประมวลผลภาพพบว่าที่ระยะ 4 นิ้วเขม่าดินปืนมีการกระจายตัวที่หนาแน่นที่สุด รองลงมาก็คือที่ระยะ 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้วและ 30 นิ้วตามลำดับเมื่อพ่นสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูลงบนวัตถุพยานทำให้เห็นถึงการกระจายตัวของเขม่าชัดเจนมากยิ่งขึ้น และเมื่อทำการพ่นสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ น้ำส้มสายชูเกิดสีที่เข้มกว่าและนานกว่าการพ่นสารเคมีชนิด Sodium rhodizonate กับ KCl pH 1.0 แต่พบว่าถ้ามีเขม่าดินปืนที่มาจากกระสุนปืนคนละชนิดกัน ระยะการยิงที่แตกต่างกันและเป้ายิงที่แตกต่างกันก็ส่งผลให้ลักษณะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนแตกต่างกันไปด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่กล่าวมาผู้ทำการทดลองมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจศึกษาดังนี้

1) ในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างของเขม่าดินปืน เขม่าที่เก็บมาได้นั้นควรเก็บไว้ในถุงซิบเพื่อไม่ให้อากาศภายทำปฏิกิริยากับเขม่าดินปืนได้
2) ในขั้นตอนการถ่ายภาพเขม่าดินปืนควรถ่ายในตู้ที่มีแสงสว่างอย่างเพียงพอ
3) ในขั้นตอนพ่นสารเคมีควรมีการควบคุมโดยการใส่ถุงมือและหน้ากากอนามัยทุกครั้ง เพราะสารเคมีชนิดนี้อาจส่งผลเสียต่อร่างกายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] MThai News. 2013. สื่อนอกเผย ไทยขึ้นแท่น มีผู้ครอบครองปืน มากสุดในเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้. [Online].
Available : https://news.mthai.com/world-news/198480.html

[2] อาวุธปืนในประเทศไทย. 2017.อาวุธปืนที่ถูกกฎหมายในประเทศไทย. [Online].
Available : http://thaiammo.com

[3] W.F. Rowe, "Firearms/Residues" Encyclopedia of forensicscience,Academic Press,pp.953,2000.

[4] Frank Engineer. 2014.Gun Techlogy [Online].
Available : http:// frankgun.blogspot.com/2014/10/cz-75.html

[5] Gun technology. 2014.ปืนพกออโตเมติก CZ 75 [Online].
Available : http://1.bp.blogspot.com

[6] ราชาแห่งปืนลูกโม่ Colt Python. 2017. [Online].
Available : https://www.spokedark.tv/posts/colt-python

[7] Colt Python. 2014.ปืนพกรีวอลเวอร์ [Online].
Available : http://impulse101.jp/en/gas-revolver/tanaka-works-colt-python-357-magnum-6inch- r-model-nickel-finish-gas-revolver-3278

[8] Cartride dimensions. 2018.9x19 mm Parabellum[Online].
Available : https://en.wikipedia.org/wiki/9%C3%9719mm_Parabellum

[9] งูเหลือมทอง : โคลท์ ไพธ่อน .357. 2014. [Online].
Available : https://www.dailynews.co.th/article/209303

[10] FEU10-SOP for Sodium Rhodizonate Test for Lead Residues. 2013. The Reverse Transfer for Dark-Colored Items. [Online].
Available : https://dfs.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/dfs/page

[11] มนตรี ดอนฟุ้งไพร. (2014).การพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและรอยกระสุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปืนแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยเทคนิค X-ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) และ FT- IR Spectroscopy. [Online].
Available : http://www.file:///C:/Users/User/Downloads/5

[12] อัษฎายุทธ ผลภาค. (2011).การตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเขม่าปราศจากตะกั่วกับแหล่งอื่น. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (นิติวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[13] Lucien g.haag. (2006). Shooting incident reconstruction.16 July 2006, Pages 65

[14] G.J. Edelman, E. Gaston, T.G. van Leeuwen P.J. Cullen,M.C.G. Aalders.Hyperspectral imaging for non-contact analysis of forensic traces,ForensicSci. Int. 223 (2012),Pages 28-39

[15] ปริญญา สงวนสัตย์. (2010). รู้จักกับ matlab. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, คู่มือ MATLAB(1-2). อาคารจัสมินอินเตอร์เนชั่นแนลทาวเวอร์: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด

[16] กานต์พิชชา ธาระพิษ ดวงฤดี ขวัญเมือง และทนงศักดิ์ คำแพทย์. (2017). การพัฒนาระบบวัดมุมสัมผัส,โครงงานพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,หน้า 3-10.

[17] Image processing. (2014).การประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม MATLAB.[Online].
Available : http://staff.cs.psu.ac.th/sathit/DigitalImage/BasicMatlab.pdf

[18] ดารณี ปัตตา.(2012).FTIR-Raman Spectrometer.[Online].
Available : http://web2.mfu.ac.th/center/stic/spectroscopy-chem-analysis-instrument/item/139-ftir-raman-spectrometer.html

[19] พลอยไพลิน แก้วบุญเรื่อง สุภาวดี ดาวดี จิรวัชร ธนูรัตน์และ ดร.วรรณา ศิริแสงตระกูล . (2559). รูปแบบการกระจายตัวของเขม่าปืนชนิดอนิทรีย์บนมือภายหลังการยิงปืน. The national and international Graduate Research Conference.หน้า 175.

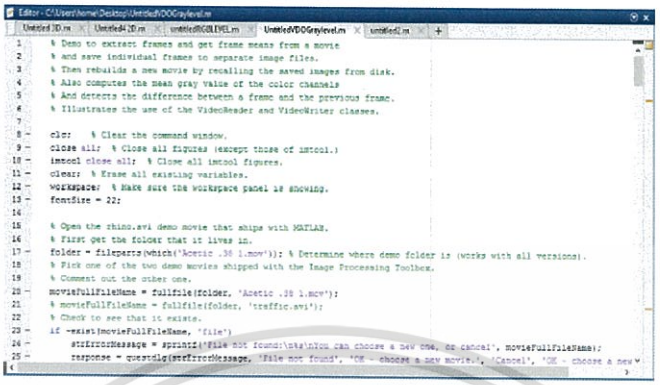
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

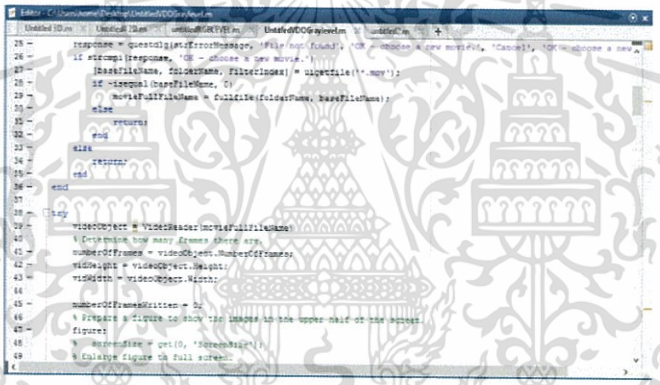
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

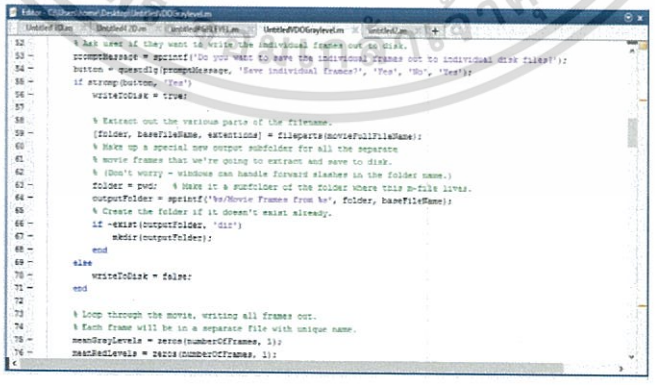
โค้ด GUI ที่ใช้ในการประมวลค่า RGB ของ KCl pH 1และน้ำส้มสายชู



รูปที่ 1 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 1

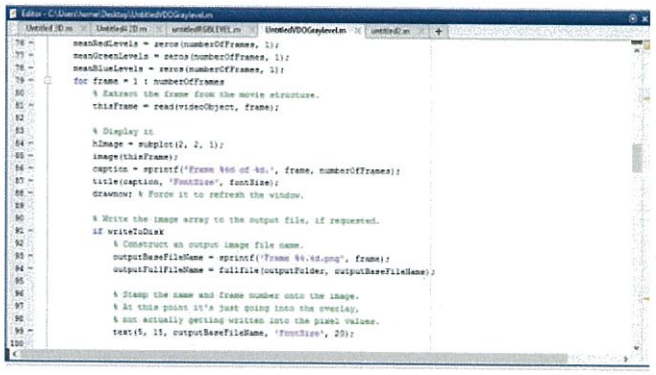


รูปที่ 2 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 2

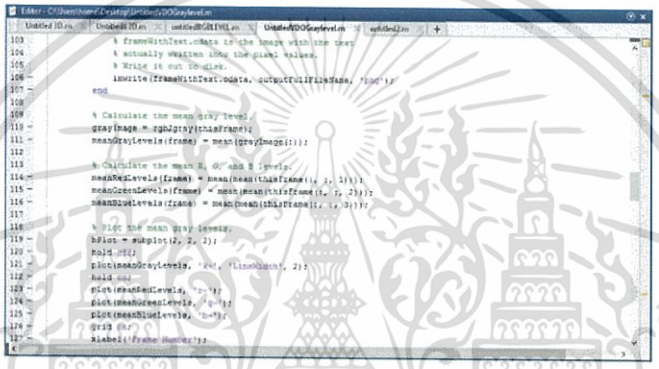


รูปที่ 3 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 3

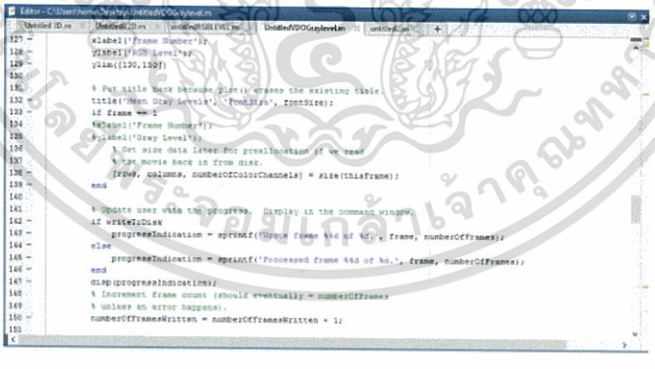
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 4

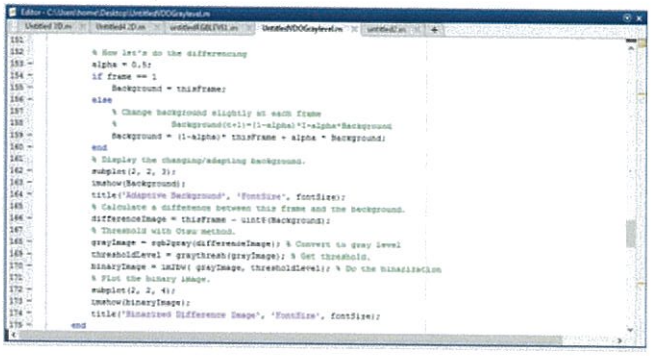


รูปที่ 5 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 5



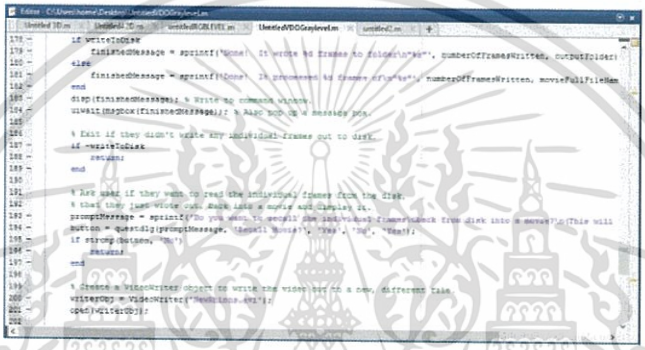
รูปที่ 6 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
        % Now let's do the differencing
        alpha = 0.5;
        if frame == 1
            Background = thisFrame;
        else
            % Change background slightly at each frame
            %           Background(:,:)=(1-alpha)*1-alpha*Background
            Background = (1-alpha)* thisFrame + alpha * Background;
        end
        % Display the changing/adapting background.
        subplot(2, 2, 3);
        imshow(Background);
        title('Adaptive Background', 'FontSize', fontSize);
        % Calculate a difference between this frame and the Background.
        differenceImage = thisFrame - uint8(Background);
        % Threshold with Otsu method.
        grayImage = rgb2gray(differenceImage); % Convert to gray level
        thresholdLevel = graythresh(grayImage); % Get threshold.
        binaryImage = im2bw( grayImage, thresholdLevel); % Do the binarization
        % Plot the binary image.
        subplot(2, 2, 4);
        imshow(binaryImage);
        title('Binarized Difference Image', 'FontSize', fontSize);
    end
```

รูปที่ 7 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 7



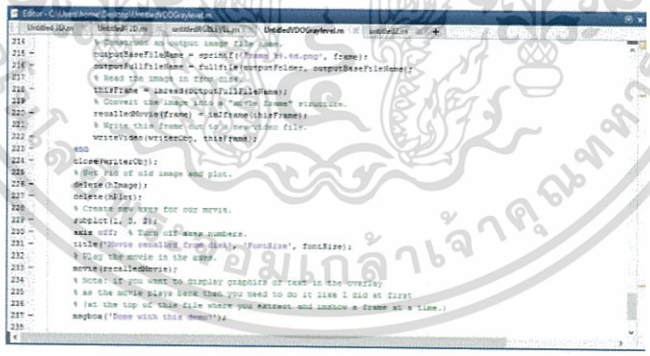
```
    if writeToDisk
        finishedMessage = sprintf('Done!  It wrote %d frames to folder\n"%s"', numberOfFramesWritten, outputFolder);
    else
        finishedMessage = sprintf('Done!  It processed %d frames of\n"%s"', numberOfFramesWritten, movieFullFileNam
    end
    disp(finishedMessage); % Write to command window.
    uiwait(msgbox(finishedMessage)); % Also pop up a message box.

    % Exit if they didn't write any individual frames out to disk.
    if ~writeToDisk
        return;
    end

    % Ask user if they want to read the individual frames from the disk,
    % that they just wrote out, back into a movie and display it.
    promptMessage = sprintf('Do you want to recall the %d frames back from disk into a movie?\n(This will
    button = questdlg(promptMessage, 'Recall Movie?', 'Yes', 'No', 'Yes');
    if strcmp(button, 'No')
        return;
    end

    % Create a VideoWriter object to write the video out to a new, different file.
    writerObj = VideoWriter('TestMovie.avi');
    open(writerObj);
```

รูปที่ 8 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 8



```
        % Construct an output image file name.
        outputBaseFileName = sprintf('Frame %4.4d.png', frame);
        outputFullFileName = fullfile(outputFolder, outputBaseFileName);
        % Read the image in from disk.
        thisFrame = imread(outputFullFileName);
        % Convert the image into a "movie frame" structure.
        recalledMovie(frame) = im2frame(thisFrame);
        % Write this frame out to a new video file.
        writeVideo(writerObj, thisFrame);
    end
    close(writerObj);
    % Get rid of old image and plot.
    delete(hImage);
    delete(hPlot);
    % Create new axes for our movie.
    subplot(1, 2, 2);
    axis off;  % Turn off axes numbers.
    title('Movie recalled from disk', 'FontSize', fontSize);
    % Play the movie in the axes.
    movie(recalledMovie);
    % Note: if you want to display graphics or text in the overlay
    % as the movie plays back then you need to do it like I did at first
    % (at the top of this file where you extract and imshow a frame at a time.)
    msgbox('Done with this demo!');
```

รูปที่ 9 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 9

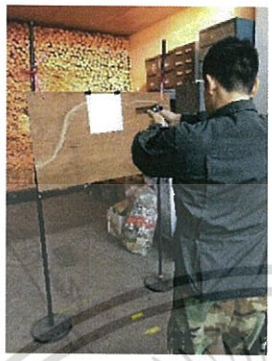
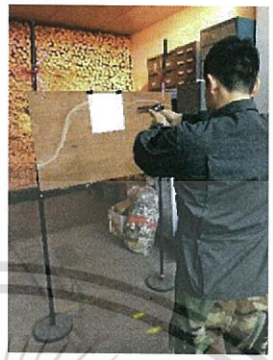
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการทดลอง

รูปที่ 1 ยิงปืนใส่เป้าผ้าที่มีขนาด 10 x 10 นิ้ว
และยิงปืนใส่หุ่นที่ระยะ 4 นิ้ว 8 นิ้ว 12 นิ้ว 16 นิ้ว 24 นิ้วและ30

รูปที่ 2 เตรียมสารละลาย Sodium rhodizonate

รูปที่ 3 ทำการพ่นน้ำน้ำสายชูลงไปบนเขม่า จากนั้นพ่น Sodium rhodizonate ทับลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 หากเขม่าปรากฏเป็นสีม่วงขึ้นมา จากนั้นให้ทำการถ่ายภาพ

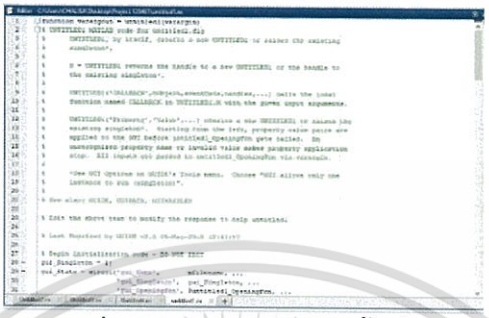
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

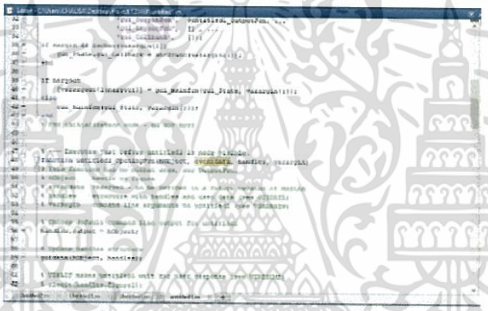
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

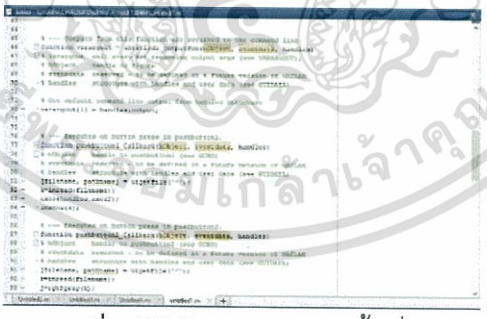
โค้ด GUI ที่ใช้ประมวลผลภาพแบบ 2 มิติและ 3 มิติ



รูปที่ 1 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 1

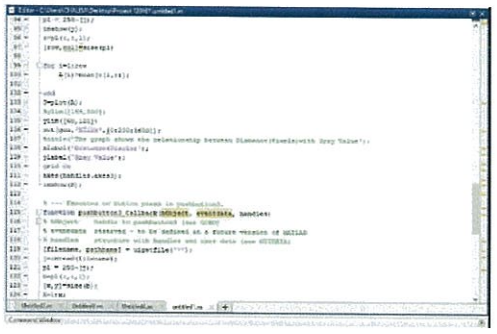


รูปที่ 2 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 2

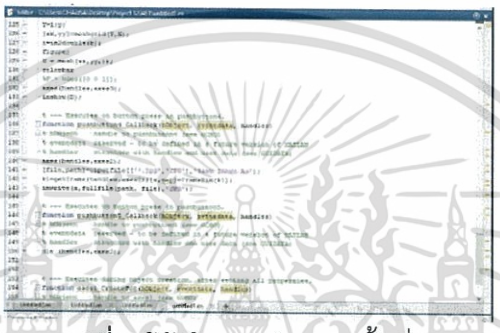


รูปที่ 3 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

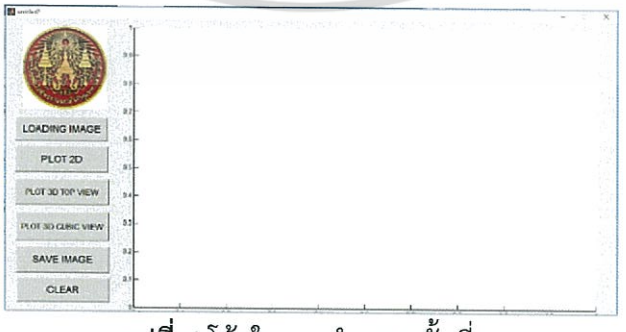


รูปที่ 4 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 4



รูปที่ 5 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 5

รูปที่ 7 หน้าต่าง GUI ที่ใช้ในการประมวลผลภาพ 2 มิติและ 3 มิติ



รูปที่ 6 โค้ดในการทำ GUI ขั้นที่ 6

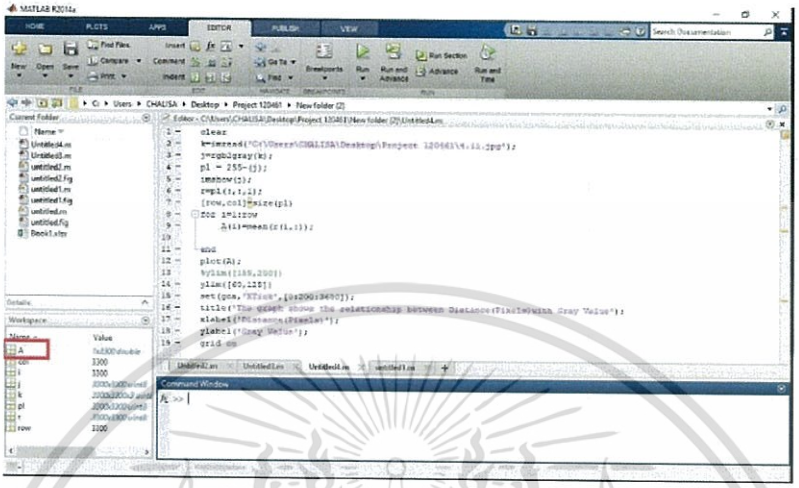
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

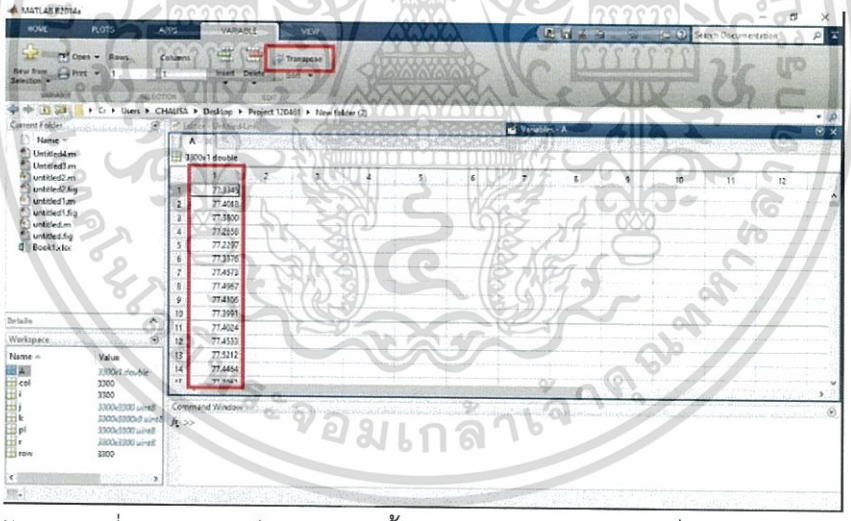
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการหาพื้นที่ใต้กราฟด้วยโปรแกรม Origin Pro

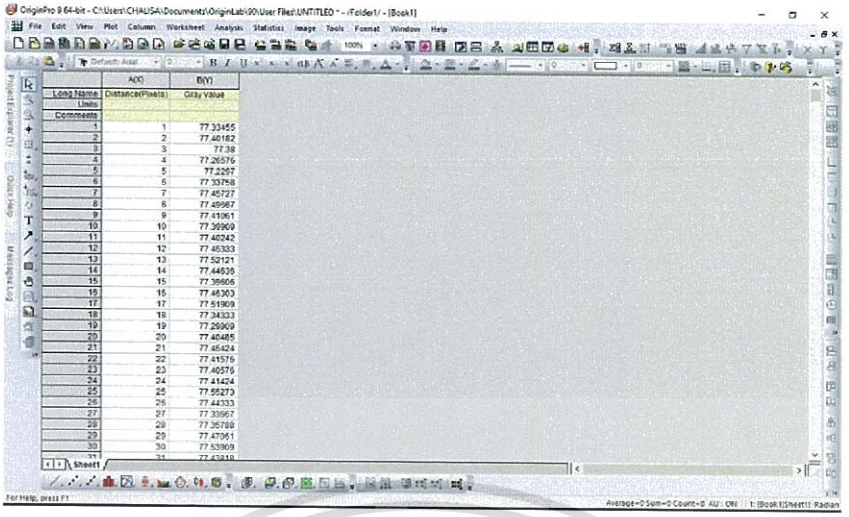


รูปที่ 1 เข้าหน้าต่างของการ Plot 2 มิติ ในโปรแกรม MATLAB กดดับเบิลคลิกที่ช่องสีแดง

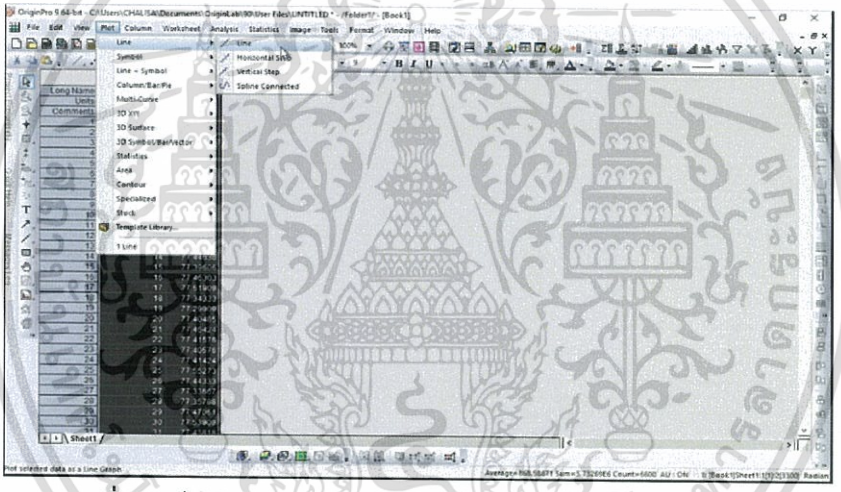


รูปที่ 2 หลังจากกดที่ช่องสีแดงจะได้หน้าต่างนี้ ให้กดปุ่ม Transpose เพื่อกลับแถวไปเป็นคอลัมน์ และคัดลอกข้อมูลในแถวที่ 1 เพื่อใช้ในการหาพื้นที่ใต้กราฟ

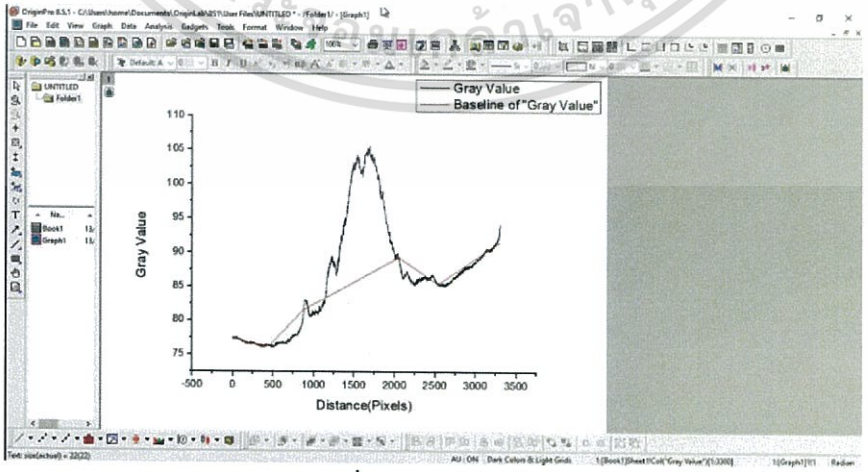
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากรูปที่ 2 มาใส่ในโปรแกรม **Origin Pro**



รูปที่ 4 พล็อตกราฟระหว่าง Distance(Pixels) กับ Gray Value



รูปที่ 5 หาเส้นเบสไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 5 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

ข้าพเจ้า นางสาวชาลิสา ทองดี รหัสประจำตัว 57050951

นางสาวสิริรัตน์ ศุภลักษณ์ รหัสประจำตัว 57051046

นายอมรวิทย์ ธน.โม้ รหัสประจำตัว 57051057

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์

ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การประมาณระยะการกระจายตัวของเขม่าดินปืนโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ

ชื่อภาษาอังกฤษ Estimation Of Shooting Distance Frome Gunshot Residue Using Image Processing Method

ปีการศึกษา 2560

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่น และได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 5.04 % หรือโปรแกรม Turnitin 5.04 %

ลงชื่อ ชาลิสา ทองดี ลงชื่อ สิริรัตน์ ศุภลักษณ์ ลงชื่อ อมรวิทย์ ธน.โม้

(นางสาวชาลิสา ทองดี) (นางสาวสิริรัตน์ ศุภลักษณ์) (นายอมรวิทย์ ธน.โม้)

ข้าพเจ้า ดร.ภาณุพล โขลนกระโทก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษของนักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

(ดร.ภาณุพล โขลนกระโทก)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้