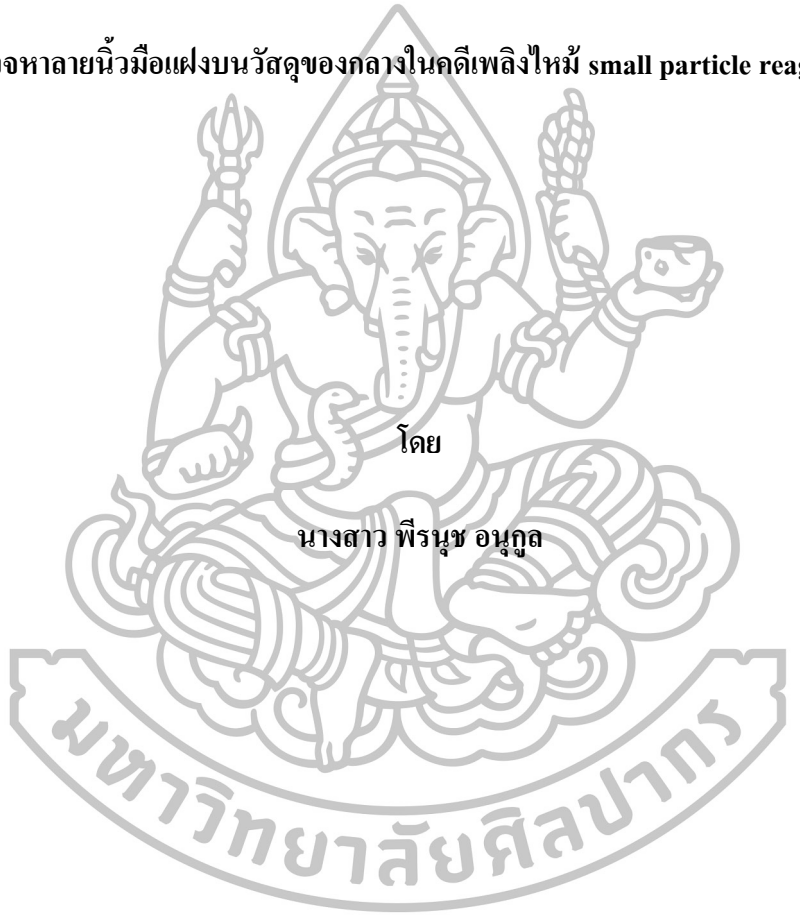
# การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุของกลางในคดีเพลิงไหม้ small particle reagent (SPR)




โดย

นางสาว พีรนุช อนุกูล


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558


ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุของกลางในคดีเพลิงไหม้ small particle reagent (SPR)


โดย

นางสาว พีรนุช อนุกูล


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558


ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# DETECTION OF LATENT FINGERPRINTS ON THE MATERIAL IN FIRE CASE BY SMALL PARTICLE REAGENT (SPR)

By

Ms.Peeranuch Anukool

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Science Program in Forensic Science

Academic Year 2015

**Copyright of Graduate School,Silpakorn University**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การตรวจ หาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุของกลางในคดีเพลิงไหม้ด้วยวิธี small particle reagent (SPR)”เสนอโดย นางสาวพีรนุช อนุกูล เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ รองศาสตราจารย์ พล.ต.ต.สันติ์ สุขวัจน์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(พ.ต.ท.ดร.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ)

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

..... กรรมการ

( ดร.สายัณห์ สมฤทธิ์ผล)

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

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พล.ต.ต.สันติ์ สุขวัจน์)

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

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.อ.พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์)

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

55312320 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
คำสำคัญ : ลายนิ้วมือแฝง, small particle reagent (SPR), จุดตำหนิพิเศษ

พีรนุช อนุกูล : การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุของกลางในคดีเพลิงไหม้ด้วยวิธี small particle reagent (SPR).อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ รศ. พล.ต.ต.สันต์ สุขวัจน์. 99 หน้า

เป็นที่ทราบกันดีว่าในเหตุการณ์เพลิงไหม้หรือการวางเพลิง รอยลายนิ้วมือแฝงอาจได้รับความเสียหายจากการอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีการจับตัวของเขม่าจำนวนมากอาจทำให้ลายนิ้วมือที่เป็นพยานหลักฐานสำคัญถูกทำลาย งานวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาเพื่อตรวจหาลายนิ้วมือแฝงว่ายังสามารถตรวจหาได้หลังจากที่อยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีการจับตัวของเขม่าจำนวนมากด้วยวิธี small particle reagent (SPR) โดยการจำลองสถานการณ์โดยใช้เชื้อเพลิงในการเผา 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ตรวจหาบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ แก้วใส ชามกระเบื้องเคลือบ ถุงมือยางสีส้ม แกลลอนใส่น้ำมัน (HDPE) ถุงร้อน(PP) และกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี ส่วนใหญ่ทั้งเชื้อเพลิงและวัสดุจะพบในสถานที่เกิดเหตุ ผลการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงพบว่า วัตถุพยานประเภทชามกระเบื้องเคลือบและถุงร้อน(PP) จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ ได้ดีกว่าวัตถุพยานประเภทอื่นๆ และเชื้อเพลิงที่สามารถถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ได้ดีที่สุด คือ ยาง ในรถยนต์ รองลงมา น้ำมัน แก๊สโซฮอล์ กระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และไม้ตามลำดับ

---

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ลายมือชื่อนักศึกษา..... ปีการศึกษา 2558
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

55312320 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEYWORD : LATENT FINGERPRINTS/ SMALL PARTICLE REAGENT/ FINGERPRINTS SPECIAL CHARACTERISTIC

PEERANUCH ANUKOOL : DETECTION OF LATENT FINGERPRINTS ON THE MATERIAL IN FIRE CASE BY SMALL PARTICLE REAGENT (SPR). THESIS ADVISORS : SANT SUKHAVAT, Ph.D. 99 pp.

It is well known that in the event of fire or arson . Latent fingerprints could be damaged from being in an area with a high temperature and a capture of soot can cause a lot of fingerprint evidence is destroyed. This research is conducted to detect latent fingerprints that can be detected after in an area the temperature is high and a lot capture of soot with small particle reagent (SPR). The simulations , using four types of fuel to burn corrugated cardboard and newspapers , wood , Car tires and gasohol oil detection on all six types of material including glass, porcelain bowl , orange rubber gloves, gallon plastic oil(HDPE), plastic bags(PP) and galvanized metal cans the most of the fuel and material found at a crime scene.The detection of latent fingerprints found evidence of porcelain bowl and plastic bags(PP) will be determination of fingerprints special characteristic between the visible to the eye with fingerprints that uses radiation polilight better than other types of evidence and the fuel can be detected fingerprints special characteristic between the visible to the eye with fingerprints that uses radiation Polilight is best , followed by Car tires, gasohol oil, cardboard and newspapers and wood.

---

Program of Forensic Science Graduate School, Silapakorn University

Student's signature……..... Academic Year 2015

Thesis Advisor's signature……

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลืออย่างดีจาก อาจารย์ รองศาสตราจารย์พลตำรวจตรีสันต์ สุขวัจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยแนะนำให้คำปรึกษาในทุกขั้นตอนของการวิจัย ตั้งแต่เริ่มต้นการเก็บตัวอย่างจนถึงการทดลองในห้องปฏิบัติการและเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยมีความกระตือรือร้นในการทดลองจนทำให้ประสบความสำเร็จ ตลอดจนช่วยให้การแนะนำ แก้ไข ตรวจทานข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์นี้ให้มีความสมบูรณ์จนสำเร็จลุล่วงลงด้วยดี ผู้วิจัยมีความรู้สึกดีใจและซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างมากจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พันตำรวจเอกดร .สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ ซึ่งคอยแนะนำให้คำปรึกษา งานวิจัย และ ดร. สายัณห์ สมฤทธิ์ผล ที่กรุณาสละเวลา มาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ นาย สกลกฤษณ์ เอกจักรวาล นักศึกษา ปริญญาเอก สาขาปัชญาดุษฎีบัณฑิตนิติวิทยาศาสตร์และงานยุติธรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัยศิลปากร ในการ ช่วยเหลือเป็นอาสาสมัครในการ ทดลองมาตั้งแต่เริ่มต้น และ ร.ต.ท.หญิงปุริษา การินทร์ นวท.(สบ1) ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ในการวิเคราะห์และตรวจนับจุดตำหนิพิเศษให้ในการทำวิจัยและศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการทดลอง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ บิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่สั่งสอนอบรมให้ความรู้ และปลูกฝั่งให้เห็นคุณค่าของการศึกษา รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่มิได้เอ่ยนามซึ่งมีส่วนช่วยในวิทยานิพนธ์นี้มีความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

**สารบัญ**

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

สมมุติฐานของการวิจัย..... 2

ขอบเขตของการวิจัย..... 2

กรอบแนวคิด..... 2

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 3

ความจำกัดในงานวิจัย..... 4

ประโยชน์ที่จะ ได้รับจากงานวิจัย..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

แนวคิดเกี่ยวกับลายนิ้วมือและนิติวิทยาศาสตร์..... 5

แนวคิดเกี่ยวกับลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุและวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ..... 15

แนวคิดเกี่ยวกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้..... 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 31

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 33

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 33

ขั้นตอนเตรียมการทดลอง ..... 35

วิธีการทดลอง ..... 36

วิเคราะห์ข้อมูล..... 43

บทที่ หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 45

ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิง..... 45

ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ..... 47

ประสิทธิภาพการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์..... 51

การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุ..... 53

5 สรุปและอภิปรายผล..... 57

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป..... 61

รายการอ้างอิง..... 62

ภาคผนวก..... 63

ภาคผนวก ก ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุวัสดุ 6 ชนิด ได้แก่ แก้วใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมันพลาสติก(HDPE) ถุงร้อน (PP) กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี โดยใช้เชื้อเพลิงจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์..... 64

ประวัติผู้วิจัย..... 99

**สารบัญตาราง**

ตารางที่ หน้า

1. ประสิทธิภาพการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์..... 51
2. การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้ว.. 53
3. การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้องเคลือบ..... 54
4. การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงร้อน (PP)..... 55

มหาวิทยาลัยศิลปากร

**สารบัญภาพ**

ภาพที่ หน้า


1. กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 3
2. ภาพแสดงโครงสร้างของผิวหนัง..... 9
3. ส่วนประกอบของเหงื่อ..... 16
4. แปรงปัดฝุ่นชนิดต่างๆ..... 18
5. เครื่องอบ และตู้อบน้ำยานินไฮดริน..... 19
6. สามเหลี่ยมไฟ..... 21
7. ถังที่ใช้ในงานวิจัย..... 33
8. เครื่องฉายแสงโพลิไลท์..... 34
9. ตัวอย่างการประทับรอยลายนิ้วมือบนถุงร้อน(PP)..... 37
10. ถังที่ใช้ในการวิจัย ถังA และ ถังB..... 38
11. ภาพการจัดเรียงวัสดุในถังB..... 38
12. แสดงการเคลื่อนที่ของควัน..... 39
13. ภาพถังB เมื่อเผาเสร็จแล้วพร้อมที่จะเอาวัสดุออกจากถัง..... 39
14. ภาพวัสดุเมื่อเผาเสร็จนำมาจัดเรียงบนโต๊ะรอสเปรย์น้ำยา..... 40
15. ภาพสเปรย์น้ำยาลงบนวัสดุที่จัดเรียงไว้หลังจากนำออกจากเตา..... 41
16. ภาพการนำวัสดุมาล้างผ่านน้ำไหล..... 41
17. ภาพการฉายแสงโดยใช้เครื่องโพลีไลท์ส่องผ่านฟิลเตอร์สีส้ม..... 42
18. รอบลายนิ้วมือต้นแบบของอาสาสมัคร..... 42
19. ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่ประทับบนแกลอนน้ำมันก่อนเข้าเตาเผา..... 43
20. ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงกระดาษ..... 45
21. ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้ จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงไม้..... 46

ภาพที่ หน้า

22. ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงยาง ..... 46
23. ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้ จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน..... 47
24. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงกระดาษในการเผาไหม้..... 47
25. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP) ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงกระดาษในการเผาไหม้ ..... 48
26. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงไม้ในการเผาไหม้..... 48
27. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุแก้วใสระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงยางในการเผาไหม้..... 49
28. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP) ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงยางในการเผาไหม้ ..... 49
29. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันในการเผาไหม้..... 50
30. ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP) ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันในการเผาไหม ..... 50

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมค่อนข้างยากลำบาก และมีปัญหาต่าง ๆอยู่รอบตัวเราเกิดขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านเศรษฐกิจตกต่ำ ทำให้เกิดการว่างงาน ปัญหาด้านการเมือง ปัญหาความเป็นอยู่ด้านสุขภาพอนามัย ซึ่งปัญหาดังกล่าว ส่งผลกระทบอย่างมากกับประชากรที่เพิ่มขึ้น สิ่งหนึ่งที่หนีไม่พ้น ก็คือปัญหาด้านอาชญากรรมที่ตามมา และเนื่องด้วยปัจจุบันในการก่ออาชญากรรมสามารถเกิดขึ้นได้หลากหลายวิธี และทุกครั้งจะต้องทิ้งร่อยรอยหลักฐานไว้ในสถานที่เกิดเหตุเสมอตามทฤษฎีการแลกเปลี่ยนวัตถุ (Locard's theory) แต่พยานหลักฐานที่สามารถบ่งบอกได้และเป็นเอกลักษณ์บุคคลที่ดีสุดคือ "รอยลายนิ้วมือ" ซึ่งเป็นพยานหลักฐานที่พบมากในสถานที่เกิดเหตุและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

รอยลายนิ้วมือจึงเป็นพยานหลักฐานทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ผู้ทำการตรวจสถานที่เกิดเหตุทุกคนต้องพยายามทำการตรวจหาทุกครั้งไม่เว้นแม้แต่คดีเพลิงไหม้ที่มีสาเหตุมาจากการวางเพลิง (Arson) หรือเจตนาทำให้เกิดเพลิงไหม้ ลายนิ้วมืออาจเป็นพยานหลักฐานที่ดีสุดเพียงสิ่งเดียวที่จะเชื่อมโยงหาถึงผู้กระทำผิดในการก่ออาชญากรรมวางเพลิงได้ ซึ่งในกรณีของคดีเพลิงไหม้นั้น การตรวจหาลายนิ้วมือบนวัสดุของกลางเป็นงานที่ยากลำบาก เนื่องจากอุปสรรคในเรื่องของ คราบเขม่าควัน ความร้อน น้ำ (ที่เกิดจากการฉีดน้ำดับเพลิง)อาจทำให้รอยลายนิ้วมือบนวัสดุของกลางที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุเสียหาย

สำหรับเทคนิคการตรวจหาลายนิ้วมือบนวัสดุของกลางที่อยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงนั้น มีวิธีที่ต่างกันไป จากรายงานในการศึกษาพบว่า วิธีรมควัน Superglue และ ผงฝุ่น (Black powder) สามารถใช้สำหรับตรวจหาลายนิ้วมือบนวัสดุที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงได้แต่ไม่สามารถนำมาใช้หารอยลายนิ้วมือแฝงในกรณีที่พื้นผิวของวัสดุเปียกชื้นได้ วิธี small particle reagent (SPR) เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพและเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจหาลายนิ้วมือที่พื้นผิวของวัตถุพยานมีความเปียกชื้น โดยปกติทั่วไปวิธี SPR จะใช้สาร Molybdenum disulfide , Zinc carbonate($ZnCO_3$) , Titanium dioxide ($TiO_2$) และ ferric oxide (ZnO) เป็นส่วนประกอบพื้นฐาน

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยสนใจทดลองหารอยลายนิ้วมือแฝงในเหตุการณ์คดีเพลิงไหม้ ซึ่งทางผู้วิจัยได้มองเห็นว่าในคดีเพลิงไหม้ส่วนใหญ่ วัตถุพยานต่างๆอาจเกิดการสูญเสีย เสื่อมสภาพ หรือ มี

เขม่าเกาะอยู่มากทำให้ไม่สามารถตรวจหาได้จึงยากที่จะเชื่อมโยงพยานหลักฐานไปยังตัวผู้กระทำความผิด ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยสนใจทดลองหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วย วิธี SPR ที่มีส่วนผสมของสารเรือง

เขม่าเกาะอยู่มากทำให้ไม่สามารถตรวจหาได้จึงยากที่จะเชื่อมโยงพยานหลักฐานไปยังตัวผู้กระทำความผิด ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยสนใจทดลองหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วย วิธี SPR ที่มีส่วนผสมของสารเรืองแสง ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี SPR ทั่วไป เนื่องจากความคมชัดและการมองเห็นที่ดีขึ้นมาก และกำหนดสารพื้นฐานเป็น zinc carbonate ($ZnCO_3$) แทน สาร Molybdemum disulfide สำหรับการตรวจหารอยลายหานิ้วมือแฝง

**2. วัตถุประสงค์การวิจัย**

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงทางด้านคุณภาพและปริมาณ บนวัตถุพยานในคดีเพลิงไหม้ที่ทำให้ปรากฏขึ้นด้วยวิธี SPR สูตรใหม่โดยใช้ $ZnCO_3$ แทน Molibdinum

**3. สมมติฐานการวิจัย**

1. สามารถตรวจพบรอยลายนิ้วมือจากวัตถุพยานชนิดต่างๆที่นำมาทดลองหลังจากเกิดเพลิงไหม้ด้วยวิธี SPR

2. เขม่าควันจากวัสดุที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ไม่มีผลต่อความชัดเจนของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏจากวัตถุพยานชนิดต่างๆ ที่นำมาทดลองหลังจากเกิดเพลิงไหม้ด้วยวิธี SPR

3. การใช้สารเรืองแสง Eosin B ในการหารอยลายนิ้วมือจากวัตถุพยานหลังจากเกิดเพลิงไหม้ด้วยวิธี SPR นั้น สามารถทำให้รอยลายนิ้วมือได้ชัดเจนมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี SPR แบบเดิม

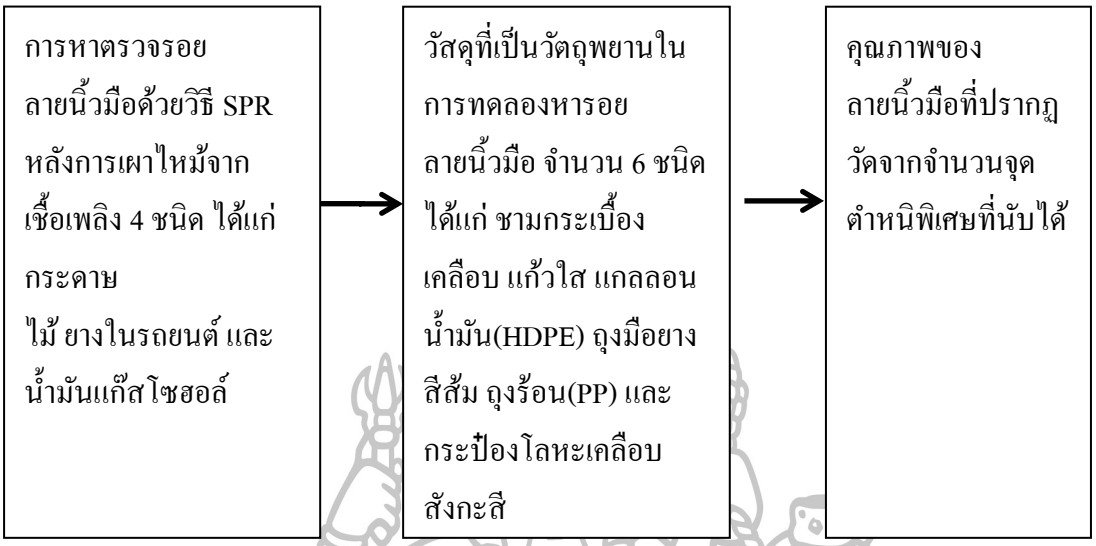
**4. ขอบเขตการวิจัย**

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยผู้วิจัยสนใจการทดลองหารอยลายนิ้วมือ โดยจำลองเหตุการณ์เพลิงไหม้ วัสดุที่เป็นวัตถุพยานในการทดลองหารอยลายนิ้วมือ เป็นวัสดุที่พบมากที่สุดในเหตุเพลิงไหม้จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ชามกระเบื้องเคลือบ แก้วใส แกลลอนน้ำมัน(HDPE) ถุงมือยางสีส้ม ถุงร้อน(PP) และกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี โดยทำการเผาไหม้กับเชื้อเพลิง 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษ ไม้ ยางในรถยนต์ และน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ ทำการทดลองในระบบเปิดที่อุณหภูมิไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส กำหนดช่วงเวลาให้เขม่าควันจับกับวัสดุในการทดลองประมาณ 15 นาที

**5. กรอบแนวคิด**

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และขอบเขตในการวิจัยการทดลองการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงในคดีเพลิงไหม้ โดยศึกษาประสิทธิภาพและวิธีการ

ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง หลังการเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยวิธี small particle reagent (SPR) ดังแสดงตามกรอบแนวคิดดังนี้




ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

**6. นิยามศัพท์เฉพาะ**

1. ลายนิ้วมือ หมายถึง ลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือมี 2 ชนิด คือเส้นนูนและเส้นร่อง
2. รอยลายนิ้วมือ หมายถึง ลายเส้นนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
3. รอยลายนิ้วมือแฝง หมายถึง ลายเส้นนิ้วมือที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
4. จุดตำหนิ หมายถึง ลายเส้นที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ
5. small particle reagent(SPR) หมายถึง เป็นเทคนิคที่ใช้น้ำยาสารเคมีช่วยเพิ่มการมองเห็นภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่บนวัสดุได้มากขึ้น
6. polilight หมายถึง แหล่งกำเนิดแสงสามารถให้แสงได้หลายสี ให้แสงสีขาว 300-680 nm ภายในเครื่องมีฟิลเตอร์ที่จะตัดแสงสีต่าง ๆ ออกมาตามความต้องการใช้งาน

**7. ข้อจำกัดในงานวิจัย**

1. การวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัดในกลุ่มของตัวอย่างของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถทดสอบเชื้อเพลิงได้ทุกชนิด จึงเลือกที่จะทดสอบเชื้อเพลิงที่ส่วนใหญ่ผู้กระทำความผิดใช้ในการก่อเหตุคดีเพลิงไหม้
2. การวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัดในกลุ่มของตัวอย่างของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถใช้วัสดุได้ทุกชนิด จึงเลือกสุ่มวัสดุที่พบในสถานที่เกิดเหตุคดี

เพลิงไหม้ เนื่องจากผู้กระทำความผิด โดยสันนิษฐานว่าอาจจะใช้ในการใส่เชื้อเพลิง และมีการหยิบจับวัสดุเหล่านี้บ่อย

**8. ประโยชน์ที่จะได้รับ**

1. สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง จากวัตถุพยานหลังจากเกิดเพลิงไหม้เพื่อหาตัวผู้กระทำความผิดในเหตุเพลิงไหม้ และเข้าสู่กระบวนการยุติธรรมต่อไป

2. ทราบถึงวัสดุของกลางในคดีเพลิงไหม้ที่สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาค้นคว้า เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่มีเกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับลายนิ้วมือและนิติวิทยาศาสตร์
2. แนวคิดเกี่ยวกับลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุและวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ
3. แนวคิดเกี่ยวกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับลายนิ้วมือและนิติวิทยาศาสตร์

ลายนิ้วมือคือ ผิวหนังบริเวณฝ่ามือ รวมถึงฝ่าเท้าของเราจะมีลักษณะพิเศษ คือ นอกจากจะมีความหนามากกว่าส่วนอื่นแล้ว ก็ยังมีเส้นนูน (Ridge) และ ส่วนที่เป็นเส้นร่อง (Furrow) ซึ่งลักษณะต่าง ๆ ของลายเส้นดังกล่าวนี้ ไม่ว่าจะเป็นลวดลายที่ปรากฏบริเวณปลายนิ้ว ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ส่วนนูนส่วนร่องเหล่านี้จะก่อให้เกิดความฝืด ทำให้เราหยิบจับของได้สะดวกขึ้น และจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลือนหายไปจากแต่ละบุคคลเลย แม้ว่าผู้นั้นจะได้คลอดออกมาเป็นทารกและเจริญเติบโตไปตามวัย จนสิ้นสุดลงเมื่อตายก็ตาม หากร่างกายยังไม่เน่าเปื่อย ลวดลายลักษณะต่างๆ ของลายเส้นในลายนิ้วมือก็ยังคงปรากฏเป็นรูปร่างอยู่ให้เห็น และเป็นสิ่งที่แปลกประหลาดเป็นอย่างยิ่งที่ลายนิ้วมือของมนุษย์เรานั้น ไม่เคยปรากฏซ้ำกัน หรือเหมือนกันเลยในแต่ละบุคคล แม้กระทั่งฝาแฝดที่เกิดมาในเวลาไล่เลี่ยกันเลย ถึงจะมีรูปร่าง ใบหน้าท่าทางเหมือนกันก็ตาม แต่ลวดลายลักษณะต่างๆ ของลายเส้นในลายนิ้วมือจะไม่เหมือนกันเลย ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ทรงคุณวุฒิทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องลายนิ้วมือมนุษย์และได้นำมาใช้ในการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล นำไปใช้ในการสืบสวนสอบสวน อาชญากรรม การระบุเหยื่อในกรณีภัยพิบัติ การระบุเอกสารที่แท้จริงในคดีแพ่งและอาญาจนได้รับความเชื่อถือกันต่อๆ มาจนถึงปัจจุบัน

เจ้าหน้าที่ลายนิ้วมือจะต้องรู้วิธีที่ดีในสถานการณ์หนึ่งๆที่จะใช้ตรวจและจะใช้เมื่อใด เจ้าหน้าที่ต้องตระหนักถึงผลที่จะได้รับลายนิ้วมือเสียหายโดยไม่ตั้งใจหรือไม่รู้ตัว เจ้าหน้าที่คนแรกในสถานที่เกิดเหตุต้องมีสำนึกเรื่องลายนิ้วมือต้องมีความรู้เรื่องคุณค่าและความเป็นไปได้ข องๆ

พยานหลักฐานลายนิ้วมือที่อาจจะมีอยู่และต้องรักษา ป้องกันไว้ให้เจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวนที่จะตามไปทีหลัง

พยานหลักฐานลายนิ้วมือที่อาจจะมีอยู่และต้องรักษา ป้องกันไว้ให้เจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวนที่จะตามไปทีหลัง

ในสถานที่เกิดเหตุต้องมีสำนึกเรื่องลายนิ้วมือต้องมีความรู้เรื่องคุณค่าและความเป็นไปได้ของพยานหลักฐานลายนิ้วมือที่อาจจะมีอยู่และต้องรักษา ป้องกันไว้ให้เจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวนที่จะตามไปทีหลัง

**ประวัติลายนิ้วมือ**

ปี พ.ศ. 2229 ศาสตราจารย์ด้านกายวิภาคศาสตร์ของมหาวิทยาลัยโบลอคนา เขียนหนังสือเกี่ยวกับลายนิ้วมือระบุชนิดลายนิ้วมือเป็นแบบมัดหวายและแบบก้นหอย

ปี พ.ศ. 2626 ศาสตราจารย์ เพอคินเจ ( Purkinje) แห่งมหาวิทยาลัยเบสสลอ ( University of Breslau) ประเทศเยอรมันนี เขียนหนังสืออธิบายแบบแผนลายนิ้วมือพื้นฐาน 9 แบบ ซึ่งยังคงใช้อยู่จนถึงทุกวันนี้

ปี พ.ศ. 2366 ดร.เฮนรี่ ฟาวลด์ ( Henry Fauld) เขียนบทความตีพิมพ์อธิบายว่า ลายนิ้วมือสามารถใช้เป็นเครื่องระบุตัวบุคคลได้ ท่านจึงได้รับยกย่องให้เป็นบุคคลแรกในวงการนิติวิทยาศาสตร์ที่บุกเบิกการใช้รอยลายนิ้วมือที่ทิ้งไว้บนขวดเหล้า (ลายนิ้วมือแฝง) เป็นสิ่งที่พิสูจน์บุคคลได้

ปี พ.ศ. 2401 เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชล (Sir William Herschel) ชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่นำลายนิ้วมือมาใช้ประโยชน์ในการพิสูจน์บุคคล ในประเทศอินเดียและเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

ปี พ.ศ. 2425 กิลเบอร์ต ทอมป์สัน ( Gilbert Thompson) แห่งกองสำรวจธรณีวิทยาสหรัฐอเมริกา เสนอให้ใช้ลายนิ้วมือบนเอกสารสำคัญ เพื่อป้องกันการปลอมแปลงลายมือชื่อ

ปี พ.ศ. 2435 เซอร์ฟราน ซิสกาลตัน ( Sir Francis Galton) นักมานุษยวิทยาชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์บทความวิชาการเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือที่สามารถระบุบุคคลได้ด้วยลักษณะพิเศษของลายเส้นบนลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่เรียกว่า จุดสำคัญ ( minutiae point) ซึ่งสามารถอยู่ได้ทนทานถาวรตลอดอายุของบุคคลนั้น หลักการของกาลตันที่ใช้จุดสำคัญ นี้ยังคงใช้อยู่จนทุกวันนี้

ปี พ.ศ. 2444 หน่วยสืบราชการลับ สก๊อตแลนด์ยาร์ดแห่งประเทศอังกฤษ ได้ปรับปรุงระบบจำแนกลายนิ้วมือของกาลตันขึ้นใหม่โดยผู้บังคับการตำรวจนครบาล ชื่อ เซอร์เอ็ดเวอร์ด เฮนรี่ ( Sir Edward Henry) ใช้ชื่อระบบใหม่ว่า ระบบระบุลายนิ้วมือของกาลตัน และเฮนรี่ ( Galton-Henry fingerprint identification system)

ปี พ.ศ. 2446 ระบบเรือนจำแห่งรัฐนิวยอร์ค สหรัฐอเมริกา ได้เริ่มใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องมือระบุตัวอาชญากร ในปีถัดมากองทัพสหรัฐอเมริกาใช้ลายนิ้วมือในการระบุบุคคลที่ขึ้นทะเบียนทหาร ขณะเดียวกันตำรวจเมืองบูเอนอส แอเรส ได้ตีพิมพ์วิธีใช้ลายนิ้วมือในการค้นหา และระบุตัวฆาตรกร โดยใช้หลักฐานจากรอยลายนิ้วมือที่ทิ้งไว้บนเสาประตู วิธีการนี้ยังคงใช้จนถึงทุกวันนี้

ในช่วงปี พ.ศ. 2448 – 2473 องค์กรด้านกฎหมายทั่วสหรัฐอเมริกา ได้หันมาใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องระบุตัวบุคคล

ปี พ.ศ. 2462 รัฐสภาอเมริกันได้จัดตั้งหน่วยงานเอฟบีไอ ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมจัดทำแผ่นลายนิ้วมือของประชากรอเมริกัน นับจนถึงปี พ.ศ.2514 มีแผ่นลายนิ้วมือรวบรวมไว้แล้วถึง 200 ล้านฉบับ

ในด้านพันธุศาสตร์ของลายนิ้วมือนั้น การบุกเบิกได้เริ่มขึ้นหลังจากผลงานของกาลตันได้เผยแพร่ใน

ปี พ.ศ. 2435 โดยมีการศึกษาวิทยาศาสตร์ของลายเส้นบนผิวหนัง ( science of dermatoglyphics) ซึ่งรวมถึงลายฝ่ามือ ลายฝ่าเท้าด้วย การศึกษาการกระจายของแบบแผนลายนิ้วมือในกลุ่มชนชาติต่างๆ ทั่วโลก และการถ่ายทอดพันธุกรรมของแบบแผนลายเส้นบนผิวหนัง โดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น ไวเดอร์ , พอลล์, แดง เมเจอร์ และบอน เนวี ซึ่งได้ศึกษาลายเส้นผิวหนังของทารกที่อยู่ในครรภ์ พบว่าจะเริ่มปรากฏเมื่ออายุครรภ์ที่ 10-16 สัปดาห์ 1 และจะคงอยู่เช่นนั้นไม่เปลี่ยนแปลง

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 เป็นต้นมา เพนโรส (Penrose) ศึกษาลายมือและลายนิ้วมือของผู้ป่วยโรคพันธุกรรมในกลุ่มอาการดาวน์ และอาการบกพร่องทางสมองแต่กำเนิด เป็นเวลาหลายปี และได้ค้นพบว่าเส้นลายนิ้วมือสามารถบ่งบอกอาการบกพร่องทางสมองแต่กำเนิดได้ การศึกษาวิเคราะห์ลายเส้นผิวหนัง เฟื่องฟูมากขึ้นเมื่อมีผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ของ คัมมินส์(Cummins) และมิดโล (Midlo)

ปี พ.ศ. 2486 ในการสัมมนาหัวข้อ “Fingerprint Palms and Soles” คัมมินส์และมิดโลเป็นศาสตราจารย์ด้านจุลกายวิภาคศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยทูเลน สหรัฐอเมริกา เป็นผู้คิดค้นคำศัพท์ลายเส้นผิวหนัง ( dermatoglyphics) ซึ่งมาจากคำ derma (ผิวหนัง) และ glyph (รอยสลัก) ผลการศึกษาของศาสตราจารย์ทั้งสอง พบว่าคนที่เป็นโรคพันธุกรรมกลุ่มอาการดาวน์จะมีลายมือที่มีลักษณะพิเศษของเส้นลายผิวหนังที่จะช่วยให้วินิจฉัยโรคมองโกลิซึม ( Mongolism) ในเด็กแรกเกิดได้ รวมทั้งงานวิจัยในทารกในครรภ์เกี่ยวกับแบบแผนลายเส้นผิวหนัง ซึ่งพบว่าลายนิ้วมือเริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่อยู่ในท้องแม่ และจะสมบูรณ์เต็มที่เมื่อทารกในครรภ์อายุ 4 เดือน การวิจัยโรคพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากโครโมโซมผิดปกติ นอกเหนือจากกลุ่มอาการดาวน์ ได้แก่ เอ็ดเวอร์ดซินโดรม ( Edward

syndrome) เพเทาซินโดรม ( Patau syndrome) คริดูชาต์ซินโดรม ( Cri-Du-Chat syndrome) หรือแม้แต่โรคพันธุกรรมที่เกิดจากโครโมโซมเพศผิดปกติ ซึ่งได้แก่ เทอร์เนอร์ซินโดรม และไคล์นเฟลเตอร์ซินโดรม (Klinefelter syndrome) ว่ามีความเกี่ยวข้องกับลักษณะลายเส้นผิวหนังที่ปรากฏ ทำให้เพนโรส (Penrose) โด่งดังขึ้น

ปี พ.ศ. 2508 เพนโรสได้ดำรงตำแหน่งประธานศูนย์เคนเนดี-กาลตัน ด้านการวิจัยพันธุศาสตร์และความบกพร่องของสมองซึ่งได้ขยายงานด้านลายเส้นผิวหนัง รวมทั้งได้เป็นประธานจัดการประชุมนานาชาติเพื่อหาวิธีปรับมาตรฐานการเรียกชื่อและการใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับลายเส้นผิวหนัง นักวิจัยในสถาบันนี้อีกคนหนึ่งคือ ซาราห์ โฮลต์ ( Sarah Holt) มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับโรคพันธุกรรมที่เกิดจากโครโมโซมผิดปกติกับลักษณะแบบแผนเฉพาะของลายเส้นผิวหนัง ในด้านแบบแผนการถ่ายทอดพันธุกรรม รวมถึงการวิจัยในคู่แฝด ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางแล้วว่าลายนิ้วมือสามารถบ่งบอกว่าแฝดคู่ไหนเป็นแฝดแท้หรือแฝดเทียม

เจ้าหน้าที่ลายนิ้วมือจะต้องรู้วิธีที่ดีในสถานการณ์หนึ่งๆที่จะใช้ตรวจและจะใช้เมื่อใด เจ้าหน้าที่ต้องตระหนักถึงผลที่จะได้รับลายนิ้วมือเสียหายโดยไม่ตั้งใจหรือไม่รู้ตัว

เจ้าหน้าที่คนแรกในสถานที่เกิดเหตุต้องมีสำนึกเรื่องลายนิ้วมือต้องมีความรู้เรื่องคุณค่าและความเป็นไปได้ของพยานหลักฐานลายนิ้วมือที่อาจจะมีอยู่และต้องรักษา ป้องกันไว้ให้เจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวนที่จะตามไปทีหลัง

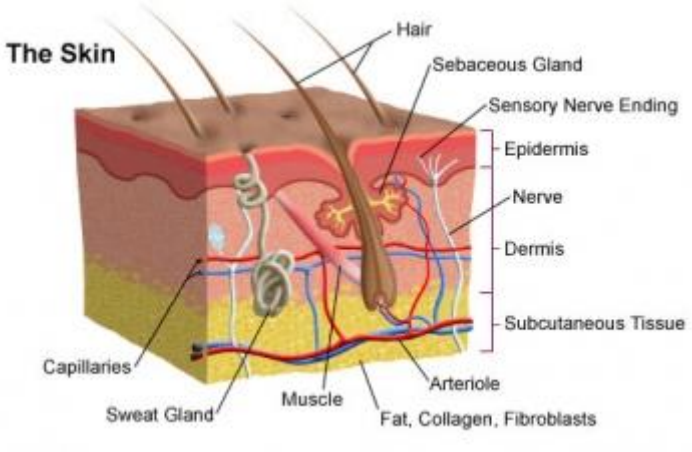
ลายนิ้วมือแต่ละนิ้วไม่เคยปรากฏว่าเหมือนลายนิ้วมือนิ้วอื่นแม้แต่ในคนเดียวกันหรือฝาแฝด (identical twin ) ลายนิ้วมือของบุคคลไม่เคยเปลี่ยนแปลงแม้อายุจะเพิ่มขึ้นหรือสภาพแวดล้อมเปลี่ยน การที่ลายนิ้วมือไม่เปลี่ยนแปลง ลายเส้นนิ้วมือจึงเป็นเสมือนบันทึกถาวรของบุคคลตลอดชีวิต ลายนิ้วมือแต่ละนิ้วนำไปใช้ในการสืบสวนสอบสวนอาชญากรรม การระบุเหยื่อในกรณีภัยพิบัติ การระบุเอกสารที่แท้จริงในคดีแพ่งและอาญา

**พันธุศาสตร์ของลายนิ้วมือ**

ลายนิ้วมือ เป็นเส้นที่ปรากฏอยู่บนผิวหนัง ซึ่งผิวหนังคนเราประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชนิด วางแนบซ้อนกันเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกสุดหรือชั้นที่เราสัมผัสได้จากภายนอกร่างกายนี้เป็นพวกเนื้อเยื่อบุผิว เรียกว่า ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ชั้นลึกเข้าไปเป็นเนื้อ เยื่อเกี่ยวพัน เรียกว่า ชั้นหนังแท้ ( Dermis หรือ Corium ) หนังทั้ง 2 ชั้นอยู่ติดกันได้จากการยึดเหนี่ยวระหว่างกันด้วยเส้นใยโปรตีน

**หนังกำพร้า** ประกอบด้วย กลุ่มเซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมอยู่ชิดกันและเรียงซ้อนกันหลายชั้น ความหนาของผิวหนังขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของเซลเหล่านี้ ผิวหนังที่หนา เช่น ฝ่ามือฝ่าเท้าจะมีจำนวนชั้นของเซลบุผิวหนังมากกว่าผิวหนังบางๆ เช่น เปลือกตา และหนังศีรษะ เป็นต้น ผิวหนัง

หนาจะไม่มีขน เซลล์ผิวบนสุดของหนังกำพร้าถูกเคลือบไว้ด้วยเยื่อโปรตีนชนิดเคอราติน เยื่อเคอราตินทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่หนังกำพร้าและเป็นด่านกันไม่ให้น้ำระเหยออกจากร่างกายไปมากกว่าปกติ เยื่อนี้จะมีการหลุดออกตลอดเวลาเป็นขี้ไค




ภาพที่ 2 ภาพแสดงโครงสร้างของผิวหนัง
ที่มา : http://frynn.com/

**หนังแท้** เป็นเนื้อเยื่อพวกเส้นใย มีหลอดเลือดและเส้นประสาทแทรกปะปนอยู่ด้วย สีแดงระเรื่อที่ผิวหนังก็เป็นเพราะหลอดเลือดในหนังแท้นี้เอง โดยทั่วไปหนังแท้หนาประมาณ 0.5-3 ม.ม. เราสามารถแบ่งหนังแท้ออกตามลักษณะได้เป็น 2 ชั้น ชั้นนอกๆเป็นชั้นที่รองรับหนังกำพร้า มีลักษณะเป็นคลื่นลอน ส่วนชั้นลึกกว่าจะเป็นชั้นที่มีเส้นใยหนาแน่นกว่า และเรียงขนานกันไปตามพื้นผิวของผิวหนัง ชั้นลึกนี้จะยึดเหนี่ยวไว้กับพังผืดใต้ผิวหนัง เนื่องจากบนชั้นบนของหนังแท้มิได้ราบเรียบหากแต่เป็นคลื่นลอน ทำให้ดันหนังกำพร้าที่ทาบอยู่โค้งคดตามกันไปด้วย สำหรับหนังบางๆ หนังแท้จะโค้งขึ้นลงเป็นบริเวณๆไป คล้ายกับเม็ดหูดหรือภูเขา แต่ถ้าเป็นหนังหนาๆ เช่น ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ชั้นหนังแท้ดังกล่าวจะเป็นคลื่นลอนต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นสันโค้งขนานกันไปหลายๆสัน คล้ายกับลอนกระเบื้องมุงหลังคาซึ่งมีจำนวนมากมายและอยู่ขนานชิดกัน ทำให้เกิดริ้วนูนและร่องสลับกันไปอย่างเป็นระเบียบ ริ้วและร่องนี่แหละที่ปรากฏให้เห็นเป็นลวดลายบนผิวหนังที่เรามองเห็นได้บนผิวหนังที่หนา สำหรับลายเส้นตารางต่างๆ ที่อยู่บนผิวหนังบางๆของร่างกายนั้นไม่ได้เกิดจากความโค้งของผิวหนังแท้ดันหนังกำพร้าไว้ แต่เป็นเส้นที่เกิดขึ้นจากมีการยึดเหนี่ยวรูขุมขนเอา ไว้กับหนังกำพร้า (วรวุฒิ วรพุทธพร 2527 : 215-216)

MISUMI และ AKIYOSHI (1984 : 49 - 55) ได้ศึกษาถึงโครงสร้างของลายเส้นในลายนิ้วมือ โดยการลอกผิวหนังชั้นนอก ( epidermis) ออกด้วยสารละลายด่าง จากนั้นส่องดูผิวหนังชั้นใน (dermis) ด้วยกล้อง scanning electron microscope (SEM) พบว่าในส่วนของผิวหนังชั้นในประกอบด้วยตุ่มนูน (papillae) ซึ่งมีรูปร่าง ขนาด และจำนวนที่แตกต่างกัน คนที่มีอายุมากขึ้นจะมีตุ่มนูนเหล่านี้อัดกันแน่นมากขึ้น การที่ผิวชั้นนอกไม่ปรากฏรอยขรุขระอันเนื่องมาจากตุ่มนูนต่างๆ ที่มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน เพราะว่าการสร้างส่วนที่นูนของผิวชั้นนอก ( epidermal ridge) จะเกิดขึ้นก่อนที่ตุ่มที่นูนต่างๆ จะเจริญเติบโตขึ้นมา ลักษณะของผิวชั้นในประกอบด้วยเส้นใย ( fiber) เล็กๆ จำนวนมาก ซึ่งน่าจะมีผลทำให้คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีในการเกาะติดของผิวหนังชั้นในแตกต่างกัน

การสร้างลายเส้นบนนิ้วมือถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมร่างกายมากถึง 7 ตำแหน่ง และเป็นการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลร่วมด้วย (polygenic trait, multifactorial inheritance) ยีนหลายคู่มีปฏิกิริยาร่วมกับสิ่งแวดล้อมในระยะตัวอ่อนในครรภ์ (prenatal stress) มีผลให้แต่ละคนมีเส้นลายนิ้วมือที่แตกต่างกันไป จากการศึกษาของเพนโรส และโอฮารา (Penrose and Ohara) โอคาจิมา (Okajima) และบาคเลอร์ (Bakler) พบว่าลายเส้นบนนิ้วมือเริ่มสร้างขึ้นประมาณสัปดาห์ที่ 10 ถึง 11 หลังจากที่ไข่ผสมกับสเปอร์ม ในช่วงเวลาดังกล่าวลายเส้นบนผิวหนังปรากฏเป็นครั้งแรกในบริเวณผิวหนังภายนอก (basal layer of epidermis) มีชื่อเรียกว่า ลายเส้นปฐมภูมิ (primary ridge) แล้วเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งประมาณสัปดาห์ที่ 14 ซึ่งจะเป็นช่วงที่ต่อมเหงื่อเริ่มเกิดขึ้นตามแนวลายเส้นปฐมภูมิบนกลางฝ่ามือ (primary ridge formation creases) แล้วลายเส้นทุติยภูมิ (secondary ridge) จึงเริ่มเกิดขึ้นระหว่างลายเส้นปฐมภูมินั้น จนกระทั่งประมาณสัปดาห์ที่ 24 ถึง 25 มีการศึกษาอีกมากมายที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความเครียดของแม่ในช่วงตั้งครรภ์ (maternal stress) การติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน (เช่นหวัด เป็นต้น ) ระหว่างตั้งครรภ์ เป็นต้น เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจิตเภท

การบุกเบิกได้เริ่มขึ้นหลังจาก ผลงานของกาลตันได้เผยแพร่ในปี พ .ศ. 2435 โดยมีการศึกษาวิทยาศาสตร์ของลายเส้นบนผิวหนัง (science of dermatoglyphics) ซึ่งรวมถึงลายฝ่ามือ ลายฝ่าเท้าด้วย การศึกษาการกระจายของแบบแผนลายนิ้วมือในกลุ่มชนชาติต่าง ๆ ทั่วโลก และการถ่ายทอดพันธุกรรมของแบบแผนลายเส้นบนผิวหนัง โดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น ไวเดอร์ , พอลล์, แดงเมเจอร์ และบอน เนวี ซึ่งได้ศึกษาลายเส้นผิวหนังของทารกที่อยู่ในครรภ์ พบว่าจะเริ่มปรากฏเมื่ออายุครรภ์ที่ 8-13 สัปดาห์ และจะคงอยู่เช่นนั้นไม่เปลี่ยนแปลง

คัมมินส์นายแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยโอคลาโฮมา เป็นผู้คิดค้นคำศัพท์ เดอมาโตไกลฟิกส์ (dermatoglyphics, skin carving) ในปี พ.ศ. 2469 และได้รับยกย่องให้เป็นบิดาแห่งวงการนี้ ซึ่งใช้เวลา

ถึง 20 ปี จึงได้รับการยอมรับให้ลายเส้นบนผิวหนังใช้ประโยชน์เป็นเครื่องมือช่วยวินิจฉัยโรคพันธุกรรม นับถึงปัจจุบันนี้มีผลงานวิจัยของลายเส้นผิวหนังมากกว่าเจ็ดพันเรื่องตีพิมพ์ในวารสารทางการแพทย์ในสาขาต่างๆ เช่น กุมารเวชศาสตร์ พันธุศาสตร์ จิตเวชศาสตร์ และมานุษยวิทยา

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 เป็นต้นมา เพนโรส (Penrose) ศึกษาลายมือและลายนิ้วมือของผู้ป่วยโรคพันธุกรรมในกลุ่มอาการดาวน์ และอาการบกพร่องทางสมองแต่กำเนิด เป็นเวลาหลายปี และได้ค้นพบว่าเส้นลายนิ้วมือสามารถบ่งบอกอาการบกพร่องทางสมองแต่กำเนิดได้ การศึกษาวิเคราะห์ลายเส้นผิวหนัง เฟื่องฟูมากขึ้นเมื่อมีผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ของ คัมมินส์ (Cummins) และมิดโล (Midlo) ในปี พ.ศ. 2486 ในการสัมมนาหัวข้อ “Fingerprint Palms and Soles” คัมมินส์และมิดโลเป็นศาสตราจารย์ด้านจุลกายวิภาคศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยทูเลน สหรัฐอเมริกา เป็นผู้คิดค้นคำศัพท์ลายเส้นผิวหนัง (dermatoglyphics) ซึ่งมาจากคำ derma (ผิวหนัง) และ glyph (รอยสลัก)

ผลการศึกษาของศาสตราจารย์ทั้งสอง พบว่าคนที่เป็นโรคพันธุกรรมกลุ่มอาการดาวน์จะมีลายมือที่มีลักษณะพิเศษของเส้นลายผิวหนังที่จะช่วยให้วินิจฉัยโรคมองโกลิซึม (Mongolism; กลุ่มอาการดาวน์) ในเด็กแรกเกิดได้ รวมทั้งงานวิจัยในทารกในครรภ์เกี่ยวกับแบบแผนลายเส้นผิวหนัง ซึ่งพบว่าลายนิ้วมือเริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่ทารกอยู่ในท้องแม่ และจะสมบูรณ์เต็มที่เมื่ออายุครรภ์ประมาณ 4 เดือน การวิจัยโรคพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากโครโมโซมผิดปกติ นอกเหนือจากกลุ่มอาการดาวน์ ได้แก่ เอ็ดเวอร์ดซินโดรม (Edward syndrome) เพเทาซินโดรม (Patau syndrome) คริดูชาต์ซินโดรม (Cri-Du-Chat syndrome) หรือแม้แต่โรคพันธุกรรมที่เกิดจากโครโมโซมเพศผิดปกติ ซึ่งได้แก่ เทอร์เนอร์ซินโดรม และไคล์นเฟลเตอร์ซินโดรม (Klinefelter syndrome) ว่ามีความเกี่ยวข้องกับลักษณะลายเส้นผิวหนังที่ปรากฏ ทำให้เพนโรส (Penrose) โด่งดังขึ้น ต่อมาในปี พ .ศ. 2508 เพนโรส ได้ดำรงตำแหน่งประธานศูนย์เคนเนดี -กาลตัน ด้านการวิจัยพันธุศาสตร์และความบกพร่องของสมองซึ่งได้ขยายงานด้านลายเส้นผิวหนัง รวมทั้งได้เป็นประธานจัดการประชุมนานาชาติเพื่อหาวิธีปรับมาตรฐานการเรียกชื่อและการใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับลายเส้นผิวหนัง นักวิจัยในสถาบันนี้อีกคนหนึ่งคือ ซาราห์ โฮลต์ (Sarah Holt) มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับโรคพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากโครโมโซมผิดปกติกับลักษณะแบบแผนเฉพาะของลายเส้นผิวหนัง ในด้านแบบแผนการถ่ายทอดพันธุกรรม รวมถึงการวิจัยในคู่แฝด ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางแล้วว่าลายนิ้วมือสามารถบ่งบอกว่าแฝดคู่ไหนเป็นแฝดแท้หรือแฝดเทียม

การวิจัยลายเส้นผิวหนังด้านการแพทย์ก้าวหน้าขึ้นและขยายไปยังโรคอื่นๆ เช่น โรคหัวใจแต่กำเนิด มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งชนิดอื่นๆ โรคอัลไซเมอร์ โรคจิตเภทและโรคจิตบางชนิด และยังโด่งดังมากขึ้น เมื่อนายแพทย์สโตเวน (Stowen) หัวหน้าแผนกพยาธิวิทยา โรงพยาบาลเซนต์ลุกซ์ในนิวยอร์ค ประกาศว่าสามารถวินิจฉัยโรคจิตเภทและมะเร็งเม็ดเลือดขาวแม่นยำถึง 90% ได้ด้วยการ

ตรวจสอบชนิดของลายมือเท่านั้น และในเยอรมนี นายแพทย์อเลกซานเดอร์ รอดวาลด์ (Alexander Rodwald) รายงานเช่นเดียวกันว่าสามารถระบุโรคที่เกิดจากความผิดปกติที่เป็นแต่กำเนิด หลายโรค ได้แม่นยำถึง 90% ในเยอรมนีมีการตรวจลายเส้นผิวหนังได้กระทำอย่างจริงจังด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ถูกออกแบบให้สามารถประเมินลายมือที่มีความแตกต่างหลากหลายได้รวดเร็วจึงช่วยให้ทำนายโรคในเด็กแรกเกิด ที่จะมีโอกาสเป็นโรคหัวใจ โรคมะเร็งชนิดต่างๆ โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว โรคเบาหวาน หรือโรคจิต ได้แม่นยำถึง 80%ดังนั้นการวิเคราะห์ลายเส้นผิวหนังในทางการแพทย์จึงถูกบรรจุลงในหลักสูตรแพทยศาสตร์บัณฑิตในมหาวิทยาลัยหลายแห่งในเยอรมนี

**นิติวิทยาศาสตร์กับลายนิ้วมือ**

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า เป็นสาขาหนึ่งในวิชาการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล ( Personal identification) จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์เป็นเวลาช้านานพบว่าลักษณะลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของมนุษย์สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์บุคคลได้ดีเนื่องจากความจริง 2 ประการ คือ

1. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน (uniqueness) ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีลักษณะเฉพาะพิเศษที่แตกต่างกัน

Sir Francis Galton ได้ทำการตรวจแยกลายนิ้วมือของมนุษย์ออกเป็นชนิด และกำหนดลักษณะพิเศษของลายเส้นในนิ้วมือที่มีอยู่ ไม่พบลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือที่ซ้ำกัน รวมไปถึงประเทศต่างๆ ทั่วโลกที่ได้ตรวจลายพิมพ์นิ้วมือของมนุษย์ขึ้น ยังไม่ปรากฏว่ามีที่ใดได้เคยพบลายนิ้วมือของบุคคล 2 คน เหมือนกันหรือซ้ำกันเกิดขึ้น แม้ว่าจะเป็นคนคนเดียว แต่คนละนิ้วก็ไม่เหมือนกัน (วิโรจน์ ไวยวุฒิ 2532 : 352-353)

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่เชื่อได้ว่า จะไม่มีลายนิ้วมือของบุคคลตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไปมีโอกาสเหมือนกัน หรือซ้ำกันไม่ว่าบุคคลนั้นจะสืบสายโลหิตเดียวกันมาหรือเป็นฝาแฝดกัน ตลอดจนแฝดกายติดกันออกมา ลายนิ้วมือของบุคคลนั้นก็ไม่เหมือนกันหรือซ้ำกัน Sir Francis Galton รายงานว่าโอกาสที่จะซ้ำกันเพียง 1 ใน 600 ล้าน Balthazard ได้คำนวณว่ามีโอกาสเพียง $1/10^{6}$ ซึ่งยิ่งน้อยลงไปอีก (ฑีฆายุ ชินะนาวิน 2506 : 91)

2. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลนั้นไม่เปลี่ยนแปลง ( Permanence)

ลายเส้นของผิวหนังเริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่ทารกอยู่ในครรภ์มารดาประมาณเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 4 (Cummins and Middlo 1964 :40) ลักษณะลายเส้นในลายนิ้วมือของมนุษย์นี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยจนแก่และตายไป จะมีบ้างก็เพียงแต่ขยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นตามลำดับวัย และความเจริญเติบโตขึ้นของร่างกายเท่านั้น เช่น เมื่อเป็นเด็กๆ อายุยังน้อยลายเส้นนิ้วมือก็จะเล็ก เมื่อเติบโตขึ้น

หรืออายุมากขึ้นลายเส้นของนิ้วมือก็จะขยายใหญ่ขึ้น ในรูปและสภาพเดิม ถึงแม้จะตายถ้าหากนิ้วมือยังไม่เน่าเปื่อย เช่น มัมมี่ หรือศพที่ฉีดยารักษาซากศพไว้เป็นรูปแห้ง ลายนิ้วมือที่ปรากฏอยู่ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

นอกจากนั้นในขณะที่นิ้วมือของมนุษย์เกิดการไม่ปกติขึ้น เช่น โรคหนังลอก ฝนกับของหยาบหรือใช้น้ำกรดอ่อนๆ กัดลายนิ้วมือเหล่านี้จะลบเลือนไปเพียงชั่วขณะหนึ่ง เมื่อนิ้วมือนั้นหายเป็นปกติแล้วลายเส้นก็จะเกิดใหม่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยิ่งกว่านั้นบางรายที่นิ้วมือถลอกของมีคมบาดจนเกิดเป็นแผลเป็น รอยแผลเป็นเหล่านี้อย่างมากก็เพียงทำลายลายเส้นของนิ้วมือได้เป็นบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ด้วยเหตุนี้ลักษณะลายเส้นของลายนิ้วมือมนุษย์จึงนับว่าเป็นเครื่องหมายพิสูจน์ตัวบุคคลได้อย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นในร่างกายของมนุษย์ เช่น รอยแผลเป็น รอยสัก ผิวหนัง ผม นัยน์ตา เพราะสิ่งเหล่านี้ย่อมเจริญขึ้นและเสื่อลงไปตามวัย

ลักษณะลายเส้นของนิ้วมือมนุษย์ยังไม่มีวิธีการที่จะเปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้ เพราะเหตุว่าลายพิมพ์นิ้วมือจำชำรุดไปด้วยประการใดๆ ลายเส้นนิ้วมือก็จะเกิดขึ้นใหม่ในรูปและสภาพเดิมเสมอ เว้นแต่จะได้ทำลายให้ลึกลงไปจนถึงต่อมเหงื่อ โดยการเฉือนใต้ผิวหนังออกให้หมด ลายเส้นของนิ้วมือจะถูกทำลายไปโดยสิ้นเชิง

**ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ**

นิ้วมือมนุษย์มีเส้นอยู่ 2 เส้น คือ เส้นนูน (friction ridge) และ เส้นร่อง (groove or furrow)

1. เส้นนูน คือ การเกิดของรอยนูนซึ่งอยู่สูงขึ้นมาพ้นจากผิวหนังส่วนนอกของนิ้วมือ นิ้วเท้า ฝ่ามือ และฝ่าเท้า
2. เส้นร่อง คือ รอยลึกที่อยู่ต่ำลงไปกว่าระดับของเส้นนูน

เส้นนูนและเส้นร่องประกอบกันเป็นลายนิ้วมือ เมื่อนำนิ้วมือกดลงบนแท่นหมึก เส้นนูนเป็นเส้นที่ติดหมึก ส่วนเส้นร่องอยู่ลึกลงไปต่ำกว่าระดับของเส้นนูน หมึกไม่สามารถจะติดลงไปถึงได้ ลายเส้นนูนทำให้นิ้วมือและฝ่ามือสามารถยึดจับวัตถุ เส้นนูนทำให้เกิดความฝืดระหว่างผิวหนังและวัตถุ ทำให้มือจับวัตถุได้ดี บนเส้นนูนมีรูต่อมเหงื่อซึ่งทำหน้าที่ระบายเหงื่อ ถ้าปราศจาก เส้นนูนที่เปียกชื้นก็เป็นการยากที่จะจับวัตถุที่มีน้ำหนักเบาไว้ได้ ลายเส้นนูนมีบนฝ่ามือและฝ่าเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด

จุดสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ ( special characteristic of minutia) ลายเส้นที่อยู่บนลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า จะประกอบด้วยลายเส้นที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ หรือมินูเชีย (minutia) ดังต่อไปนี้

1. เส้นหยุด (ridge endding)

2. เส้นแยก (ridge bifurcation)

3. จุด (dot)

4. ตะขอ (spur)

5. เส้นสั้น (short ridge)

6. เกาะ (enclosure)

7. เส้นไขว้ (ridge crossing)

8. เส้นแยกสองชั้น (double bifurcation)

9. เส้นแยกสามชั้น (trifurcation)

10. สะพาน (bridge)

มหาวิทยาลัยศิล

เส้นนูนและเส้นร่องประกอบกันเป็นลายนิ้วมือ เมื่อนำนิ้วมือกดลงบนแท่นหมึก เส้นนูนเป็นเส้นที่ติดหมึก ส่วนเส้นร่องอยู่ลึกลงไปต่ำกว่าระดับของเส้นนูน หมึกไม่สามารถจะติดลงไปถึงได้ ลายเส้นนูนทำให้นิ้วมือและฝ่ามือสามารถยึดจับวัตถุ เส้นนูนทำให้เกิดความฝืดระหว่างผิวหนังและวัตถุ ทำให้มือจับวัตถุได้ดี บนเส้นนูนมีรูต่อมเหงื่อซึ่งทำหน้าที่ระบายเหงื่อ ถ้าปราศจาก เส้นนูนที่เปียกชื้นก็เป็นการยากที่จะจับวัตถุที่มีน้ำหนักเบาไว้ได้ ลายเส้นนูนมีบนฝ่ามือและฝ่าเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด

**2.2 แนวคิดเกี่ยวกับลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุและวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ**

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุเป็นพยานหลักฐานที่แสดงว่าบุคคลที่เป็นเจ้าของลายนิ้วมือได้เข้าไปในสถานทีเกิดเหตุหรือได้สัมผัสกับวัตถุที่ตรวจพบลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นวัตถุพยานที่มีค่ามากสำหรับการสืบสวนในคดีอาชญากรม

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภท คือ

1. ลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (visible fingerprint)

1.1 ลายนิ้วมือชนิด 2 มิติ เป็นรอยประทับของนิ้วมือที่เปื้อนฝุ่น เลือด น้ำมัน หรือ ไข ไปสัมผัสกับวัตถุ หรือรอยประทับของนิ้วมือที่สัมผัสกับวัตถุที่มีฝุ่น น้ำมัน หรือ ไข

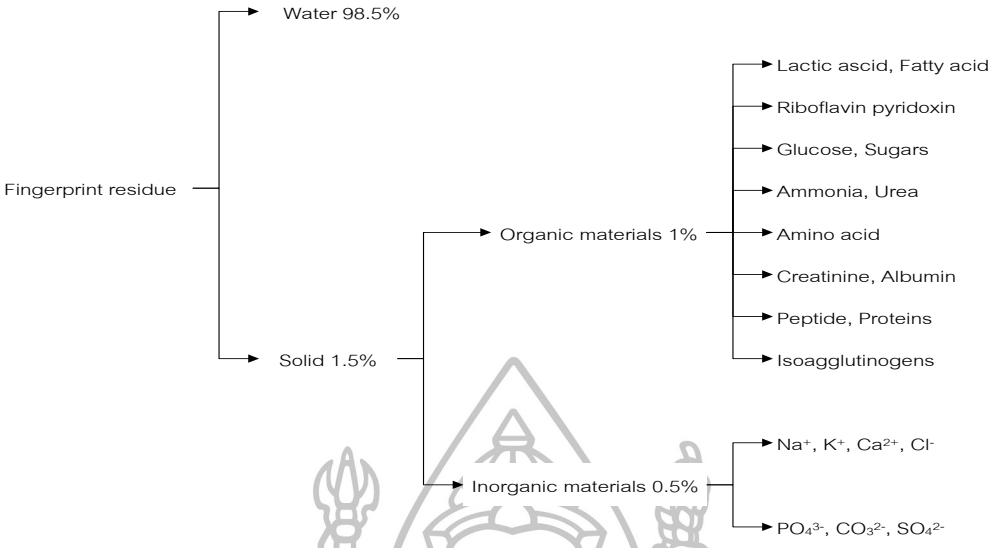
1.2 ลายนิ้วมือชนิด 3 มิติ เป็นรอยประทับที่พบได้ชัดบนวัตถุผิวนิ่ม ( plastic fingerprint)

2. ลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า ( latent fingerprint) เป็นรอยลายนิ้วมือที่เกิดจากเหงื่อที่ขับออกทางต่อมเหงื่อที่อยู่บนเส้นนูนของลายนิ้วมือ และจะติดอยู่ที่วัตถุเมื่อนิ้วมือไปสัมผัสกับวัตถุ เป็นรอยที่มองเห็นไม่ชัดหรือมองไม่เห็นเลย

รอยลายนิ้วมือที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุส่วนมากเป็นรอยที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ผิวของนิ้วมือจะเปียกด้วยสารที่ขับออกจากต่อมเหงื่อซึ่งกระจายอยู่บนเส้นนูน ไขมันที่ขับอกอย่างต่อเนื่องจากผิวหนัง และติดด้วยสารที่ขับออกจากต่อมไขมันเนื่องจากการสัมผัสกับผิวส่วนอื่น ถ้ามือที่เปียกสารสัมผัสวัตถุ สารที่ขับออกมาจะถ่ายเทที่ผิวของวัตถุที่นิ้วมือจับต้องเป็นรอยลายนิ้วมือ เนื่องจากรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นเกิดจากการถ่ายเทสารที่ออกมาไปยังวัตถุ ดังนั้นผิวเรียบและแห้งจะติดลายนิ้วมือได้ดี

สารที่ขับออกมาจากต่อมเหงื่อไม่มีสี ใส มีค่า pH เป็นกลางหรือกรดเล็กน้อย ( pH 4-7) ประกอบด้วยความชื้น 98-99 % และสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ 1-2 % สารอนินทรีย์ได้แก่ เกลือ แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น สารอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน (โปรตีน) ยูเรีย และกรดแลคติก เป็นต้น




ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของเหงื่อ

ที่มา : Forensic Science, An Introduction to Criminalistics (p.342)

คุณภาพและปริมาณของสารที่ขับออกมาจากต่อมไขมัน แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ปริมาณของสารที่ขับออกมาจะขึ้นกับอุณหภูมิและสภาพจิตใจ ปริมาณของสารที่ขับออกมาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูง หรือความตึงเครียดของจิตใจสูง ปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการหลั่งเหงื่อ ก็คือความชื้นในอากาศ ยิ่งอากาศชื้นมากเท่าใด การระเหยของน้ำก็เป็นไปได้น้อยลงเท่านั้น เหงื่อจะออกมากแต่ก็ระเหยไม่ได้ และเหตุที่มองรอยลายนิ้วมือด้วยตาเปล่าไม่เห็นเนื่องจากรอยของสารที่ขับออกมาไม่มีสี

ไขมันที่ติดอยู่บนลายนิ้วมือจะทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏอยู่ได้นานขึ้น องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเหงื่อคือน้ำ ไขมันเบากว่าน้ำจะลอยอยู่ข้างบนของน้ำ และลดอัตราการระเหยของน้ำ หลังจากน้ำระเหยไปไขมันจะยังคงปรากฏอยู่และค่อนข้างเหนียว ทำให้การปัดลายนิ้วมือด้วยผงฝุ่นได้ลายเส้นที่ชัดเจนกว่าลายนิ้วมือที่ไม่มีไขมันติดอยู่

**วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ**

วัตถุที่จะทำการเก็บลายนิ้วมือจะแยกเป็น 2 ประเภท คือ วัตถุผิวเรียบแข็งไม่ดูดซับ และวัตถุผิวดูดซับ ซึ่งจะใช้วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน วัตถุผิวดูดซับไม่ดูดซับสามารถทดสอบได้โดยการหยดน้ำลงบนผิววัตถุ ถ้าน้ำซึมได้เป็นวัตถุผิวดูดซับ เช่น กระดาษ ถ้าน้ำมีลักษณะเป็นลูกปัดบนผิววัตถุ วัตถุนั้นผิวไม่ดูดซับ เช่น กระจก

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือมีหลายวิธี ปัจจุบันได้มีการพัฒนาในหลายรูปแบบ ได้แก่ วิธีแห้ง (ผงฝุ่น), วิธีเปียก (วิธีทางเคมี), วิธีก๊าซ วิธีลอกลายนิ้วมือ และวิธีการถ่ายภาพ ส่วนใหญ่จะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งแต่บางกรณีอาจจะใช้ 2 วิธีหรือมากกว่า

**1. วิธีแห้ง (ผงฝุ่น)**

วิธีนี้เป็นวิธีทางฟิสิกส์เพื่อให้ได้ลายนิ้วมือที่มีสีที่แตกต่างจากวัตถุโดยการใช้ผงฝุ่นปัด ผงฝุ่นจะติดความชื้นและไขมันของสารที่ขับถ่ายออกมาทางนิ้วมือ เหมาะสำหรับวัตถุพื้นผิวเรียบเป็นมันไม่ดูดซึมและไม่เปียก (Kirl 1953 : 396)

ผงฝุ่นแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการติดบนพื้นผิวของวัตถุแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทั้งนี้จะต้องเลือกใช้ผงฝุ่นที่เหมาะสมกับสภาพของลายนิ้วมือแฝง และพื้นผิววัสดุในบางครั้งอาจผสมผงฝุ่นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้เกิดผลดีในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝง

กระดาษแบคกราวด์ที่ใช้ติดรอยลายนิ้วมือแฝง จะต้องเป็นสีตัดกับฝุ่นที่ใช้ เช่น ใช้ฝุ่นสีดำควรติดบนกระดาษแบคกราวด์สีขาว ด้านหลังของกระดาษติดรอยลายนิ้วมือแฝง จะต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับคดี และแผนที่สังเขปที่รอยลายนิ้วมือแฝงติดอยู่ดังภาพข้างล่าง

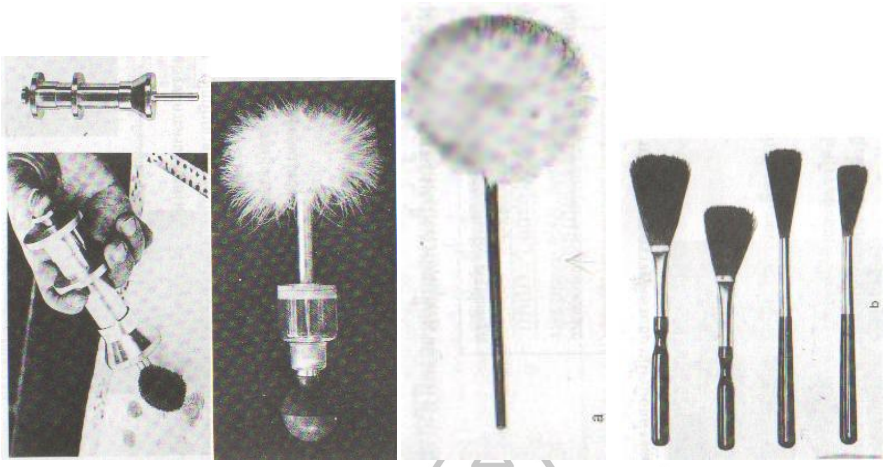
วิธีการปัดฝุ่น

จุ่มแปรงลงบนฝุ่นผงเคมีเพียงเล็กน้อย และปัดเบา ๆ เป็นบริเวณกว้างโดยปัดเป็นรูปวงกลม เมื่อเห็นลายเส้นชัดเจนแล้ว ให้ปัดไปตามลักษณะของลายเส้น แล้วใช้เทปใสลอกขึ้นมาติดลงบนกระดาษสำหรับติดรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง โดยระมัดระวังมิให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นให้เขียนรายละเอียดของคดี ลงบนด้านหลังของกระดาษแบคกราวด์ที่ติดรอยลายนิ้วมือแฝง

ข้อระมัดระวังในการปฏิบัติ คือ

- ห้ามแตะต้องหรือกระทำการใด ๆ อันเป็นเหตุให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง นั้นสูญหายไป หรือปรากฏขึ้นใหม่

- ระมัดระวังไม่ให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง ถูกความร้อน ความชื้นหรือฝุ่นละอองจนไม่สามารถปัดฝุ่นได้



ภาพที่ 4 แปรงปัดฝุ่นชนิดต่างๆ

ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

**2. วิธีทางเคมี**

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแฝง ที่ของกลางบางชนิด ไม่สามารถใช้วิธีการปัดฝุ่นได้ เช่น ของกลางประเภทกระดาษเอกสารต่าง ๆ หรือของกลางบางชนิดใช้ตรวจเก็บโดยวิธีทางเคมีจะได้ผลดีกว่า ซึ่งแล้วแต่ชนิดและพื้นผิวของวัตถุของกลางนั้น โดยอาศัยหลักการทางเคมี คือ ให้องค์ประกอบในสารเคมีทำปฏิกิริยากับสารประกอบที่ขับออกมาทางนิ้วมือหรือเลือด และทำให้เกิดการเปลี่ยนสี

2.1 วิธีรมไอโอดีน (Iodine fuming) มีลักษณะเป็นเกล็ดสีม่วง เมื่อได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยจะระเหิดเป็นไอ ไขมันหรือสารที่มีความมันจะดูดซับไอของไอโอดีน เหมาะกับของกลางประเภท กระดาษ, ผนัง ฯลฯ โดยให้ไอของไอโอดีนไปสัมผัสกับของกลางที่มีลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝงติดอยู่ สารไอโอดีนจะไปเกาะกับไขมันในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง จากเดิมที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมองเห็นได้ชัดเจน การตรวจเก็บให้ทำการถ่ายภาพทันที เนื่องจากลายเส้นจะค่อย ๆ เลือนหายไป

2.2 วิธีนินไฮดริน (ninhydrin) มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีเหลืองอ่อน เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษและเอกสารต่าง ๆ นินไฮดริน จะไปทำปฏิบัติกิริยากับโปรตีนในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน แล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพทันที

ข้อควรระวัง สารละลายนี้ อาจทำให้หมึกในเอกสารของกลางเสียหายได้ ต้องได้รับอนุญาตจากคู่กรณีก่อนปฏิบัติ

ภาพที่ 5 เครื่องอบ และตู้อบน้ำยานินไฮดริน
ที่มา: Forensic Science2 for Crime investigation

2.3 วิธีซิลเวอร์ไนเตรท (silver nitrate) เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษ ไม้ โดยที่เงินไนเตรท จะทำปฏิกิริยากับเกลือโซเดียมในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนเป็นสีแดงน้ำตาลแล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

2.4 วิธีซุปเปอร์กลู (super glue) หรือ Cyanoacrylate เหมาะกับของกลางประเภทเครื่องหนัง , กระดาษ, แก้ว, ผ้า, โลหะต่าง ๆ เป็นต้น ซุปเปอร์กลู ซึ่งมีส่วนผสมของสารไซยาโนอะคิเลทเอสเทอร์ (cyanoacrylate ester) เมื่อสารนี้ได้รับความร้อนจะระเหยเป็นไอ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงแล้วทำปฏิกิริยากับโปรตีน และน้ำในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนเป็นสีขาว การตรวจเก็บใช้วิธีปัดด้วยฝุ่นผงเคมี

2.5 วิธีผลึกม่วง (crystal violet) เหมาะกับรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง ติดที่เทปใส เทปพันสายไฟ ด้านที่เหนียวซึ่งไม่สามารถเก็บโดยวิธีการปัดฝุ่นได้ วิธีเก็บทำได้โดยผสมน้ำยาใส่ภาชนะแล้ววางเทปใสแช่ในน้ำยา จนกระทั่งรอยลายนิ้วมือแฝง ปรากฏ แล้วล้างด้วยน้ำก๊อก เพื่อล้างสีส่วนที่เกินออกไป จากนั้นจึงนำเทปไปวางบนด้านมันของกระดาษอัดรูปที่ยังไม่ได้รับแสง ซึ่งเปียกหมาด ๆ รีดด้วยความร้อนอ่อน ๆ แล้วดึงเทปฯออก ตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

**3. การตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยเครื่องมือและสารเคมีใหม่ ๆ**

3.1 Small Particle Reagent (SPR) ประกอบด้วยสารแขวนลอยของเกลือของโลหะในสารละลายสบู่ เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันในลายนิ้วมือแฝงและส่วน Hydrophobic tails ของ reagent โดยส่วน Hydrophobic tails จะเชื่อมต่ออยู่กับส่วน hydrophilic head ที่ทำปฏิกิริยากับเกลือของโลหะ เช่น titanium dioxide หรือ molybdenum disulfide เป็นต้น วิธีการคือ ฉีดพ่น SPR

บริเวณที่ต้องการหาลายนิ้วมือ แล้วฉีดน้ำล้าง รอให้แห้งแล้วบันทึกภาพถ่าย หรือเก็บรอยที่แห้งด้วยเทปใส จะได้ลายเส้นสีขาวหรือดำขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือของโลหะที่เป็นสารแขวนลอยที่ใช้ว่าจะประยุกต์ใช้กับวัตถุพื้นผิวสีอะไร วิธีนี้ใช้หาลายนิ้วมือบน โลหะ พลาสติก ไม้ แก้ว วัตถุที่เปียก เป็นต้น

3.2 Amido Black เป็นสีย้อมโปรตีนที่อยู่ในเลือดหรือ body fluid อื่น ๆ ให้สีน้ำเงินเข้ม amido black ไม่ทำปฏิกิริยาใด ๆ กับสารในบายนิ้วมือ ช่วยทำให้ลายนิ้วมือที่เปื้อนเลือดแม้จะมองไม่เห็นก็ทำให้ปรากฏเห็นชัดเจนขึ้น ใช้ได้บนวัตถุผิวรูพรุนและผิวไม่รูพรุน เช่น ศพ ไม้ กระดาษ เป็นต้น

3.3 Sticky-side Powder ใช้หาลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทป ได้ลายเส้นลายนิ้วมือที่ชัดเจนกว่าวิธีอื่น ๆ ใช้ผสมกับน้ำและ Photo-Flo ในปริมาณที่เท่ากัน ทาด้วยแปรงลงบนด้านเหนียวของเทปใส ทิ้งไว้ประมาณ 10-15 วินาที ล้างออกด้วยน้ำ แล้วบันทึกภาพถ่ายหรือเก็บรอยที่แห้งด้วยเทปใส

3.4 DFO (1,8-Diazafluoren-9-one) ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือซึ่งมองไม่เห็นในแสงปกติ แต่จะเรืองแสงชัดเจนในแสงพิเศษ DFO จะทำให้ลายนิ้วมือปรากฏบนกระดาษมากว่าการใช้นินไฮดรินเพียงอย่างเดียว 2.5-3 เท่า ถ้าใช้ร่วมกับนินไฮดรินต้องใช้วิธี DFO ก่อน

3.5 การใช้แสงโพลีไลท์ (polilight) ใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุต่างๆ รวมถึง ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง บนวัตถุพยานต่าง ๆ เช่น รอยลายนิ้วมือแฝงติดคราบโลหิต คราบอสุจิ พลาสติก รอยรองเท้า เอกสารต่าง ๆ เป็นต้น โดยแหล่งกำเนิดแสงของ polilight คือ xenon arc lamp เป็นเครื่องมือที่มีน้ำหนักเบา สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในและนอกสถานที่ สามารถให้แสงได้หลายสี ให้แสงสีขาว 300-680 nm ภายในเครื่องมีฟิลเตอร์ที่จะตัดแสงสีต่าง ๆ ออกมาตามความต้องการใช้งาน สามารถนำมาตรวจหารอยลายนิ้วมือ

Fluorescence การที่พลังงาน (ที่ไม่ใช่พลังงานความร้อน) กระตุ้นให้วัตถุเปล่งแสงออกมาในช่วงที่มีการให้พลังงานเท่านั้น โมเลกุลของวัตถุดูดกลืนโฟตอนพลังงานสูง (แสงอัลตร้าไวโอเลต) และปล่อยโฟตอนพลังงานต่ำ (แสงที่ตามองเห็น) กลับออกมา พลังงานส่วนต่างจะกลายเป็นพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในวัตถุ วัตถุดูดกลืนพลังงานจากแสงของต้นกำเนิดก่อน แล้วปล่อยพลังงานกลับออกมาในรูปของแสงในทันที เมื่อต้นกำเนิดแสงปิด การเปล่งแสงจะหยุด

3.6 RUVIS (Reflected Ultra-Violet Imaging System) เป็นกล้องส่องหาลายนิ้วมือ โดยใช้หลักการสะท้อนแสง UV แทนที่จะเป็นการเรืองแสงแบบใน Forensic Light Source กล้องนี้สามารถหาลายนิ้วมือบนวัตถุผิวไม่ดูดซับโดยไม่ต้องใช้สารเคมีใด ๆ ก่อน แต่ในบางกรณีต้องรมด้วย Super Glue ก่อนจึงจะส่องเห็นลายนิ้วมือได้ดี

**2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้**

อัคคีภัย คือ ภยันตรายที่เกิดจากไฟ ที่เกินการควบคุม และลุกลาม ต่อเนื่อง สร้างความเสียหาย ให้แก่ชีวิต ทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อม

การสันดาปหรือการเผาไหม้( combustion)คือ ปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งเชื้อเพลิงได้รวมตัวกับออกซิเจน จากอากาศและปล่อยพลังงานความร้อนและแสงสว่าง

องค์ประกอบของไฟ (fire triangle)

การที่จะเกิดไฟขึ้นได้นั้น ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

- เชื้อเพลิง(fuel) ซึ่งจะอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส
- ออกซิเจน(oxygen) ซึ่งจะมีอยู่ในอากาศประมาน 21% โดยปริมาณ
- ความร้อน (heat) พอเพียงที่จะติดไฟได้

เมื่อมีองค์ประกอบทั้ง 3 ครบแล้วไฟจะเกิดลุกไหม้ขึ้นและเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่

การใช้สามเหลี่ยมของไฟ (the use of the fire triangle)

ภาพที่ 6 สามเหลี่ยมไฟ

ที่มา : www.sci.rmutt.ac.th/watcharapong/chemicalsandSafety

สามเหลี่ยมของไฟ แสดงให้เห็นว่าไฟจะเกิดขึ้นได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ เชื้อเพลิง(ในรูปแบบของไอระเหย) อากาศ(ออกซิเจน) และ ความร้อน (ถึงอุณหภูมิติดไฟ) และการที่จะดับไฟนั้นก็ต้องเอาอย่างใดอย่างหนึ่งออกไป

ดังนั้นองค์ประกอบในการเผาไหม้มีอยู่ 4 องค์ประกอบ คือ

**1. เชื้อเพลิง ( Fuel )** คือ วัตถุใดๆ ก็ตามที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็ว ในการเผาไหม้ เช่น ก๊าซ ไม้ กระดาษ น้ำมัน โลหะ พลาสติก เป็นต้น เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะก๊าซจะสามารถลุกไหม้ไฟได้ แต่เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะของแข็งและของเหลวจะไม่สามารถลุกไหม้ไฟได้ ถ้าโมเลกุลที่ผิวของเชื้อเพลิงไม่อยู่ในสภาพที่เป็นก๊าซ การที่โมเลกุลของของแข็งหรือของเหลวนั้นจะสามารถแปรสภาพ กลายเป็นก๊าซได้นั้นจะต้องอาศัยความร้อนที่แตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ความแตกต่างของลักษณะการติดไฟของเชื้อเพลิงดังกล่าวขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ 4 ประการ ดังนี้

ความสามารถในการติดไฟของสาร ( Flamablility Limitts ) เป็นปริมาณไอของสารที่เป็นเชื้อเพลิงในอากาศที่มีคุณสมบัติซึ่งพร้อมจะติดไฟได้ในการเผาไหม้นั้นปริมาณไอเชื้อเพลิงที่ผสมกับอากาศนั้นจะต้องมีปริมาณพอเหมาะจึงจะติดไฟได้ โดยปริมาณต่ำสุดของไอเชื้อเพลิงที่เป็น % ในอากาศ ซึ่งสามารถจุดติดไฟได้เรียกว่า “ ค่าต่ำสุดของไอเชื้อเพลิง ( Lower Flammable Limit ) ” และปริมาณสูงสุดของไอเชื้อเพลิงที่เป็น % ในอากาศซึ่งสามารถจุดติดไฟได้เรียกว่า “ ค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิง ( Upper Flammable Limit ) ” ซึ่งสารเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิงแตกต่างกันไป

จุดวาบไฟ ( Flash Point ) คืออุณหภูมิที่ต่ำที่สุด ที่สามารถทำให้เชื้อเพลิงคายไอออกมาผสมกับอากาศในอัตราส่วน ที่เหมาะสมถึงจุดที่มีค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิง เมื่อมีประกายไฟก็จะเกิดการติดไฟ เป็นไฟวาบขึ้นและก็ดับ

จุดติดไฟ ( Fire Point ) คืออุณหภูมิของสารที่เป็นเชื้อเพลิงได้รับความร้อน จนถึงจุดที่จะติดไฟได้แต่การติดไฟนั้นจะต้องต่อเนื่องกันไป โดยปกติความร้อนของ Fire Point จะสูงกว่า Flash Point ประมาณ 7 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่นไอ ( Vapor Density ) คืออัตราส่วนของน้ำหนักของสารเคมีในสถานะก๊าซต่อน้ำหนักของอากาศเมื่อมีปริมาณเท่ากัน ความหนาแน่นไอ ใช้เป็นสิ่งบ่งบอกให้ทราบว่าก๊าซนั้นจะหนักหรือเบากว่าอากาศซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมอัคคีภัย

**2.ออกซิเจน( Oxygen )** อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา นั้นมีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 21 % แต่การเผาไหม้แต่ละครั้งนั้นจะต้องการออกซิเจนประมาณ 16 % เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดที่อยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรานั้นจะถูกล้อมรอบด้วยออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ยิ่งถ้าปริมาณออกซิเจนยิ่งมากเชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟได้ดีขึ้น และเชื้อเพลิงบางประเภทจะมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองไหม้ได้โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่โดยรอบเลย

**3. ความร้อน ( Heat )** ความร้อน คือ พลังงานที่ทำให้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเกิดการคายไอออกมา

**4. ปฏิกิริยาลูกโซ่ ( Chain Reaction )** หรือการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง คือ กระบวนการเผาไหม้ที่เริ่มตั้งแต่เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจนติดไฟเมื่อเกิดไฟขึ้น หมายถึง การเกิดปฏิกิริยา กล่าวคือ อะตอมจะถูกเหวี่ยงออกจากโมเลกุลของเชื้อเพลิง กลายเป็นอนุมูลอิสระ และอนุมูลอิสระเหล่านี้จะกลับไปอยู่ที่ฐานของไฟอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดเปลวไฟ

ปริมาณพลังงานความร้อนที่ให้กับสารนั้นมีหน่วยเป็น BTU 1 BTU = ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์อุณหภูมิ เป็นการวัดความเข้มมีหน่วยเป็นองศาเซนเซียส ,องศาฟาเรนไฮต์,เคลวิน

การแผ่ขยายของไฟ(Fire spread)

1. ร้อนการส่งผ่านความ(Heat transfer)

2. การส่งผ่านมวลสาร(Mass transfer)

3. Fire transfer

1.1 การส่งผ่านความร้อน

การนำความร้อน - เป็นการส่งผ่านความร้อนจากการสัมผัสโดยตรงของสิ่งหนึ่งกับอีกสิ่งหนึ่ง

การพาความร้อน - เป็นการส่งผ่านความร้อนที่เกิดจากการหมุนเวียนของอากาศร้อนกับก๊าซที่เป็นผลผลิตของการเผา ไหม้

การแผ่รังสี- เป็นการส่งผ่านความร้อนในรูปของคลื่นพลังงาน

1.2 การส่งผ่านมวลสาร

- ก๊าซ

- ของเหลว

- ของแข็ง เช่น ลูกไฟกระเด็น ไม้หรือของแข็งประเภทอื่นที่ถูกเพลิงไหม้แล้วตกลงบนเชื้อเพลิงอื่น

1.3 Fire transfer

จะต้องมีไอของเชื้อเพลิง ,ก๊าซอยู่ในช่วง explosive limits ก๊าซ,ไอ ต้องอยู่ในภาชนะจำกัด เช่น ท่อถูกกับแหล่งความร้อน

**การตรวจหาจุดต้นเพลิง**

หลักในการพิจารณาหาจุดต้นเพลิงดูจุดหรือบริเวณที่มีสภาพความเสียหายมากที่สุด

ดูทิศทางการผ่านของความร้อนเพื่อนำไปสู่จุดต้นเพลิงดูจุดหรือบริเวณที่มีการลุกไหม้ในระดับต่ำสุด

การตรวจหาสาเหตุของเพลิงไหม้ (กรณีวางเพลิง)

พยานหลักฐานที่ใช้พิจารณาสาเหตุเพลิงไหม้ในกรณีของการวางเพลิงมีอยู่ 3 ชนิด

1. พยานหลักฐานที่บ่งชี้ว่ามีการวางเพลิง
2. พยานหลักฐานที่บ่งบอกมูลเหตุจูงใจ
3. พยานหลักฐานที่เชื่อมโยงไปถึงตัวผู้กระทำผิด

1.1 พยานหลักฐานที่บ่งชี้ว่ามีการวางเพลิง

- ตรวจไม่พบหลักฐานที่แสดงถึงสาเหตุของเพลิงไหม้ที่มาจากอุบัติเหตุ
- สีของเปลวไฟและควันไฟไม่สอดคล้องกับชนิดของเชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุแสดงสีของเปลวไฟที่อุณหภูมิต่าง ๆกัน
- พฤติกรรมที่ผิดปกติของบุคคลที่ออกมาจากสถานที่เกิดเหตุหรืออยู่ใกล้กับสถานที่เกิดเหตุรวมถึงตัวเจ้าของอาคารเองด้วย
- ขนาดของไฟไม่สอดคล้องกับระยะเวลาการไหม้
- มีการปิดกั้นประตู หน้าต่างไม่ให้บุคคลภายนอกเห็นหรือเข้าไปดับไฟได้
- มีร่องรอยทำลายประตู หน้าต่าง ผนัง พื้น หรือหลังคา(ต้องแยกให้ออกจากการถูกทำลายเนื่องจากเข้าไปดับไฟหรือถูกทำลายจากไฟ)
- มีกลิ่นผิดปกติ โดยเฉพาะกลิ่นน้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน แอลกอฮอล์ ให้พยายามตรวจสอบโดยใช้จมูกดม
- มีการทำลายหรือขัดขวางระบบป้องกันไฟ
- มีจุดต้นเพลิงหลายจุดหรือ มีการแผ่ขยายของไฟผิดธรรมชาติความรุนแรงของไฟผิดธรรมชาติพิจารณาจาก
- ความลึกของการเป็นถ่าน (Deep of char)
- การแตกกระทบของคอนกรีต(Spalling)
- การเปลี่ยนแปลงของกระจก
- บอกลักษณะของการได้รับความร้อน บอกถึงอุณหภูมิที่ได้รับโดยพิจารณาจากอุณหภูมิหลอมละลาย ตัวอย่างเช่น

- กระจก soda lime glasses (พวกกระจกหน้าต่าง ,โถแก้ว ,หลอดไฟต่าง ๆ )มีอุณหภูมิหลอมละลาย 1005 $^{0}$F

- กระจก aluminosilicate glasses (พวกกระจกเครื่องบิน , กระจกปิดด้านบนเตา) มีอุณหภูมิหลอมละลาย 1670 $^{0}$

- บอกถึงทิศทางของแรงที่กระทำต่อกระจก

- พบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวางเพลิง “plants”

ลักษณะของการจุดไฟ

- Electronic timer

- Cigarette matches

- Candle

- Chemicals

พบวัสดุที่ช่วยให้การลุกไหม้แผ่ขยายออกไปหรือเชื่อมโยงไปยังบริเวณอื่น มีลักษณะรูปแบบการไหม้(fire pattern)ที่บ่งชี้ว่ามีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

รูปแบบไม่แน่นอน ( Irregular pattern) รอยไหม้เป็นไปตามการไหลหรือการซึมของของเหลว ซึ่งจะมีลักษณะไม่สม่ำเสมอคล้ายกับนิ้วมือที่เรียกว่า “fingers pattern” รูปแบบโดนัท (Doughnut pattern)

ตำแหน่งของไฟเกิดในตำแหน่งที่ผิดปกติ

- มีการเคลื่อนย้ายทรัพย์สินที่มีความสำคัญหรือของส่วนตัวออกจากอาคารก่อนเกิดเพลิงไหม้

- พบร่องรอยอาชญากรรมต่าง ๆ ในที่เกิดเหตุ

- อาคารมีสภาพความเสียหายอยู่แล้วก่อนที่จะเกิดเพลิงไหม้ เป็นการลุกไหม้ครั้งที่ 2-3 ในอาคารเดียวกัน

- ไฟเกิดตอนช่วงที่เป็นวันหยุดของร้านค้าหรือโรงงาน

- เวลาที่เกิดเหตุ ส่วนใหญ่เกิดในช่วงเวลาตั้งแต่ 24.01-06.00น.

1.2 พยานหลักฐานที่บ่งบอกมูลเหตุจูงใจ

มูลเหตุจูงใจของการวางเพลิง แบ่งออกได้เป็น 7 แบบ

- เพื่อหวังผลประโยชน์ทางการเงินที่ไม่สุจริต

- บุคคลเป็นโรคจิต (Pyromania)

- เพื่อปกปิดอาชญากรรม

- วางเพลิงเพื่อหวังผลประโยชน์ในทางชื่อเสียง

- วางเพลิงเพื่อกลั่นแกล้งหรือล้างแค้น

- วางเพลิงเพื่อหวังผลทางการเมือง

- การกระทำให้เกิดเพลิงไหม้โดยผู้เยาว์

1.3 พยานหลักฐานที่เชื่อมโยงผู้ต้องสงสัยเข้ากับการกระทำผิด

ต้องอาศัยจากประจักษ์พยาน หรือคำรับสารภาพ หรือวัตถุพยานบางอย่าง เช่น รอยลายนิ้วมือที่กระป๋องใส่น้ำมันเชื้อเพลิงที่พบอยู่ในสถานที่เกิดเหตุ

**เทคนิคการอ่านควันไฟ**

ควันไฟที่ปรากฏให้เห็นนั้น แท้จริงๆแล้วคืออนุภาคเล็กมากของเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้จำนวนมหาศาลรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนลอยขึ้นมาจากกองไฟโดยอาศัยความร้อนเป็นตัวพยุงหรือยกอนุภาคเหล่านั้นเคลื่อนที่สู่ที่สูงในแนวดิ่ง อนุภาคเล็กๆที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นควันไฟให้เชื่อไว้ก่อนเลยว่า มีอันตรายเป็นพิษ ไวไฟ และสามารถฆ่านักดับเพลิงได้ ส่วนใหญ่จะเป็นเถ้าถ่านฝุ่นผงและเส้นใย แต่ถ้าเป็นไฟจากพื้นที่มีเชื้อเพลิงเป็นสารสังเคราะห์ทางเคมีหรือวัตถุไวไฟ อนุภาคก็จะยิ่งมีอันตรายมากขึ้นเพราะมีสารพิษร้ายแรงปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก โดยมี คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ อะโครเลอิน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ รวมทั้ง เบนซีน อยู่ในอันดับต้นๆ

การที่ควันไฟลุกติดไฟสามารถลุกติดได้ ในทางทฤษฎีแล้วถือว่าควันไฟร้อนๆ นั่นแหล่ะคือเปลวไฟชนิดหนึ่ง เพียงแต่ยังไหม้ไม่สมบูรณ์เท่านั้นเองเมื่อมีการระบายอากาศทำให้ออกซิเจนเข้าไปเติม หรือควันลอยออกมาข้างนอกสัมผัสกับออกซิเจน (ในอุณหภูมิและส่วนผสมที่พอเหมา )ควันไฟดังกล่าวนั้นก็ลุกติดเป็นเปลวไฟขึ้นได้

การจะระบุควันเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินอัคคีภัยสำหรับใช้ในการตัดสินใจมี 4 หัวข้อสำคัญในการพิจารณา ได้แก่

1. ขนาดหรือปริมาณ (Volume) ของควันไฟที่มองเห็นได้ชัด
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Velocity) ของควันอันเกี่ยวเนื่องกับความดัน
3. ความหนาแน่น (Density) ของควันไฟที่มองเห็นได้
4. สี (Color) ของควันไฟที่มองเห็นได้

**ขนาดหรือปริมาณ (Volume) ของควันไฟที่มองเห็นได้ชัด**

- อัคคีภัยที่ลุกไหม้สมบูรณ์และร้อนจัดปริมาณควันที่สังเกตเห็นได้จะมีน้อยมาก
- อัคคีภัยกำลังลุกลามอย่างรวดเร็วและมีความร้อนสูงจะมีปริมาณควันมาก
- ไฟไหม้วัตถุที่เปียกชื้นจะมีควันมากแต่มีสีเจือจาง
- วัสดุก่อสร้างใหม่ๆในปัจจุบันที่มีมวลต่ำ เมื่อลุกไหม้จะมีควันมากแม้ว่าเปลวไฟเกิดขึ้นน้อยก็ตาม

นอกจากนี้ควันไฟยังอาจบอกถึงพื้นที่ที่เกิดอัคคีภัยได้ เช่น ในบริเวณคับแคบหรืออับทึบควันไฟจะมีมากแม้ว่าไฟที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็ก

**ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Velocity) ของควันไฟ**

ความเร็วของควันที่พุ่งออกจากอาคารบ่งบอกถึงความดันที่มีอยู่ในอาคารที่เกิดอัคคีภัยอะไรที่ทำให้เกิดความดัน ปัจจัย 2 ประการเท่านั้นที่ทำให้อาคารมีความดัน ได้แก่ ความร้อนและพื้นที่จำกัดของห้องหรืออาคาร

ควันที่เป็นผลมาจากคนความร้อนจะมีลักษณะพุ่งออกมาอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆช้าลงเมื่อพ้นจากตัวอาคาร ส่วนควันที่เกิดในพื้นที่จำกัดเมื่อพ้นจากตัวอาคารความเร็วจะลดลงทันทีและมีอัตราเร็วเท่ากับอัตราไหลของอากาศภายนอก

หากควันไฟที่พุ่งออกมาจากตัวอาคารมีความเร็วสูงในลักษณะไหลทะลักออกมาอย่างรุนแรงหรือพุ่งออกมาด้วยความดันสูง แสดงว่ามีแนวโน้มจะเกิด blackdraft ขึ้นได้ ควันที่พุ่งออกมาอย่างเร็วและแรงเป็นผลมาจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของโมเลกุลก๊าซซึ่งอัดแน่นอยู่ในพื้นที่จำกัด

สิ่งสำคัญในการสังเกตควันไฟ คือต้องจับตามองควันที่มีลักษณะไหลทะลักออกมาอย่างรุนแรง เพราะนั่นคือสัญญาณอันตรายแสดงแนวโน้มการเกิด blackdraft หรือควันอาจลุกติดไฟทันที (ภายใต้เงื่อนไข : อุณหภูมิและส่วนผสมกับก๊าซออกวิเจนที่พอเหมาะ)

ในการเปรียบเทียบความเร็วในการไหลของควันที่ออกมาจากช่องเปิดต่างๆของอาคารจะทำให้สามารถกำหนดจุดกำเนิดต้นเพลิงได้

ดังนั้น ถ้าจะใช้ความเร็วของควันไฟเพื่อค้นหาจุดต้นเพลิง ก็จะต้องพิจารณาขนาดเป็นช่องเปิดต่างๆ เช่น ประตู หน้าต่าง รอยแตกของผนัง และอื่นๆด้วย

ความหนาแน่น(Density)ของควันไฟที่มองเห็นได้

ความหนาแน่นของควันไฟจะบอกให้เรารู้ว่าสถานการณ์ได้เลวร้ายลงไปถึงไหนแล้ว เนื่องจากควันไฟประกอบขึ้นด้วยอนุภาคของแข็ง สิ่งแขวนลอย รวมถึงก๊าซที่เป็นผลผลิตจากการลุกไหม้ ควันไฟที่มีความหนาแน่นสูงจะมีลักษณะหนาและมีเนื้อควันเข้มข้น ถ้าเห็นควันประเภทนี้จะต้องเตรียมพร้อมเพื่อรับมือกับอันตรายร้ายแรง เช่น blackdraft การลุกไหม้ต่อเนื่อง ถ้ามีควันหนาแน่นและเป็นชั้นๆให้ระวังการลุกไหม้ของอนุภาคและก๊าซที่เป็นส่วนประกอบของควันซึ่งอาจทำให้เกิดลูกไฟแบบฉับพลัน

เมื่อ 10 ปีที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับควันไฟชิ้นหนึ่งระบุว่า ควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ของสารสังเคราะห์ จะมีลักษณะหนาทึบรวมตัวเป็นก้อนเมฆ ที่สำคัญคือสามารถลุกติดไฟได้อุณหภูมิต่ำ สารสังเคราะห์ที่ให้ควันหนาเมื่อลุกไหม้มีอยู่มากมายในอาคารบ้านเรือนทั่วไป เช่น พลาสติก พรหมสังเคราะห์ รวมถึงวัสดุก่อสร้างประเภทมวลต่ำที่นำมาใช้ทดแทนวัสดุก่อสร้างที่ใช้มาตั้งแต่ดั้งเดิม

**สี (Color) ของควันไฟที่มองเห็นได้**

หน่วยดับเพลิงส่วนใหญ่ในสหรัฐอเมริกาจะสอนการวิเคราะห์ควันไฟโดยสังเกตสีของควันเพื่อคาดคะเนถึงชนิดของวัตถุเชื้อเพลิงที่กำลังลุกไหม้อยู่นั้น

ไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง ในขั้นเริ่มต้นจะปล่อยควันสีขาวออกมา ควันสีขาวนี้ส่วนใหญ่จะมีความชื้นผสมอยู่ แต่เมื่อมีการเผาไหม้ต่อไปอีกระยะหนึ่ง เชื้อเพลิงจะเริ่มแห้งและแตกตัวออก ควันจะเปลี่ยนสีไป ถ้าเชื้อเพลิงประเภทไม้ จะเปลี่ยนเป็นสีแทนหรือสีน้ำตาล หากเป็นพลาสติกหรือสีเคลือบภายนอกวัสดุจะเป็นสีเทา ควันเหล่านี้หากผสมกับความชื้นหรือสารไฮโดรคาร์บอนก็จะออกเป็นสีดำจางๆแต่เมื่อเชื้อเพลิงไหม้เต็มที่ ควันที่ออกมาจะมีสีดำสนิทยิ่งอยู่ใกล้เปลวไฟเท่าไหร่ก็จะดำมากขึ้นเท่านั้น นั่นคือ ควันยิ่งดำมากก็ก็ยิ่งมีความร้อนสูงมาก ควันสีดำเคลื่อนที่เร็วแต่เบาบาง (ความหนาแน่นน้อย) ชี้ให้เห็นว่ามีเปลวไฟอยู่ใกล้ๆและเป็นตัวผลักควันดำให้พุ่งออกมา

ควันที่ทำให้เราสามารถระบุต้นเพลิงได้นั้นเป็นเพราะเมื่อควันถูกปล่อยออกมาจากเชื้อเพลิงที่ลุกติดไฟที่ต้นเพลิงแล้ว ความร้อนก็จะเผาไหม้เชื้อเพลิงอื่นๆ ต่อไปความชื้นจากเชื้อเพลิงที่ไหม้เป็นสีเทาหรือสีขาวตามระยะทางที่ห่างออกมาจากจุดต้นเพลิงช่วงที่ควันลอยออกมาส่วนผสมของคาร์บอนจากการเผาไหม้จะสะสมอยู่บริเวณด้านนอก
ควันไฟทำให้เราสามารถระบุตำแหน่งต้นเพลิงได้นั้น เป็นเพราะเมื่อควันถูกปล่อยออกจากเชื้อเพลิงที่ลุกติดไฟที่ต้นเพลิงแล้ว ความร้อน ก็จะเผาไหม้เชื้อเพลิงอื่นๆต่อไปความชื้นจากเชื้อเพลิงที่ไม่เป็นลำดับต่อมาจะทำให้ขวัญสีดำในตอนแรกเปลี่ยนเป็นสีเทาหรือสีขาวตามระยะทางที่ห่างออกมาจากต้นเพลิงช่วงที่ควันลอยออกมาส่วนผสมของคาร์บอนจากการเผาไม่จะสะสมอยู่บริเวณด้านนอกผิวควันซึ่งคาร์บอนจะทำให้สีของควันสว่างขึ้นตรงนี้ทำให้เกิดคำถาม "ควันสีขาวที่เราเห็นอยู่เป็นผลมาจากการเผาไหม้ในขั้นเริ่มต้น (early-stage) หรือเป็นผลมาจากความร้อนจากการเผาไหม้ในขั้นหลัง (late-stage) และลอยห่างออกมาจากจุดต้นเพลิงกันแน่ " การหาคำตอบให้ดูที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของควัน ควันสีขาวที่พุ่งออกมาด้วยความเร็วแสดงว่าเป็นควันประเภทหลัง ได้แก่ ควันที่เกิดในขั้นตอนการเผาไหม้ในขั้นหลังและอยู่ห่างจากจุดต้นเพลิง ส่วนควันสีขาวที่ลอยช้าๆหรือลอยเอื่อยๆส่วนใหญ่จะระบุได้ว่าเป็นควันประเภทแรกคือเกิดในขั้นเริ่มต้นของการลุกไหม้

ควันที่เราควรจะให้ความสนใจเป็นพิเศษอีกชนิดหนึ่ง คือควันสีน้ำตาลเชื้อเพลิงที่เป็นไม้ที่ไม่ได้เคลือบผิวเมื่อถูกเผาจะให้ควันสีน้ำตาลมีลักษณะเฉพาะตัวซึ่งจะปรากฏขึ้นในขั้นตอนการเผาไหม้ขั้นหลัง (แต่อยู่ในขั้นก่อนเกิดเปลวไฟ ) กรณีที่ไม้ไม่ได้เคลือบผิวใช้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างอาคาร อัคคีภัยนั้นก็มีแนวโน้มจะจะกลายเป็นไฟไหม้โครงสร้างอาคารซึ่งอาจทำให้มีการพังทลายหรือยุบตัว สัญญาณที่บอกได้ คือควันสีน้ำตาลหม่นพุ่งออกมาจากหน้าจั่ว ชายคาบ้าน หรือรอยต่อพื้นฯลฯ

เมื่อเรารู้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญสำหรับการแยกแยะควันไฟ เราก็มีข้อมูลที่จะสร้างแบบจำลองอัคคีภัยที่กำลังเกิดขึ้นอยู่เบื้องหน้าได้ โดยใช้ควันเป็นตัวชี้นำให้เห็นความเป็นไปจริงๆของเชื้อเพลิงขณะนั้น

- ควันไฟที่พุ่งออกมาจากช่องเปิดเล็กๆอย่างรวดเร็วแสดงให้เห็นว่าจุดที่เป็นต้นเพลิงอยู่ในบริเวณใกล้ใกล้กันนั่นเอง

- ควันสีดำและเคลื่อนที่เร็วจะอยู่ไกลจุดต้นเพลิง ขณะที่ควันสีจางและเคลื่อนที่ช้าๆจะอยู่ไกลจากต้นเพลิง

- ควันที่หนาแน่น แสดงว่าบรรยากาศขณะนั้นมีก๊าซพิษเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

- ควันสีน้ำตาล หมายถึง อัคคีภัยจากเชื้อเพลิงที่เป็นไม้ ซึ่งผ่านการเคลือบผิวหรือปรุงแต่งทางวิศวกรรม

- ควันในลักษณะเดียวกันทั้งรูปร่าง สี และความเร็ว ที่พุ่งออกมาจากช่องเปิดหลายๆแห่งพร้อมกัน คาดการณ์ได้ว่าบริเวณที่อับอากาศหรืออัคคีภัยถึงจุดที่มีการลุกไหม้เต็มที่แล้ว

- ควันสีดำหนาแน่นแสดงว่ามีแนวโน้มเกิด blackdraft หรือ มีการเผาไหม้ต่อเนื่อง ในจุดที่ผ่านออกมาจากต้นเพลิง

- ควันสีเทา (สีกลางๆไม่ดำหรือขาว ) ดันตัวออกมาจากประตูที่ปิดอยู่หรือรอยต่อฝาผนัง แสดงว่า มีเพลิงไหม้เต็มพื้นที่ของห้องนั้นและกำลังจะลุกลามออกมา

- ไฟสีดำ (black fire) ควันสีดำ หมายถึงควันที่มีปริมาณมากและมีความเร็วสูง ความหนาแน่นเกินพิกัดและมีสีดำเป็นสัญญาณอันตราย ว่า ควันดังกล่าวอาจมีแนวโน้มจะเกิดการลุกไหม้ด้วยตนเอง หรือไม่ก็อาจเกิด blackdraft ได้ ควันสีดำในลักษณะดังกล่าว จริงๆแล้วก็คือไฟที่ไม่มีเปลว (เปลวไฟถูกเผาจนกลายเป็นอนุภาคสีดำไปแล้ว ) สำหรับไฟสีดำเราอาจแยกไม่ออก เพราะสิ่งที่เราเห็นเป็นควัน แต่โดยเนื้อแท้มันคือไฟ หรืออย่างน้อยมันก็พร้อมจะเป็นไฟได้ทุกเมื่อเพียงแค่อุณหภูมิและส่วนผสมที่พอเหมาะ

ไฟสีดำในหลายกรณีมีความร้อนแรงกว่าเปลวไฟสีส้มเสียอีก มันทำลายเหล็กกล้าได้ เผาโครงสร้างอาคารจนพังทลาย นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอุณหภูมิของไฟสีดำมีเกินกว่า 1000 อาศาฟาเรนไฮต์ ฉะนั้น เมื่อเห็นควันสีดำสนิทหนาทึบทะลักออกมาจากตัวอาคารอย่างรวดเร็ว ให้สันนิษฐานไว้ก่อนนั่นคือ ไฟสีดำจงจัดการมันเสมือนเป็นอัคคีภัยมิใช่แค่ควันก่อนที่จะได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต

**สารพิษต่างๆที่อยู่ในควันไฟที่อาจเกิดขึ้นขณะเกิดเพลิงไหม้**

สารพิษต่างๆที่อยู่ในควันไฟที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ที่สำคัญ เช่น

**1.คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CARBON MONOXIDE)** เป็นแก๊สพิษที่มีอันตรายอย่างสูงต่อคน และเกิดขึ้นได้มากเสมอในการเผาไหม้ในบ ริเวณจำกัด อันตรายต่อคน คือ ถ้าผสมอยู่ในอากาศ

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ถ้าเกิน 0.05%มีอันตราย ถ้ามีอยู่ 0.16% ทำให้หมดสติ ใน 2 ชั่วโมง ถ้ามีอยู่ 1.26% จะหมดสติภายใน 1 ถึง 3 นาที ของการหายใจและอาจถึงชีวิตได้นอกจากความเป็นพิษแล้ว แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ยังเป็นแก๊สเชื้อเพลิงอีกด้วย เมื่อมีความเข้มข้นในอากาศสูง ๆ สามารถลุกไหม้และเกิดการระเบิดได้อย่างรุนแรง เพลิงไหม้ในบริเวณที่โล่งแจ้งจะมีอันตรายจากแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยลงไป

**2.แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CARBON DIOXIDE)** เกิดจากการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์แบบ ไม่เป็นเชื้อเพลิง และไม่ก่ออันตรายแก่ร่างกายโดยตรง แต่จะไม่ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน ถ้าแก๊สนี้มีความเข้มข้นในอากาศเกินกว่า 5.0% โดยปริมาตร จะมีอันตรายและทำให้ผู้สูดดมหมดสติได้

**3.แก๊สไฮโดรเจนไซยาไนต์ (HYDROGEN CYANIDE)** เป็นแก๊สพิษที่มีความรุนแรงมากกว่าแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์มาก ส่วนผสมในอากาศ 100 ppm. มีผลให้ผู้สูดดมหมดสติและเสียชีวิตได้ในเวลา 30-60 นาที แก๊สนี้เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีองค์ประกอบของคลอรีน เช่น พวกพลาสติก ยาง เส้นใย ขนสัตว์ หนังสัตว์ ไม้ หรือผ้า ไหม เป็นแก๊สที่เบากว่าอากาศ จึงมีอันตรายมากในการเผาไหม้ในอาคารหรือบริเวณจำกัดต่าง ๆ

**4.แก๊สฟอสจีน (PHOSGENE)** เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคลอรีน เช่นคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ฟรีออน (น้ำยาทำความเย็น) หรือเอธิลีนไดคลอไรด์ เป็นแก๊สที่เป็นพิษสูงมาก ได้รับเพียง 25 ppm.ในอากาศในเวลา 30-60 นาที ก็อาจเสียชีวิตได้

**5.แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HYDROGEN CHLORIDE)** เป็นแก๊สพิษที่เกิดจากการเผาไหม้สารที่มีองค์ประกอบของคลอรีน มีสภาพเป็นกรดและทำอันตรายได้เช่นกัน แม้จะไม่รุนแรงเท่ากับแก๊สฟอสจีนหรือแก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ก็ตาม

**6.แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (HYDROGEN SULFIDE)** เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัสดุพวก ยาง พรม ไม้ ขนสัตว์ หรือวัสดุอื่นใดที่มีกำมะถันผสมอยู่ เป็นแก๊สที่มีอันตรายมากเพียง 400-700 ppm. ในอากาศได้รับนาน 30-60นาที ทำให้เสียชีวิต นอกจากนั้นยังเป็นแก๊สเชื้อเพลิงซึ่งลุกติดไฟได้อีกด้วย แต่ไม่ถึงขั้นเกิดระเบิด มีกลิ่นคล้ายไข่เน่า มักจะเรียกว่า “แก๊สไข่เน่า” มีฤทธิ์ทำลายเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้มาก

**7.แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SULFUR DIOXIDE)** เกิดจากการเผาไหม้สมบูรณ์ของกำมะถันในอากาศ เป็นแก๊สพิษความเข้มข้นเพียง 150 ppm. ในอากาศใช้สังหารคนได้ในเวลา 30-60

นาที เมื่อผสมกับน้ำหรือความชื้นที่ผิวหนัง จะเกิดกรดกำมะถัน ซึ่งมีฤทธิ์กัดอย่างรุนแรงผู้ได้รับแก๊สนี้จึงมีอาการสำลักและหายใจไม่ออกอย่างฉับพลัน

**8.แก๊สแอมโมเนีย (AMMONIA)** เกิดจากการเผาไหม้ไม้ ขนสัตว์ ผ้าไหม น้ำยาทำความเย็น หรือสารอื่นที่มีสารประกอบของไนโตรเจน และไฮโดรเจน มีกลิ่นฉุนรุนแรง ทำให้เกิดความรำคาญ และทำลายเนื้อเยื่อ แต่ไม่มีตัวเลขส่วนผสมที่ทำให้เสียชีวิต

**9.ออกไซด์ของแก๊สไนโตรเจน (OXIDE OF NITROGEN)** ได้แก่ แก๊สไนตริกออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ และไนโตรเจนเตตระออกไซด์ เกิดจากกากรเผาไหม้พวกไม้ ขี้เลื่อย พลาสติก ยางที่มีไนโตรเจนผสมสีและแลคเกอร์บางชนิด ปริมาณ100 ppm. ในอากาศทำให้เสียชีวิตได้ใน 30 นาที

**10.แก๊สอะโครลีน(ACROLEIN)** เป็นแก๊สเกิดจากการเผาไหม้สารที่เป็นไขมันที่อุณห ภูมิ 600° F และ อาจเกิดจากเผาไหม้สี และไม้บางชนิด เป็นแก๊สที่มีอันตรายสูงประมาณ 150-240 ppm. ในอากาศ ทำให้ผู้สูดหายใจเสียชีวิตได้ภายใน 30 นาที เมื่อได้รับจะทำให้คนเจ็บสูญเสียอวัยวะสัมผัส เช่น ตา และหายใจไม่ออก ซึ่งทำให้ไม่สามารถจะหลบหนีออกจากบริเวณอันตรายได้ทัน

**11.ไอโลหะ (METAL FUMES)** คือ ไอของโลหะหนักต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อโลหะนั้นได้รับความร้อนสูง เช่น ไอปรอท ไอตะกั่ว ไอสังกะสี ไอดีบุก ส่วนใหญ่เพลิงไหม้โรงผลิตหรือโรงเก็บอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิกส์ จะเกิดไอโลหะได้มากและไอเหล่านี้มีอันตราย

**12.เขม่าและควันไฟ (SOOT AND SMOKE)** เขม่า คือ ก้อนหรือเศษของวัสดุที่ยังเผาไหม้ไม่หมด จะมีลักษณะเป็นผงหรือละออง ส่วน ควันไฟ เป็นสารผสมระหว่างเขม่า ขี้เถ้า และวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดมาจากกองเพลิง รวมทั้งพวกแก๊สและไอต่าง ๆ ด้วย ผลของเขม่าและควันไฟ คือทำให้ผู้ป่วยสำลักและอาจถูกเผาที่ผิวหน้าหรือตามตัว รวมทั้งปิดบังทางออกต่าง ๆ ทำให้หนีออกจากบริเวณอันตรายไม่ได้

**2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

Jasmine KaurDhall, G.S.Sodhi, A.K.Kapoor. A novel method for development of latent fingerprints recovered from arson simulation. Egyptian Journal of Forensic Sciences (2013) งานวิจัยนี้ได้ดำเนินงานในการศึกษากลไกการเกิดไฟไหม้ รูปแบบการแพร่กระจายและการศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นตัวของลายนิ้วมือจากเหตุการณ์ดังกล่าวว่ามีมากน้อยเพียงใด มูลเหตุเหล่านี้คือความเสียหายที่เกิดจากไฟธรรมชาติ ลายนิ้วมือที่มีการสัมผัสกับไฟที่มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเรื่อยๆ การสะสมของเขม่า รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าและแรงจากน้ำที่ใช้ในการดับไฟตามมา เชื่อกันว่าปรากฏการณ์เหล่านี้

ทำให้เกิดความเสียหายต่อลายนิ้วมือ วิธีการกำจัดเขม่าที่แตกต่างกันและได้รับการทดสอบอย่างมีประสิทธิภาพโดย คุณ Stow และ McGurry ทดลองให้เห็นถึงการใช้ NaOH 1% และ 2% เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเขม่า คุณ Wylie แนะนำกรด Salicylic sulfo 2% และ NaOH 0.1 M การล้างด้วยน้ำแบบเบาๆเป็นการทำที่จะประสบความสำเร็จ คุณ Mooreและเพื่อนร่วมงานได้ตรวจสอบถึงความแตกต่างกันและมีการรายงานการหล่อซิลิโคนยางและ absorene เป็นเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการกำจัดเขม่า

Harper ชี้ให้เห็นว่าการสะสมเขม่านั้นอาจเป็นการป้องกันรอยของตัวมันเองได้ เขายังระบุอีกว่าแม้เวลาจะผ่านไปสามเดือนการแสดงผลของรอยที่มีไขมันสูงยังสามารถที่จะตรวจหาลายนิ้วมือได้ สำหรับการตรวจหาที่ประสบความสำเร็จและการเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้นของลายนิ้วมือในเบื้องต้นคือการที่พื้นผิวไม่เกิดความเสียหาย เทคนิคการตรวจหาสำหรับลายนิ้วมือที่สัมผัสกับไฟในการลอบวางเพลิงหรือในที่ที่มีอุณหภูมิสูง มีวิธีที่ต่างกันไปจากงานในการศึกษา การรมกาว cyanoacrylate (ซุปเปอร์กลู) และ ผงอลูมิเนียม ตามด้วยการย้อมสีด้วยสารเคมี BY 40 ที่มีในรายงาน แต่ที่พวกเขาทำได้มีโอกาสสำเร็จ 50% วิธี ชนิดผง นี้ ได้รับข้อเสนอแนะให้ใช้สำหรับลายนิ้วมือที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง แต่ไม่สามารถนำมาใช้กรณีในที่เปียกชื้นได้ ลายนิ้วมือเปื้อนเลือดที่สัมผัสอุณหภูมิที่สูงได้รับการตรวจหาโดยใช้ amido black การหาโดยใช้ SPR ได้รับการแนะนำโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับลายนิ้วมือสัมผัสกับน้ำหลังจากที่ไฟไหม้ / อุณหภูมิสูง

การใช้ SPR เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพและเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจหาลายนิ้วมือที่สัมผัสกับพื้นผิวที่เปียกชื้น โดยปกติ การใช้ SPR จะอยู่บนพื้นฐานของ molybdenum disulfide zinc carbonate($ZnCO_3$) titanium dioxide ($TiO_2$) และ ferric oxide (ZnO) มีวัสดุอื่น ๆ ที่ใช้ใน SPR ได้อีก การใช้ SPR สารเรืองแสงจะดีกว่าวิธีการทั่วไปเนื่องจากความคมชัดและการมองเห็นที่ดีขึ้นอย่างมากจากเดิม จากการศึกษาได้มีการเสนอการจัดเตรียม SPR ด้วยสารเรืองแสงแบบใหม่โดยกำหนดสารพื้นฐาน zinc carbonate($ZnCO_3$) สำหรับการตรวจหาลายหานิ้วมือในงานวิจัยนี้คือการจำลองสถานการณ์การวางเพลิง ได้คิดทฤษฎีใหม่ขึ้นมาและร่วมกับที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ กำหนดการเตรียม SPR ด้วยสารเรืองแสงในการตรวจสอบสำหรับการตรวจหาของลายนิ้วมือในการจำลองสถานการณ์การวางเพลิง

# บทที่ 3

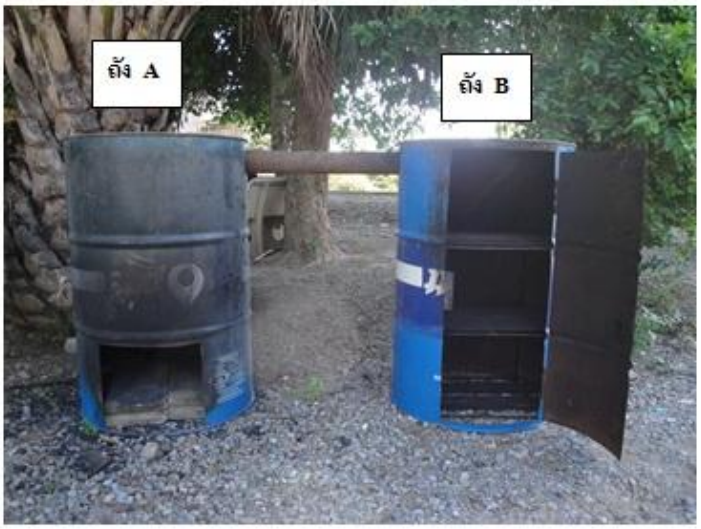
# วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษางานวิจัยเรื่อง การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุของกลางในคดีไฟไหม้ด้วยวิธี small particle reagent (SPR) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการหาวิธีการตรวจหารอยนิ้วมือบนวัตถุพยานในคดีเพลิงไหม้ โดยใช้วิธี small particle reagent (SPR) ตามขั้นตอนดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
2. ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง
3. วิธีการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) ถังออกแบบและทำขึ้นมาเองโดยที่ด้านบนมีท่อต่อเชื่อมระหว่างถัง 2 ถัง เพื่อให้เขม่าไหลไปจับกับวัสดุในถังB และกันไม่ให้เปลวไฟจากถังA เข้าไปสัมผัสกับของกลางหรือวัสดุทดลอง ถังA เป็นถังสำหรับเผาเชื้อเพลิง ถังB เป็นถังสำหรับจัดเรียงวัสดุ




ภาพที่ 7 ถังที่ใช้ในงานวิจัย

**3.2 ขั้นตอนเตรียมการทดลอง**

ผู้วิจัยตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้การทดลองอย่างละเอียดและควรทดสอบวิธีการทดลองต่างๆว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่อย่างไร เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ทันท่วงที ก่อนถึงขั้นตอนการทดลองจริง

**3.1.1 ประสิทธิภาพของเตา**

ผู้วิจัยตรวจสอบการรั่วไหลของเขม่าควันไฟ มีมากไปหรือไม่ มีการไหลของควันไฟกระทบกับวัสดุทดลองโดยที่วัสดุทดลองไม่กระทบกับไฟโดยตรง

**3.1.2 ปริมาณเชื้อเพลิง**

ผู้วิจัยทดลองเผาวัสดุเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

2) ถุงมือ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างทดลองหาลายนิ้วมือแฝง

3) บิ๊กเกอร์ สำหรับบรรจุสารเคมีที่ใช้ทำการทดลองหารอยลายนิ้วมือ

4) ช้อนตักสาร

5) แท่งแก้วคนสาร

6) กระบอกตวง สำหรับตวงสารเคมี

7) ฟ๊อคกี้ สำหรับบรรจุน้ำยาที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ฉีดพ่นบนวัตถุพยาน

8) เครื่องชั่งระบบดิจิตอล

9) เครื่องฉายแสงโพลิไลท์

ภาพที่ 8 เครื่องฉายแสงโพลิไลท์

10) กล้องถ่ายรูป **ความละเอียด 8 ล้านพิกเซล**

11) น้ำยาทำความสะอาดAmway 0.3 มิลลิลิตร

12) สารเคมี $ZnCO_3$ จำนวน 5 กรัม

13) น้ำกลั่นสะอาด จำนวน 75 มิลลิลิตร

14) สารเคมี Eosin B 0.01 กรัม

15) ไม้

16) ยางในรถยนต์กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์

17) น้ำมันแก๊สโซฮอล์

18) ยางในรถยนต์

19) แก้วใส

20) ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล

21) ถุงมือยางสีส้ม

22) แกลอนน้ำมันพลาสติก (HDPE)

23) ถุงร้อน (PP)

24) กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี

**3.2 ขั้นตอนเตรียมการทดลอง**

ผู้วิจัยตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้การทดลองอย่างละเอียดและควรทดสอบวิธีการทดลองต่างๆว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่อย่างไร เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ทันท่วงที ก่อนถึงขั้นตอนการทดลองจริง

**3.2.1 ประสิทธิภาพของเตา**

ผู้วิจัยตรวจสอบการรั่วไหลของเขม่าควันไฟ มีมากไปหรือไม่ มีการไหลของควันไฟกระทบกับวัสดุทดลองโดยที่วัสดุทดลองไม่กระทบกับไฟโดยตรง

**3.2.2 ปริมาณเชื้อเพลิง**

ผู้วิจัยทดลองเผาวัสดุเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิดได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ เพื่อประมาณปริมาณของวัสดุเชื้อเพลิงที่ใช้ให้พอเหมาะ

**3.2.3 ทดลองเผาวัสดุเชื้อเพลิง**

ผู้วิจัยทดลองเผาวัสดุเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิดได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ เพื่อสังเกตดู ควันไฟ เขม่าควัน การเปลี่ยนสภาพขอ งวัตถุพยานว่าเกิดความเสียหายมากน้อยเพียงใด และเพื่อเปรียบเทียบความเสียหายของวัตถุพยานกับอุณหภูมิการหลอมเหลวของวัตถุพยานนั้นๆเพื่อหาระยะเวลาการเผาที่เหมาะสมไม่ให้เกิดปริมาณเขม่าไป วันไฟจับกับวัสดุมากเกิน

**3.2.4 เตรียมน้ำยาสารเคมี**

1) นำ $ZnCO_3$ 5 กรัมที่เตรียมไว้ใส่ลงในบีกเกอร์

2) เติมน้ำกลั่นบริสุทธ์ 75 มิลลิลิตร ลงไปในบีเกอร์ ผสมคนกับ $ZnCO_3$ ให้เข้ากัน

3) จากนั้นเติม Eosin B 0.01 กรัม ลงไปในบีกเกอร์ คนให้เข้ากัน

4) เติมน้ำยาทำความสะอาด 0.3 มิลลิลิตรลงไป คนให้เข้ากัน

5) เทสารที่ได้ลงในฟ๊อกกี้พร้อมใช้งาน

**3.2.5** ตรวจสอบเครื่อง ชั่งระบบดิจิตอล ว่ามีความเที่ยงตรงหรือไม่ หากค่าน้ำหนักที่อ่านได้มีความผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อน จะต้องทำการสอบเปรียบเทียบความเที่ยงตรงกับเครื่องชั่งระบบดิจิตอลที่ได้มาตรฐาน

**3.2.6** ตรวจเช็คเครื่องฉายแสงโพลีไลท์ว่าสามารถทำงานได้ตามปกติ

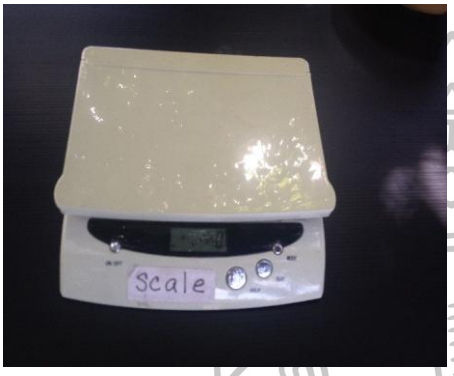
**3.3 วิธีการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล**

การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็นการศึกษาวิธีการหาลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ แก้วใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก(HDPE) ถุงร้อน(PP) กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี โดยใช้เชื้อเพลิงในการเผา 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยให้ผู้ทดลองทำการประทับลายนิ้วมือลงบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด จำนวน 1 คน โดยกำหนดน้ำหนักในการกดประทับลายนิ้วมือลงบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด มีค่าประมาณ 500 กรัม ประทับลายนิ้วมือลงบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด ชนิดละ 1 รอยประทับ ยกเว้น ถุงมือยางและชามกระเบื้องที่ประทับชนิดละ 3 รอย แล้วทำการทดลองหารอยลายนิ้วมือบนวัตถุพยานด้วยวิธีดังนี้

**3.3.1 เตรียมลายนิ้วมือ**

1) ให้อาสาสมัครคนเดียวดัน ล้างมือด้วยสบู่ให้สะอาด ก่อนที่จะประทับรอยลายนิ้วมือบน วัสดุของกลาง ตัวอย่างทั้ง 6 ชนิดได้แก่ แก้ว ใส ชามกระเบื้อง เคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมันพลาสติก (HDPE) ถุงร้อน(PP) กระป๋องโลหะ เคลือบสังกะสี โดยกำหนดน้ำหนักในการกดประทับ

ลายนิ้วมือลงบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด มีค่าประมาณ 500 กรัม ประทับลายนิ้วมือลงบนวัตถุพยานทั้ง 6 ชนิด ชนิดละ 1 รอยประทับจำนวน 3 ชิ้น ยกเว้น ถุงมือยางและชามกระเบื้องที่ประทับชนิดละ 3 รอย



เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอลที่สภาวะปกติ ค่าน้ำหนักของถุง ร้อน(PP)

กดปุ่ม Reset เพื่อตั้งค่า
น้ำหนักที่อ่านได้ให้เท่ากับ 0

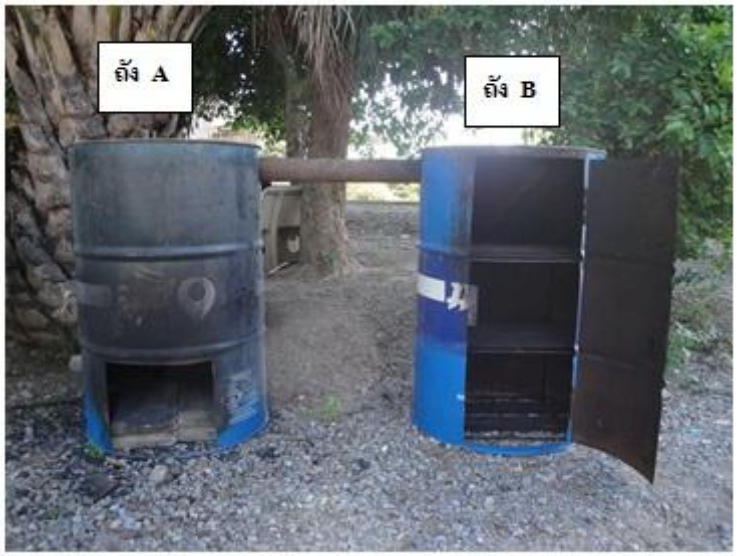
กดประทับรอยลาบนิ้วมือแฝง
บริเวณถุงร้อน(PP)
มีค่าแรงกดประมาณ 500 กรัม

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการประทับรอยลายนิ้วมือบนถุงร้อน(PP)

**3.3.2 ขั้นตอนการเผา**

1) ผู้ทดลองใช้มือหยิบ/จับ วัตถุพยานตัวอย่าง บริเวณหัวท้าย/ขอบ อย่างระมัดระวัง

2) นำวัตถุพยานตัวอย่างที่ประทับรอยลายนิ้วมือแฝงแล้วมาจัดเรียงถังB

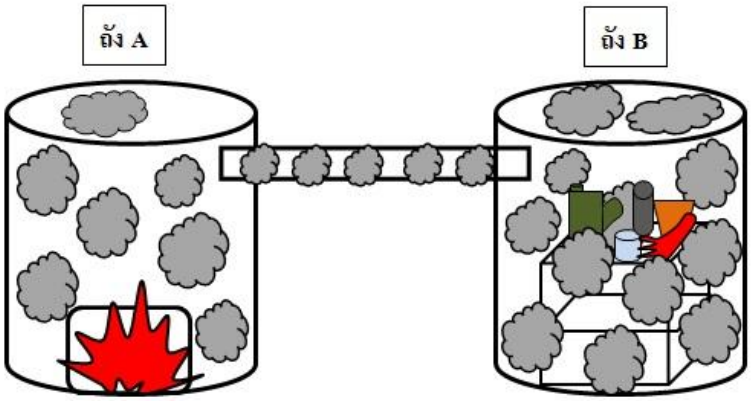



ภาพที่ 10 ถังที่ใช้ในการวิจัย ถังA และ ถังB

ภาพที่ 11 ภาพการจัดเรียงวัสดุในถังB

3) เมื่อจัดเรียงวัตถุพยานครบทั้ง 6 ชนิดแล้ว ทำการปิดฝาเตา

4) ทำการเผาเชื้อเพลิงโดยเผาครั้งละ 1 เชื้อเพลิงที่ถัง A เริ่มจับเวลาในการเผาเมื่อควันไฟลอยผ่านไปยังถัง B จนควันลอยออกมา ใช้เวลา 15 นาที




ภาพที่ 12 แสดงการเคลื่อนที่ของควัน

5)เมื่อครบกำหนดเวลา 15 นาที ให้หยุดการเผา จากนั้นเปิดฝาห้องเก็บวัตถุพยานแล้วปล่อยวัตถุพยานทิ้งไว้ต่ออีกประมาน 5 นาทีแล้วจึงหยิบวัตถุพยานออก

ภาพที่ 13 ภาพถังB เมื่อเผาเสร็จแล้วพร้อมที่จะเอาวัสดุออกจากถัง

**3.3.3 ขั้นตอนการตรวจหาลายนิ้วมือด้วยวิธี SPR**

1) ใช้มือข้างที่ถนัดใส่ถุงมือ หยิบ /จับ วัสดุตัวอย่าง บริเวณหัวท้าย /ขอบ ทีละ 1 ชิ้น ออกจากเตาเผาอย่างระมัดระวัง

2) วางเรียงวัสดุทั้งหมดไว้บนโต๊ะที่จัดเตรียมไว้ จากนั้นฉีดพ่นน้ำยาที่เตรียมไว้ให้ทั่ววัสดุ

3) สเปรย์น้ำยาทิ้งไว้ ประมาณ 1 นาที

4) นำวัสดุมาล้างผ่านน้ำไหล

5) พึ่ง/ตาก รอให้แห้งโดยธรรมชาติ

6) ถ่ายรูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่หาได้

7) นำมาฉายแสงโพลีไลท์ที่ความยาวคลื่น 515-550 นาโนเมตร ส่องด้วยแว่นสีส้ม

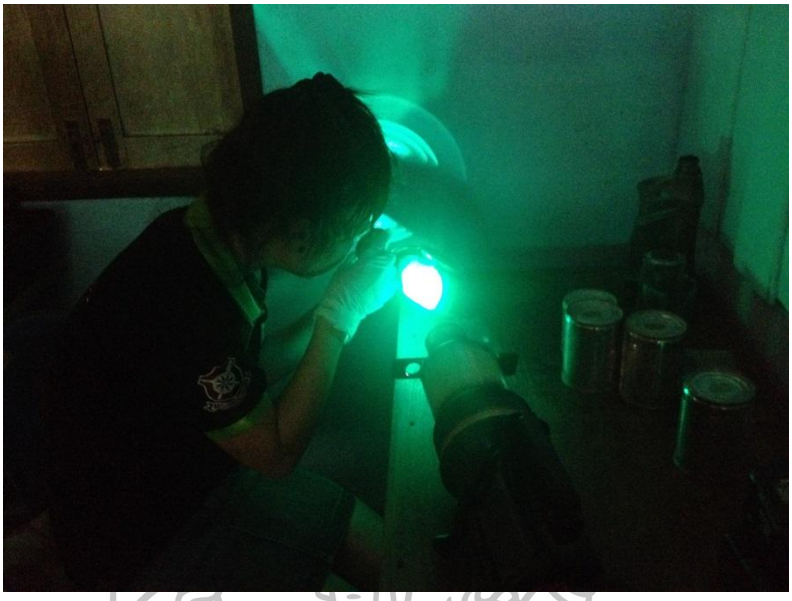
8) ถ่ายรูปผ่านฟิลเตอร์สีส้ม

9) นำภาพที่ได้ส่งผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝง สำนักงานพิสูจน์หลักฐาน กลาง นับปริมาณจุดตำหนิพิเศษ

ภาพที่ 14 ภาพวัสดุเมื่อเผาเสร็จนำมาจัดเรียงบนโต๊ะรอสเปรย์น้ำยา

ภาพที่ 15 ภาพสเปรย์น้ำยาลงบนวัสดุที่จัดเรียงไว้หลังจากนำออกจากเตา

ภาพที่ 16 ภาพการนำวัสดุมาล้างผ่านน้ำไหล



ภาพที่ 17 ภาพการฉายแสงโดยใช้เครื่องโพลีไลท์ส่องผ่านฟิลเตอร์สีส้ม

ภาพที่ 18 รอบลายนิ้วมือต้นแบบของอาสาสมัคร

ภาพที่ 19 ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่ประทับบนแกลอนน้ำมันก่อนเข้าเตาเผา

**3.4 วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย**

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุได้แก่ แก้ว ใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยาง สีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก (HDPE) ถุงร้อน (PP) กระป๋องโลหะ เคลือบสังกะสี ด้วยวิธี SPR (Small particle reagent) โดยผ่านขั้นตอนการเผาไหม้รมควันโดยใช้เวลาประมาณ 15 นาทีในการเผาเริ่มจับเวลาตั้งแต่ควันเคลื่อนเข้าไปอยู่ในถัง B ที่จัดวางวัสดุ โดยใช้เชื้อเพลิงในการเผาทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ นำวัตถุพยานที่การหารอยนิ้วมือแฝงด้วยวิธี SPR (Small particle reagent) มาตรวจหาการปรากฏของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุข้างต้น โดยการถ่ายภาพ ปกติและการถ่ายภาพการฉายแสงผ่านเครื่องโพลีไลท์ที่ความยาวคลื่น 515 - 550 นาโนเมตร ผ่านฟิลเตอร์สีส้ม ทำการวิเคราะห์คุณภาพของลายนิ้วมือโดยผู้ชำนาญจากกลุ่มงานตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง กองพิสูจน์หลักฐานกลาง โดยพิจารณาจากจุดตำหนิพิเศษโดยเปรียบเทียบกับรอยลายนิ้วมือต้นแบบของอาสาสมัครเทียบออกมาเป็นค่าร้อยละ นำไปหาค่าสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูป

บันทึกผลการทดลองลงในตารางและแสดงตัวอย่างโดยใช้ภาพถ่ายที่ได้จากการทดลองหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุ แก้ว ใส ชามกระเบื้อง เคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยาง สีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก (HDPE) ถุงร้อน(PP) กระป๋องโลหะ เคลือบสังกะสี หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการบรรยายเชิงวิชาการเพื่อแสดงผลการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุระสงค์

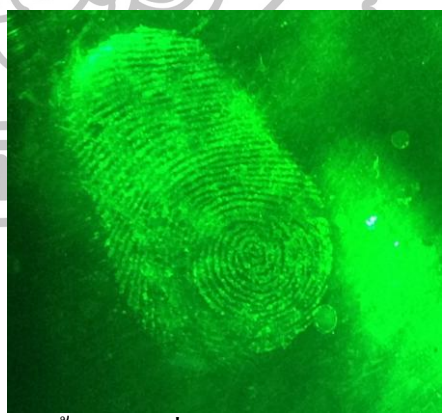
# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงทางด้านคุณภาพและปริมาณ บนวัตถุพยานในคดีเพลิงไหม้ที่ทำให้ปรากฏขึ้นด้วยวิธี SPR สูตรใหม่โดยใช้ $ZnCO_3$ แทน Molibdinum ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามขั้นตอนการวิจัยและระเบียบวิธีการวิจัยและได้ผลการทดลอง ดังนี้

**การหารอยลายนิ้วมือในคดีเพลิงไหม้**

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุ 6 ชนิด ได้แก่ แก้ว ใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก(HDPE) ถุงร้อน(PP) กระป๋องโลหะ เคลือบสังกะสี ด้วยวิธี SPR สูตรใหม่โดยใช้ $ZnCO_3$ แทน Molibdinum โดยใช้เชื้อเพลิงจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ตามระยะเวลาที่ได้กำหนดในข้างต้นในแต่ละเชื้อเพลิง ซึ่งการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงดังกล่าวจะมีประโยชน์ต่อการสืบสวนสอบสวนหาตัวผู้กระทำความผิดในการก่อเหตุได้ การทดลองได้นำมาสรุปผลโดยทำตาราง บันทึกผล บันทึกภาพ และกราฟ ดังต่อไปนี้

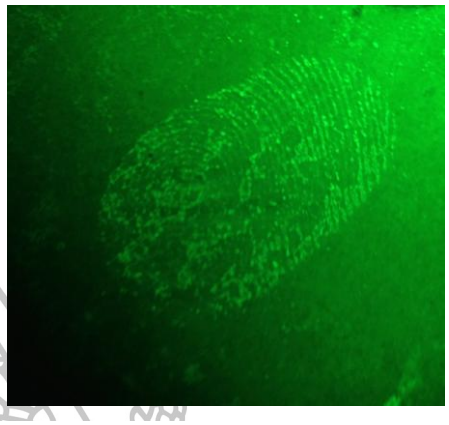
ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบบนชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล



ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบบนถุงร้อน(PP) โดยใช้แสงโพลีไลท์

ภาพที่ 20 ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงกระดาษ

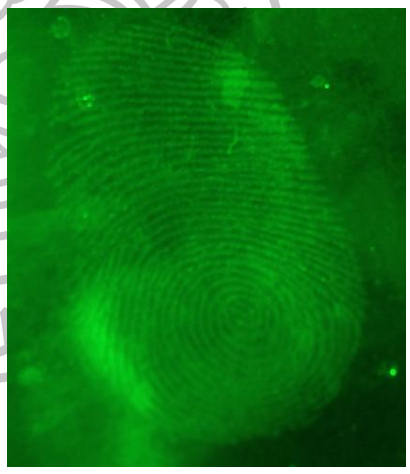
ลายนิ้วมือ แฝง ที่ตรวจพบบนวัสดุแก้วใส



ลายนิ้วมือ แฝงที่ตรวจพบบนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบโดยใช้แสงโพลีไลท์

ภาพที่ 21 ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้ จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงไม้

ลายนิ้วมือ แฝง ที่ตรวจพบบนวัสดุแก้วใส



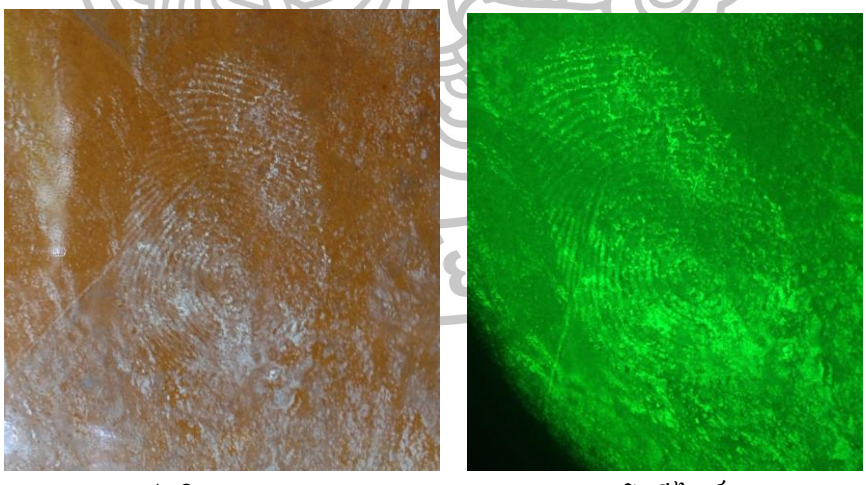
ลายนิ้วมือ แฝง ที่ตรวจพบบนวัสดุถุงร้อน(PP)

ภาพที่ 22 ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถตรวจหาได้ จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงยาง

ลายนิ้วมือ แฝงที่ตรวจพบบนวัสดุชาม กระเบื้องเคลือบโดยใช้แสงโพลีไลท์

ลายนิ้วมือ แฝง ที่ตรวจพบบนวัสดุถุงร้อน(PP)

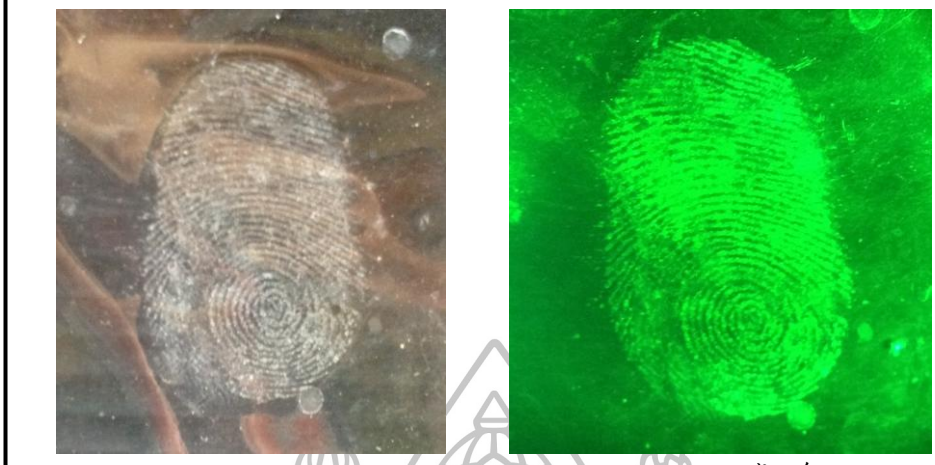
ภาพที่ 23 ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้ จากการเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน



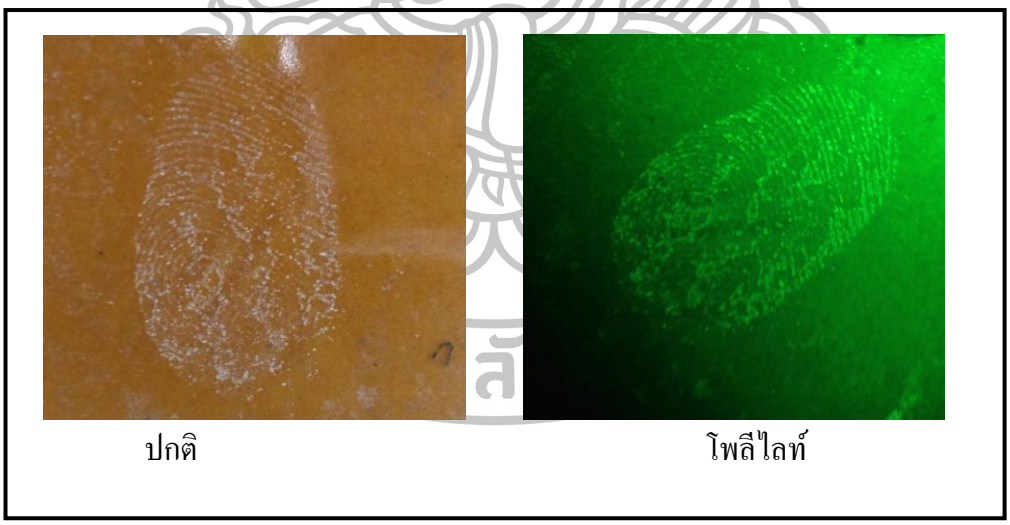
ปกติ

โพลีไลท์

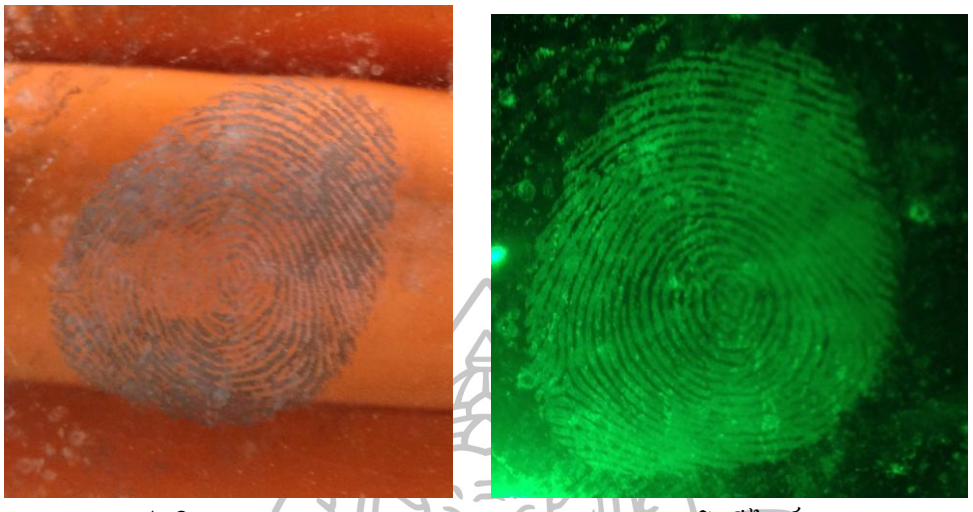
ภาพที่ 24 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุชาม กระเบื้องเคลือบ ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงกระดาษในการเผาไหม้



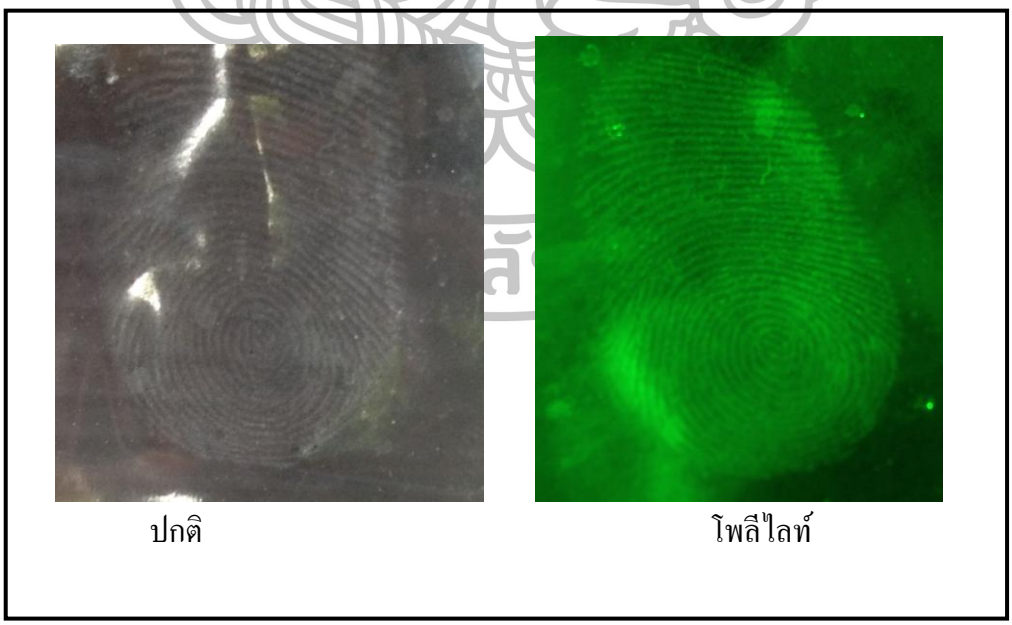

ภาพที่ 25 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP) ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงกระดาษในการเผาไหม้



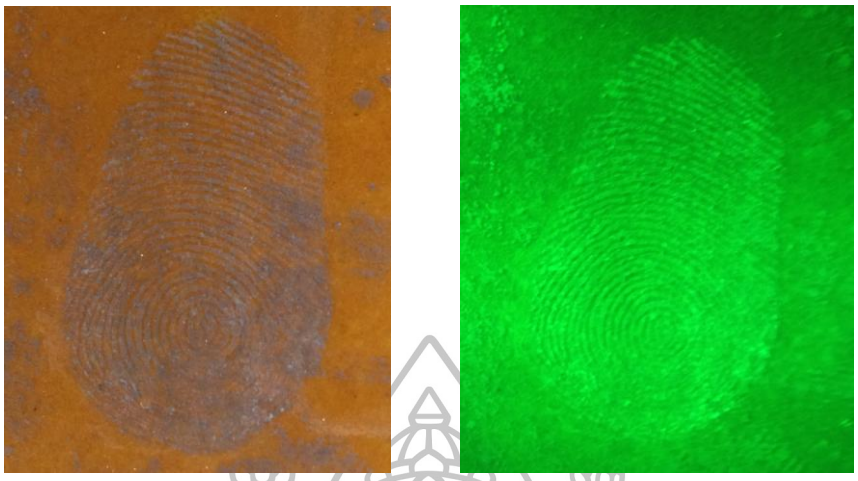

ภาพที่ 26 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุชาม กระเบื้องเคลือบ ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงไม้ในการเผาไหม้




ภาพที่ 27 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุแก้ว ใสระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงยางในการเผาไหม้




ภาพที่ 28 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP) ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงยางในการเผาไหม้




ภาพที่ 29 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุชาม กระเบื้องเคลือบ ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันในการเผาไหม้

ภาพที่ 30 ตัวอย่างการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP) ระหว่างการมองด้วยตาปกติกับการใช้แสงโพลีไลท์โดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันในการเผาไหม

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์

| เชื้อเพลิง | วัสดุ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แก้วใส | | ชามกระเบื้องเคลือบ | | ถุงมือยางสีส้ม | |
| | มองด้วยตาเปล่า | ใช้แสงโพลีไลท์ | มองด้วยตาเปล่า | ใช้แสงโพลีไลท์ | มองด้วยตาเปล่า | ใช้แสงโพลีไลท์ |
| กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ | 0 | 0 | 23.8 | 19.04 | 0 | 0 |
| ไม้ | 31.14 | 0 | 15.87 | 19.04 | 0 | 0 |
| ยางในรถยนต์ | 68.25 | 68.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| น้ำมันแก๊สโซฮอล์ | 0 | 0 | 39.68 | 38.09 | 0 | 0 |

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ (ต่อ)

| เชื้อเพลิง | วัสดุ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | แกลอนน้ำมันพลาสติก (HDPE) | | ถุงร้อน (PP) | | กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี | |
| | มองด้วยตาเปล่า | ใช้แสงโพลีไลท์ | มองด้วยตาเปล่า | ใช้แสงโพลีไลท์ | มองด้วยตาเปล่า | ใช้แสงโพลีไลท์ |
| กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ | 0 | 0 | 39.68 | 41.26 | 0 | 0 |
| ไม้ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ยางในรถยนต์ | 0 | 0 | 42.86 | 60.31 | 0 | 0 |
| น้ำมันแก๊สโซฮอล์ | 0 | 0 | 42.86 | 38.09 | 0 | 0 |

จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการ พบว่า โดยภาพรวมพบว่า เชื้อเพลิงประเภทกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ สามารถตรวจพบได้จากวัตถุพยานประเภทชามกระเบื้อง เคลือบ ในขณะที่เชื้อเพลิงประเภทยาง ในรถยนต์จะสามารถตรวจพบได้จากวัตถุพยานประเภทแก้ว ใส และเชื้อเพลิงประเภทกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ยางในรถยนต์ และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ สามารถตรวจพบได้จากวัตถุพยานประเภท ถุงร้อน (PP) ในขณะที่

เชื้อเพลิงประเภทไม้ไม่สามารถตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยนิ้วมือแฝงจากวัตถุพยานประเภท ถุงมือยาง สีส้ม ชามกระเบื้องเคลือบ แกลอนน้ำมันพลาสติก (HDPE) ถุงร้อน (PP) และกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี

โดยสรุปวัตถุพยานประเภทชามกระเบื้อง เคลือบ และถุง ร้อน (PP)จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ ได้ดีกว่าวัตถุพยานประเภทอื่นๆ และเชื้อเพลิงที่สามารถถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ได้ดีที่สุด คือ ยาง ในรถยนต์ รองลงมา น้ำมัน แก๊สโซฮอล์ กระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และไม้ ตามลำดับ

ในการเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัตถุพยานในการทดลองหารอยลายนิ้วมือจำนวน6 ชนิด ได้แก่ แก้วใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก (HDPE) ถุงร้อน(PP) กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ Paired Sample T-Test โดยเปรียบเทียบรายคู่ว่าการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุทั้ง 6 ชนิด จากการเผาเชื้อเพลิง 4 ชนิด จะสามารถหารอยลายนิ้วมือบนวัตถุใดมากที่สุด และการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์วิธีใดที่มีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ดังแสดงรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้วใส

| เชื้อเพลิง | มองด้วยตาปกติ | ใช้แสงโพลีไลท์ช่วย | t | ค่าสถิติ |
|---|---|---|---|---|
| กระดาษ | 0% | 0% | 3.000 | .205 |
| ไม้ | 31.74% | 0% | -.876 | .542 |
| ยาง | 68.25% | 68.25% | -133.500 | .005* |
| น้ำมัน | 0% | 0% | 3.000 | .205 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า เมื่อตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้ว ใส พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจะเห็นได้ชัดเจนบนเชื้อเพลิงประเภทยางในรถยนต์มากที่สุด 68.25% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทไม้ 31.74% ในขณะที่ตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ จะเห็นได้ชัดที่สุดบนเชื้อเพลิงประเภทยางในรถยนต์ 68.25%

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้ว ใส จะมีค่าความสัมพันธ์เชิงกลุ่มที่สอดคล้องกันและมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกที่ระดับ (t = -133.500, Sig. =.005) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นหมายถึง เชื้อเพลิงประเภทยางจะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้ดีที่สุดทั้งรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้วใส

ในขณะที่เชื้อเพลิงที่เป็นไม้จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าดีที่สุด แต่เชื้อเพลิงที่เป็นกระดาษและน้ำมันจะไม่สามารถตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้องเคลือบ

| เชื้อเพลิง | มองด้วยตาปกติ | ใช้แสงโพลีไลท์ช่วย | t | ค่าสถิติ |
|---|---|---|---|---|
| กระดาษ | 23.8% | 23.8% | -6.917 | .031* |
| ไม้ | 15.87% | 15.87% | -14.705 | .043* |
| ยาง | 0% | 0% | 3.000 | .205 |
| น้ำมัน | 39.68% | 38.09% | -28.869 | .022* |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้อง เคลือบ พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะเห็นได้

ชัดเจนบนเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ มากที่สุด 39.68% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูก 23.8% และการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยการฉายแสงโพลีไลท์ จะเห็นได้ชัดที่สุดบนเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ เช่นกัน 38.09%

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้องเคลือบ โดยใช้กระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าความสัมพันธ์เชิงกลุ่มที่สอดคล้องกันและมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกที่ระดับ (t = -6.917, Sig. = .031) จากเชื้อเพลิงที่เป็นกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และบนเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (t = -28.869, Sig. = .022) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นหมายถึง เชื้อเพลิงประเภทกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ และน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้ดีที่สุดทั้งรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้องเคลือบ

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงร้อน(PP)

| เชื้อเพลิง | มองด้วยตาปกติ | ใช้แสงโพลีไลท์ช่วย | t | ค่าสถิติ |
|---|---|---|---|---|
| กระดาษ | 39.68% | 41.26% | -134.379 | .005* |
| ไม้ | 0% | 0% | 3.000 | .205 |
| ยาง | 42.86% | 60.31% | -6.089 | .104 |
| น้ำมัน | 42.86% | 38.09% | -13.510 | .047* |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็น ถุงร้อน (PP) พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยการฉายแสงโพลีไลท์ จะเห็นได้ชัดที่สุดจากเชื้อเพลิงประเภทยาง ในรถยนต์ 60.31% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ 41.26% และเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 38.09%

การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะเห็นได้ชัดเจนบนเชื้อเพลิงประเภทยาง ในรถยนต์ 42.86% และเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ 42.86% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ 39.68%

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็น ถุงร้อน(PP) โดยใช้กระดาษกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าความสัมพันธ์เชิงกลุ่มที่สอดคล้องกันและมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกที่ระดับ ($t = -134.379$, $Sig. = .005$) จากเชื้อเพลิงประเภทกระดาษกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และบนเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ ($t = -13.510$, $Sig. = .047$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นหมายถึง เชื้อเพลิงประเภทกระดาษกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้ดีที่สุดทั้งรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงร้อน(PP)

เชื้อเพลิงที่เป็นถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก (HDPE) และ กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี พบว่า เมื่อตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ไม่สามารถตรวจหารอยนิ้วมือได้ทั้งจากการตรวจหาจากตาเปล่าและการใช้การฉายแสงโพลีไลท์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# บทที่ 5
# สรุป และอภิปรายผล

ในการศึกษา ประสิทธิภาพการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงทางด้านคุณภาพและปริมาณ บนวัตถุพยานในคดีเพลิงไหม้ที่ทำให้ปรากฏขึ้นด้วยวิธี SPR สูตรใหม่โดยใช้ $ZnCO_3$ แทน Molibdinum

จากการทดลองตรวจหายลายนิ้วมือแฝงได้บนวัสดุ ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ แก้ว ใส ชามกระเบื้อง เคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยาง สีส้ม แกลอนน้ำมัน พลาสติก (HDPE) ถุงร้อน (PP) กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี โดยใช้เชื้อเพลิงในการเผา 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้บนวัสดุ แก้ว ใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล และถุงร้อน(PP)

จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการ พบว่า โดยภาพรวมพบว่า เชื้อเพลิงประเภทกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ และน้ำมัน แก๊สโซฮอล์ สามารถตรวจพบได้จากวัตถุพยานประเภทชามกระเบื้องเคลือบ ในขณะที่เชื้อเพลิงประเภทยาง ในรถยนต์ จะสามารถตรวจพบได้จากวัตถุพยานประเภทแก้ว ใส และเชื้อเพลิงประเภทกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ยางในรถยนต์ และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ สามารถตรวจพบได้จากวัตถุพยานประเภท ถุงร้อน (PP) ในขณะที่เชื้อเพลิงประเภทไม้ไม่สามารถตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยนิ้วมือแฝงจากวัตถุพยานประเภท ถุงมือยาง สีส้ม ชามกระเบื้อง เคลือบ แกลลอนน้ำมันพลาสติก(HPDE) ถุงร้อน(PP) และกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี

โดยสรุปวัตถุพยานประเภทชามกระเบื้อง เคลือบและถุงร้อน (PP) จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ ได้ดีกว่าวัตถุพยานประเภทอื่นๆ และเชื้อเพลิงที่สามารถถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ได้ดีที่สุด คือ

ยาง ในรถยนต์ รองลงมา น้ำมัน แก๊สโซฮอล์ กระดาษกระดาษ ลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และไม้ ตามลำดับ

การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัตถุพยานในการทดลองหารอยลายนิ้วมือ จำนวน6 ชนิด ได้แก่ ชามเซรามิค แก้ว แกลลอนใส่น้ำมัน ถุงมือยาง ถุงพลาสติกใส (ถุงร้อน) และกระป๋องโลหะ

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ Paired Sample T-Test โดยเปรียบเทียบรายคู่ว่าการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ยางในรถยนต์ รองลงมา น้ำมันแก๊สโซฮอล์ กระดาษกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และไม้ ตามลำดับ

การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์เป็นวัตถุพยานในการทดลองหารอยลายนิ้วมือสัสดุทั้ง 6 ชนิด จากการเผาเชื้อเพลิง 4 ชนิด จะสามารถหารอยลายนิ้วมือบนวัตถุใดมากที่สุด และการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์วิธีใดที่มีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ดังแสดงรายละเอียด ดังนี้

1.การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้วพบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจะเห็นได้ชัดเจนบนเชื้อเพลิงประเภทยางในรถยนต์มากที่สุด 68.25% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทไม้ 31.74% ในขณะที่ตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์ จะเห็นได้ชัดที่สุดบนเชื้อเพลิงประเภทยางในรถยนต์ 68.25% เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้วใส จะมีค่าความสัมพันธ์เชิงกลุ่มที่สอดคล้องกันและมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกที่ระดับ (t = -133.500, Sig. =.005) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นหมายถึง เชื้อเพลิงประเภทยางจะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้ดีที่สุดทั้งรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นแก้วใส ในขณะที่เชื้อเพลิงที่เป็นไม้จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าดีที่สุด แต่เชื้อเพลิงที่เป็นกระดาษและน้ำมันจะไม่สามารถตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้

2. การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็น ชามกระเบื้องเคลือบ พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะเห็นได้ชัดเจนบนเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์มากที่สุด 39.68% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูก 23.8% และการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็น

ได้ด้วยการฉายแสงโพลีไลท์ จะเห็นได้ชัดที่สุดบนเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์เช่นกัน 38.09% เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้องเคลือบ โดยใช้กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าความสัมพันธ์เชิงกลุ่มที่สอดคล้องกันและมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกที่ระดับ (t = -6.917, Sig. = .031) จากเชื้อเพลิงที่เป็นกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และบนเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (t = -28.869, Sig. = .022) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นหมายถึง เชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ และน้ำมันแก๊สโซฮอล์จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้ดีที่สุดทั้งรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นชามกระเบื้องเคลือบ

3. การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงร้อน (PP) พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยการฉายแสงโพลีไลท์ จะเห็นได้ชัดที่สุดจากเชื้อเพลิงประเภทยางในรถยนต์ 60.31% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ 41.26% และเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 38.09% การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะเห็นได้ชัดเจนบนเชื้อเพลิงประเภทยางในรถยนต์ 42.86% และเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 42.86% รองลงมาเป็นเชื้อเพลิงประเภทกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ 39.68% เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงร้อน (PP) โดยใช้กระดาษกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าความสัมพันธ์เชิงกลุ่มที่สอดคล้องกันและมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกที่ระดับ (t = -134.379, Sig. = .005) จากเชื้อเพลิงประเภทกระดาษกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และบนเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (t = -13.510, Sig. = .047) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นหมายถึง เชื้อเพลิงประเภทกระดาษกระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ และน้ำมันแก๊สโซฮอล์จะถูกตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษได้ดีที่สุดทั้งรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงร้อน(PP)

4. การเปรียบเทียบการตรวจหาปริมาณรอยลายนิ้วมือจุดตำหนิพิเศษระหว่างรอยที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่ากับรอยที่ใช้การฉายแสงโพลีไลท์บนวัสดุที่เป็นถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมันพลาสติก (HDPE) และกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี พบว่า ไม่สามารถตรวจหารอยนิ้วมือได้ทั้งจากการตรวจหาจากตาเปล่าและการใช้การฉายแสงโพลีไลท์

เขม่าที่เข้าไปจับกับลายนิ้วมืออาจเป็นการป้องกันการทำลายของจุดลายนิ้วมือ ก่อนที่เหงื่อจะค่อยๆหายไป น้ำยาจะเข้าไปแทนที่แทรกผ่านเขม่าเข้าไปทำปฏิกิริยากับลายนิ้วมือได้ ถ้ากรณีที่ทิ้งเวลาไว้นานเกินจำทำให้ เขม่ามาครอบคลุมพื้นผิวเข้มไปจนน้ำยาไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับลายนิ้วมือได้ ดังนั้นจึงสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณ Harper ชี้ให้เห็นว่าการสะสมเขม่านั้นอาจเป็นการป้องกันรอยของตัวมันเองได้ เขายังระบุอีกว่าแม้เวลาจะผ่านไปสามเดือนการแสดงผลของรอยที่มีไขมันสูงยังสามารถที่จะตรวจหาลายนิ้วมือได้ สำหรับการตรวจหาที่ประสบความสำเร็จและการเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้นของลายนิ้วมือในเบื้องต้นคือการที่พื้นผิวไม่เกิดความเสียหาย

จากผลสรุปในข้างต้น วัสดุชามกระเบื้องเคลือบ แก้วใส และถุงร้อน (PP) สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้เนื่องจากเป็นพื้นผิวเรียบ มันวาว ไม่ดูดความชื้น รอยลายนิ้วมือที่ประทับยังคงอยู่เมื่อมีเขม่าไปจับ เมื่อเสปรย์ น้ำยาจึงสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ ส่วนวัสดุที่เป็นถุงมือยางสีส้มและแกลอนน้ำมันพลาสติก(HDPE) ไม่สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ เพราะ พื้นผิวอาจกึ่งมีรูพรุนทำให้เมื่อประทับรอยลายนิ้วมือลงไปอาจทำให้เหงื่อไขมันน้ำระเหยหรือซึมลงไปในพื้นผิวได้ในขณะที่ควันยังไม่จับตัวลงบนลายนิ้วมือ วัสดุที่เป็นกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี ไม่สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ อาจเป็นเพราะกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสีเป็นตัวนำความร้อนได้ดีทำให้รอยลายนิ้วมือที่ประทับลงไป เมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงทำให้เหงื่อไขมันน้ำระเหยเร็วกว่าปกติหรือถูกทำลายไปเพราะความร้อนถึงแม่จะมีพื้นผิวเรียบมันวาว ก็ไม่สามารถตรวจหาได้ เพราะฉะนั้นการเผาไหม้ที่เชื้อเพลิงยาในรถยนต์และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ให้ความร้อนสูงจึงเกิดเขม่าควันสีดำปริมาณมากจึงทำให้ควันสามารถไปจับกับลายนิ้วมือบนวัสดุได้ดีจึงสามารถตรวจพบลายนิ้วมือได้ดีว่าเชื้อเพลิงที่เป็นกระดาษและไม้

**ข้อเสนอแนะในงานวิจัย**

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย

1) สามารถเลือกหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุได้ขณะที่ตรวจสถานที่เกิดเหตุว่าเราควรเลือกวัสดุใดมาตรวจหาถึงจะตรวจพบลายนิ้วมือแฝง

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งต่อไป

1) เพิ่มเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองอีกหลายชนิด และควรเพิ่มเชื้อเพลิงที่เป็นสารไวไฟให้หลายชนิด

2) เพิ่มวัสดุของกลางที่ใช้ในการตรวจหาให้หลายชนิดมากขึ้น

3) เพิ่มอุณหภูมิความร้อนให้มากขึ้น

4) เพิ่มระยะเวลาที่ให้เขม่าควันตรวจจับวัสดุของกลางให้นานกว่าเดิม

6) เพิ่มสารเคมีตัวอื่นแทนสารเคมีที่ใช้SPR เดิม

5) จากการสังเกตรอยลายนิ้วมือที่สามารถตรวจหาได้พบว่ามองด้วยตาปกติกับใช้แสงโพลีไลท์ไม่ได้ความแตกต่างกันมาก จึงอาจไม่ต้องใส่ Eosin B ลงไป เพราะมีราคาแพง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# รายการอ้างอิง

1. Jasmine KaurDhall, G.S.Sodhi, A.K.Kapoor. A novel method for development of latent fingerprints recovered from arson simulation. Egyptian Journal of Forensic Sciences (2013)

2. National Forensic Laboratory, Police, Ministry of the Interior, Stefanova 2, 1000 Ljubljana, Slovenia. Fingerprint recovery from wet transparent foil. Egyptian Journal of Forensic Sciences (2012)

3. คณะนิติวิทยาศาสตร์โรงเรียนนายร้อยและคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร, การตรวจสถานที่เกิดเหตุเบื้องต้น, เข้าถึงเมื่อ 3 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://nstda.or.th/sciencecamp/th/file/3566669XWL4PYMGKE.pdf

4. Bio plastic, ประเภทและการใช้งานของพลาสติก, เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable_plastic/type_and_usage_plas.html

5. watcharapong, ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้, เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก www.sci.rmutt.ac.th/watcharapong/chemicalsandSafety

6. p-pac, ประวัติของลายผิววิทยา, เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.p-pac.com/history.html

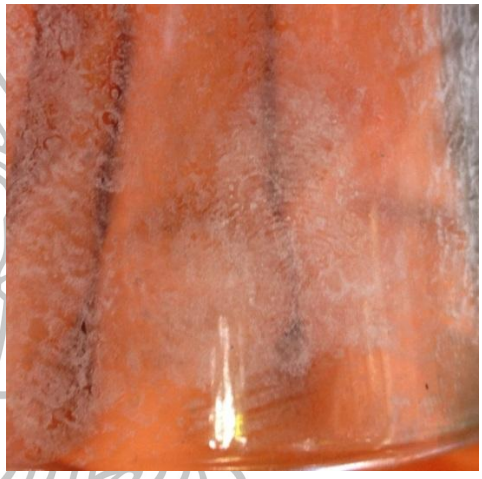
มหาวิทยาลัยศิลปากร

# ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุวัสดุ 6 ชนิด ได้แก่ แก้วใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมันพลาสติก(HDPE) ถุงร้อน(PP) กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี โดยใช้เชื้อเพลิงจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษลูกฟูกและหนังสือพิมพ์ ไม้ ยางในรถยนต์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์

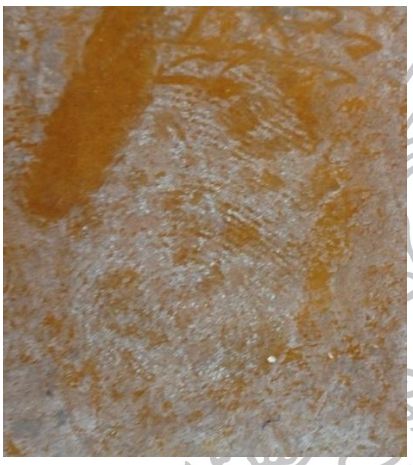
1



2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแก้วใสหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงกระดาษ



1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงกระดาษ

1 2

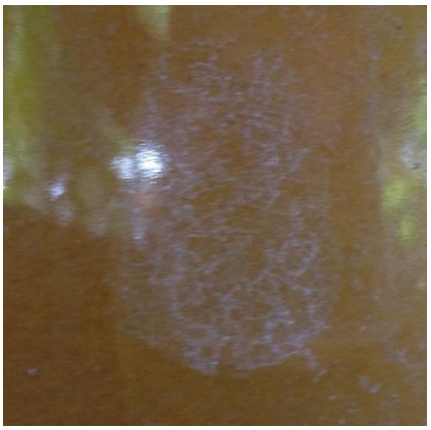
3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP)หลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงกระดาษ

1 2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแก้วใสหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้



1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้

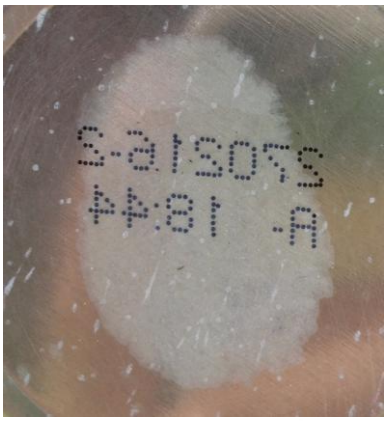
1 2

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแกลอนหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้

1 2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงพลาสติกหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้



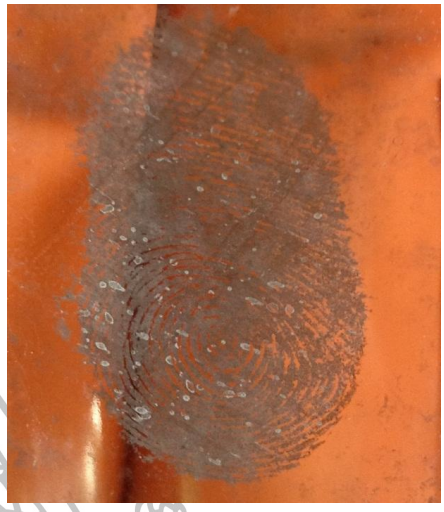
1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุกระป๋องโลหะหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้

1



2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแก้วหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยาง

1

2

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยาง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแกลอนน้ำมันหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยาง

1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงพลาสติกหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยาง

1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุกระป๋องโลหะหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยาง

1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแก้วโลหะหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

1

2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมัน

2

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงมือยางหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

1

2

3

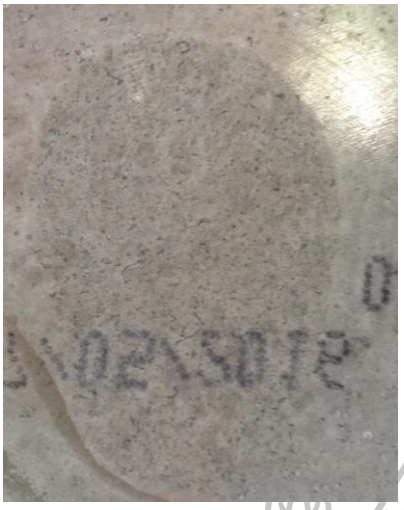
ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแกลอนน้ำมันหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมัน

1

2

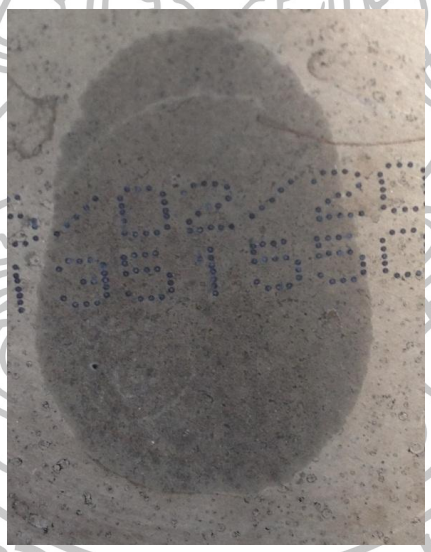
3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงพลาสติกหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมัน



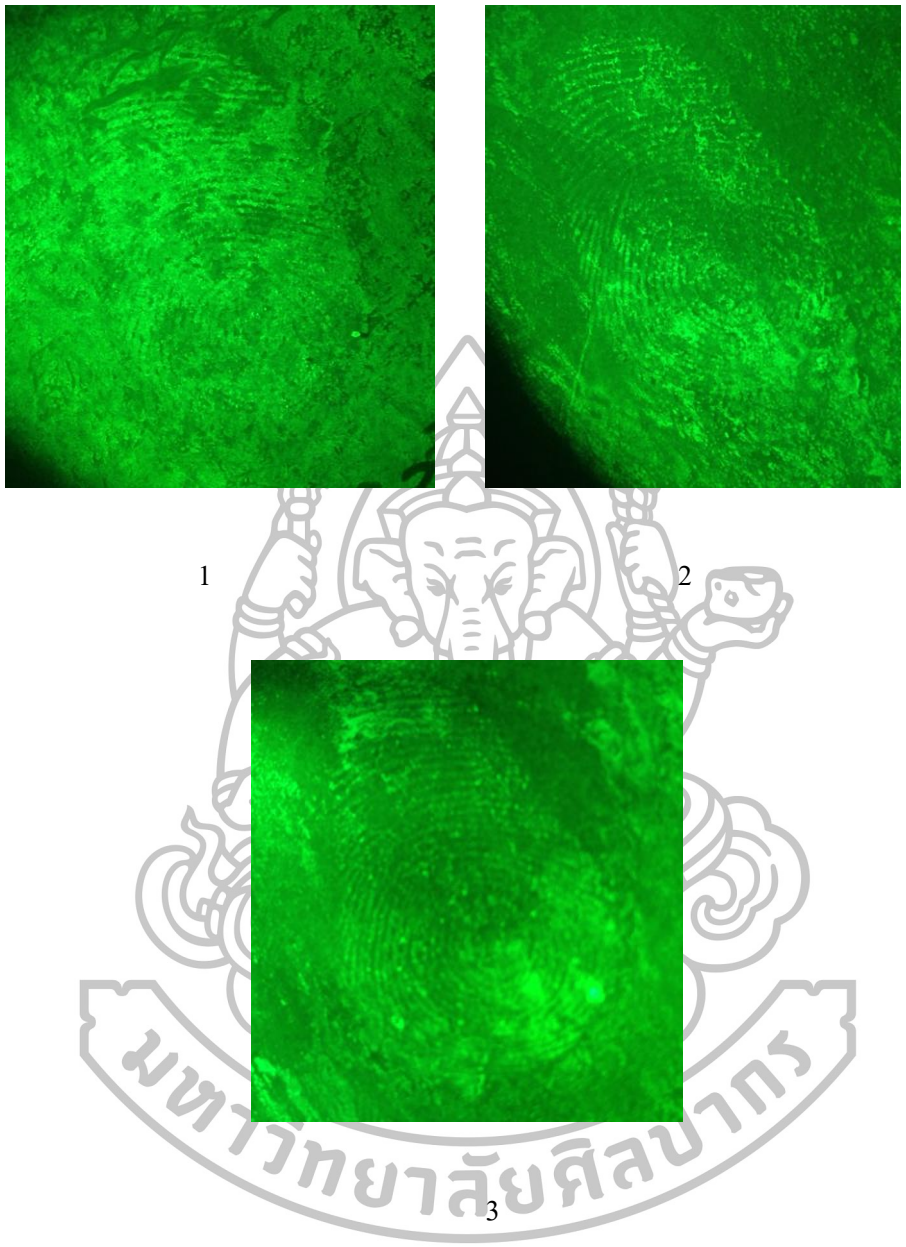
1

2

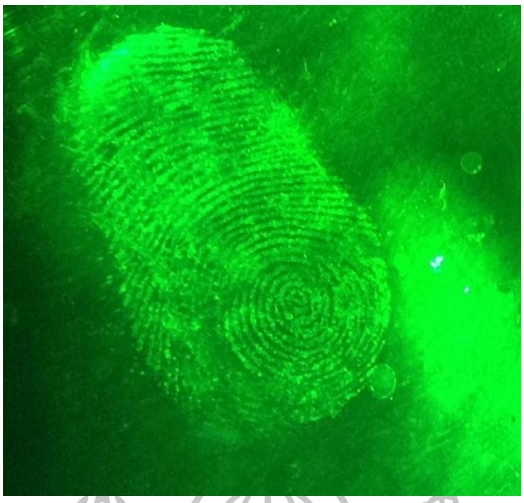


3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุกระป๋องโลหะหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมัน



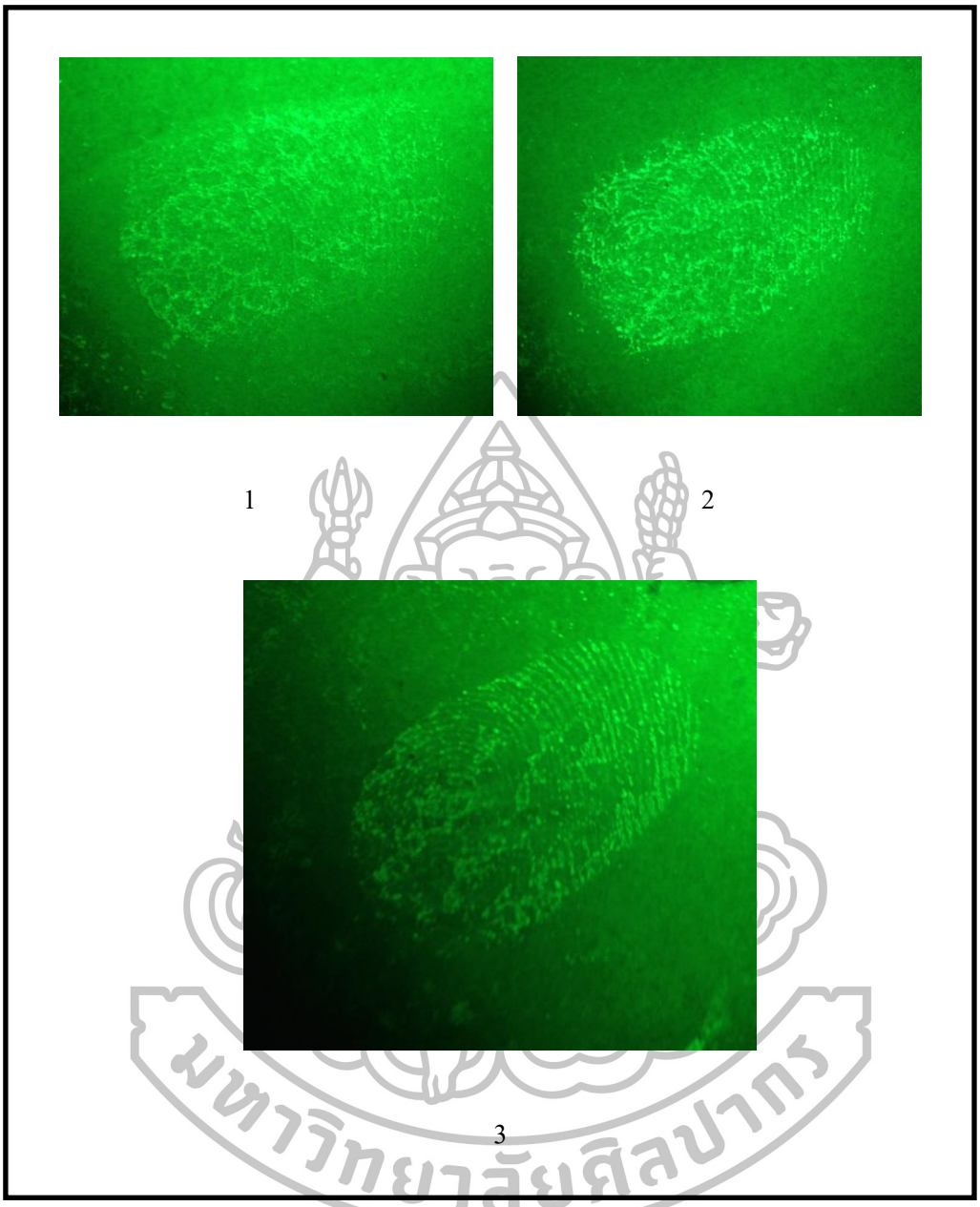
ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงกระดาษโดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



2

3

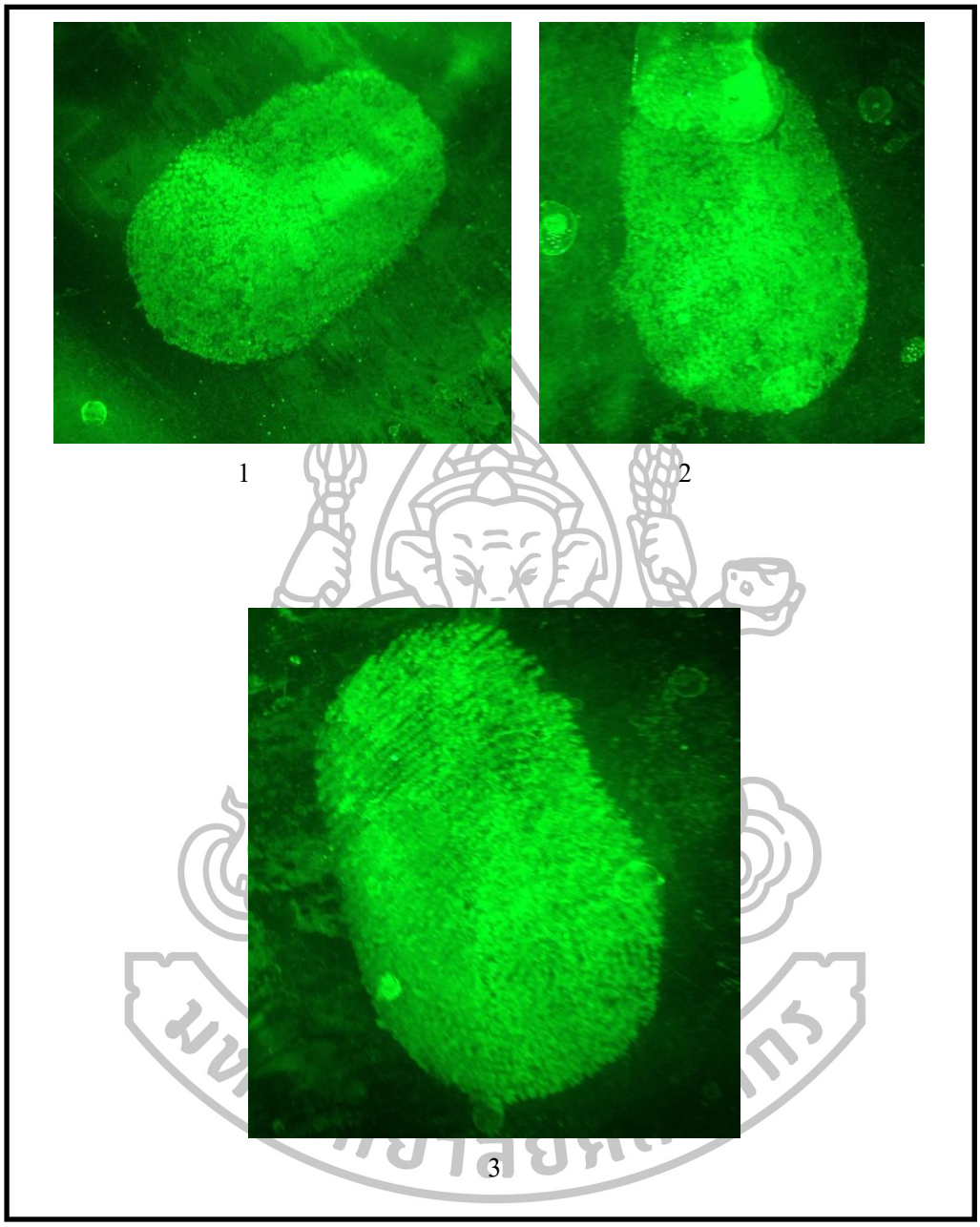
ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP)หลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงกระดาษโดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



1 2

3

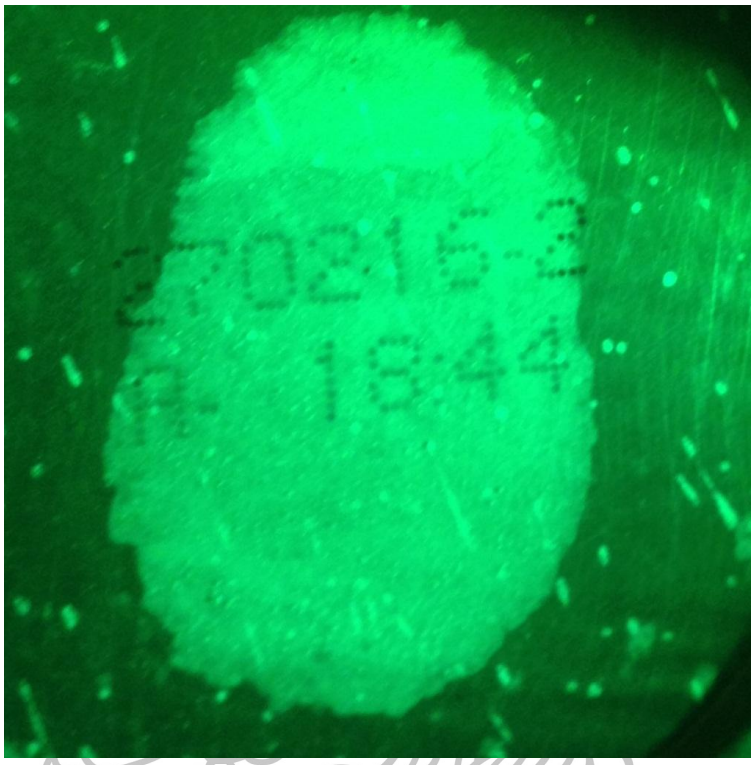
ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



1 2

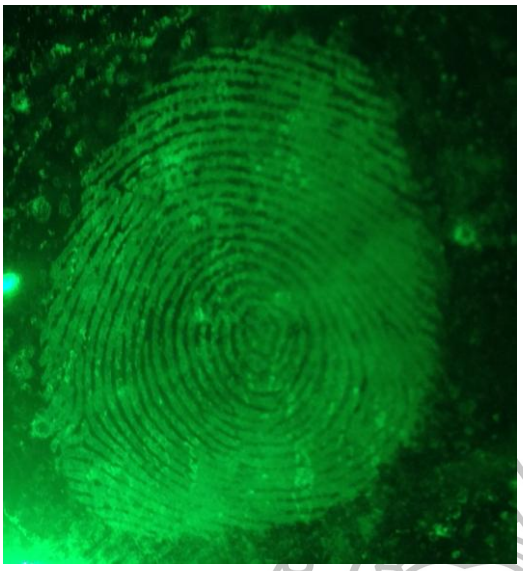
3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP)หลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์

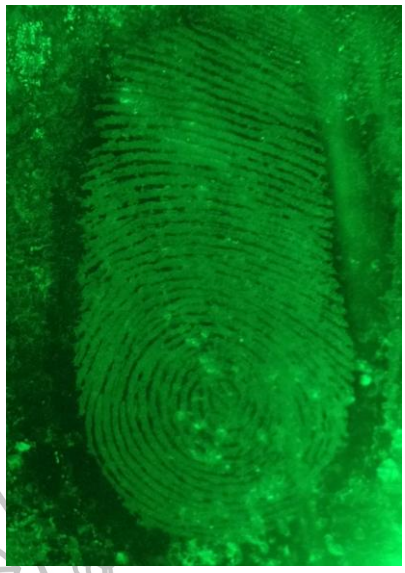


1

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสีหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงไม้โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



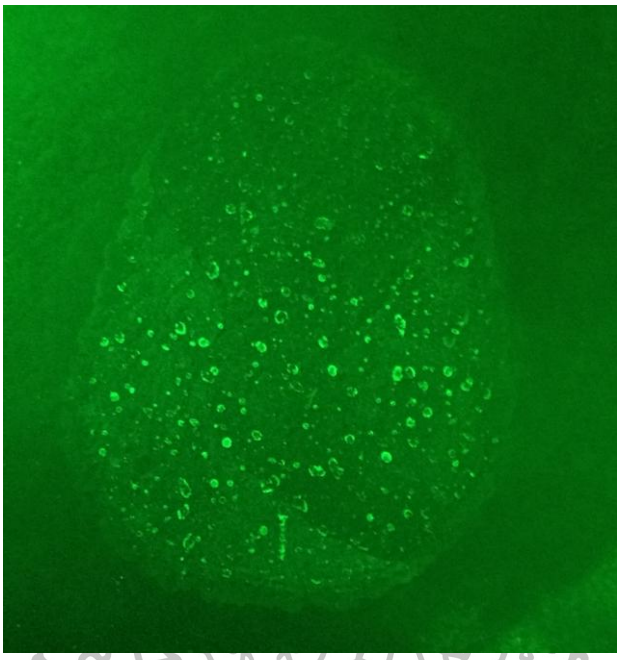
1



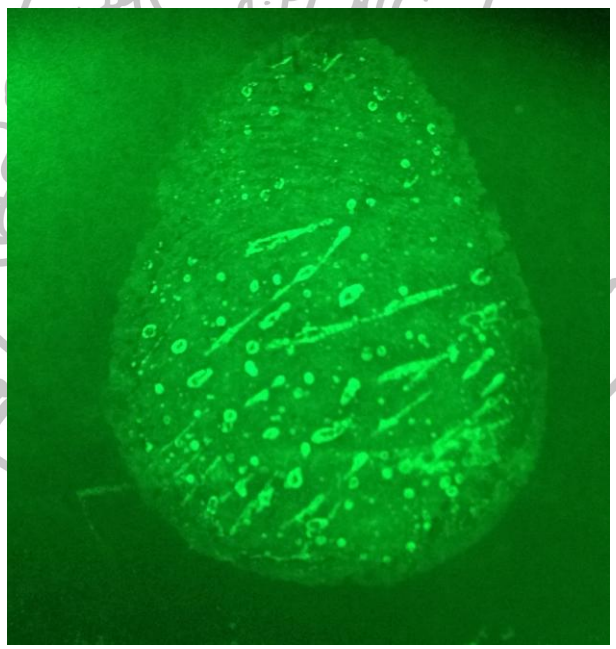
2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแก้วใสหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยางในรถยนต์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์

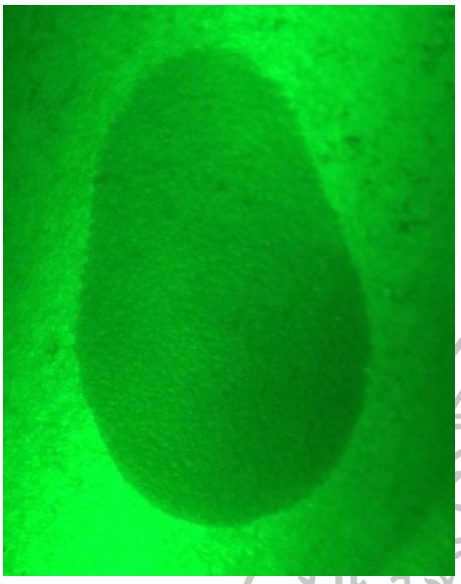


1

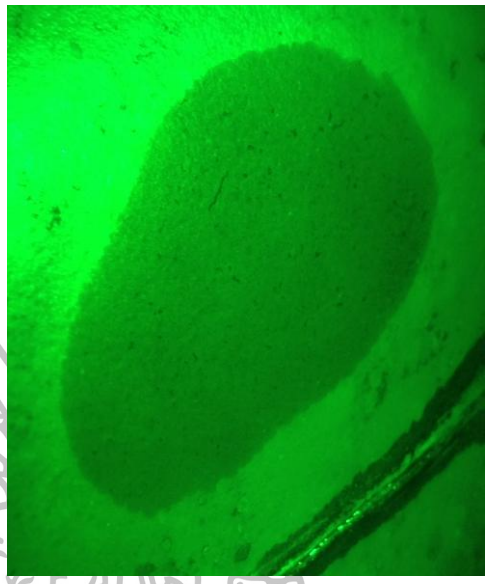


2

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยางในรถยนต์ โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



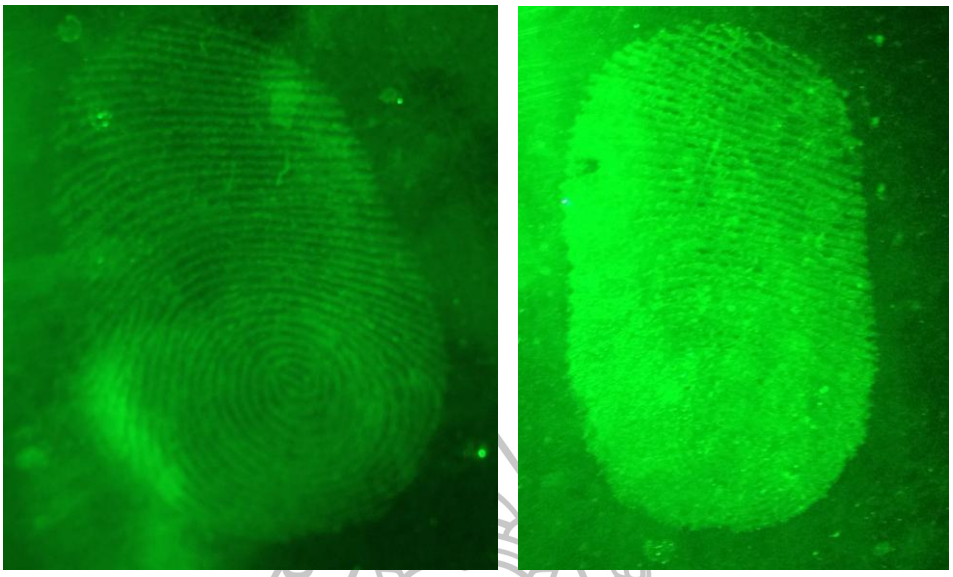
1



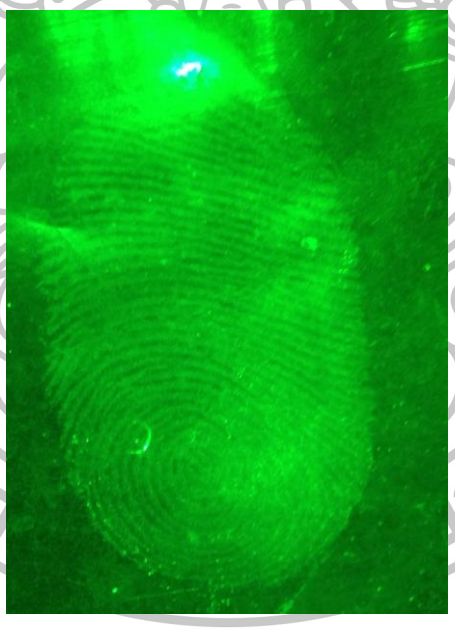
2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแกลอนน้ำมัน(HDPE)หลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยางในรถยนต์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์

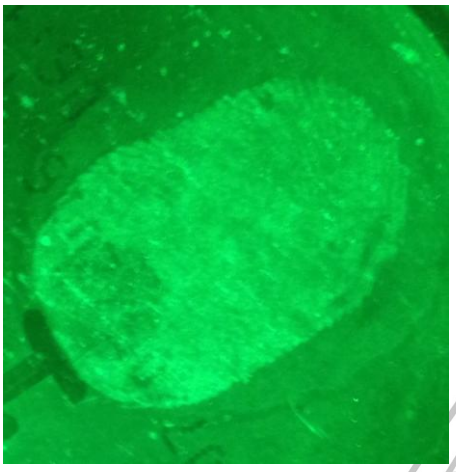


1 2

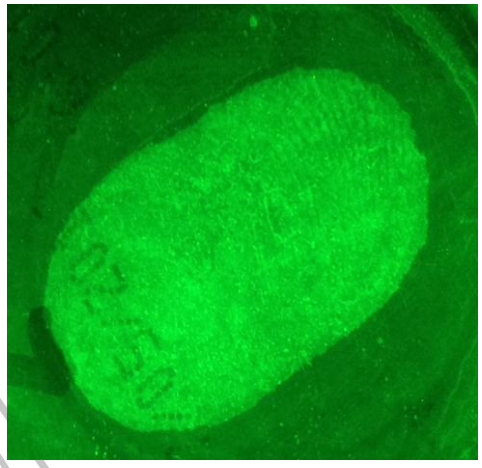


3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงพลาสติกหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยางในรถยนต์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



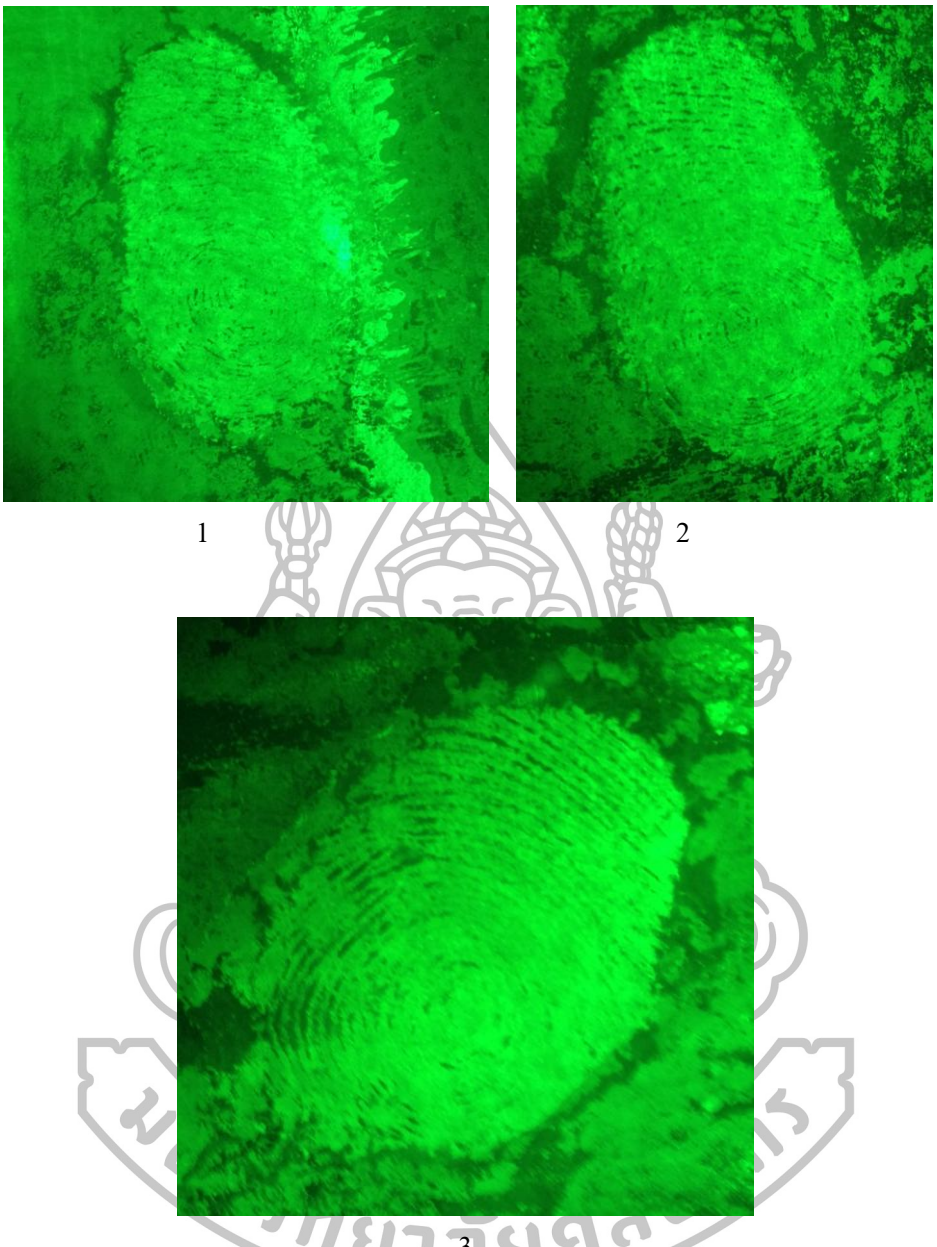
1



2

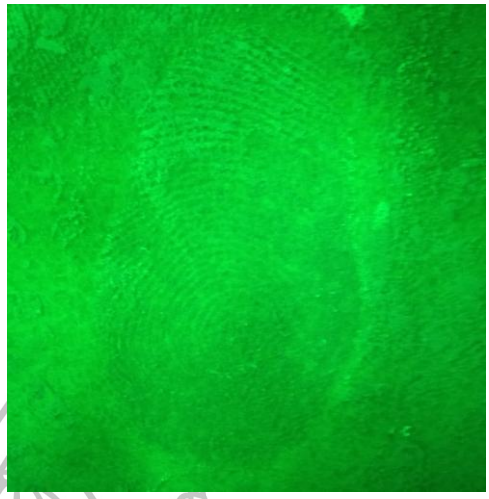
3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสีหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงยางในรถยนต์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์

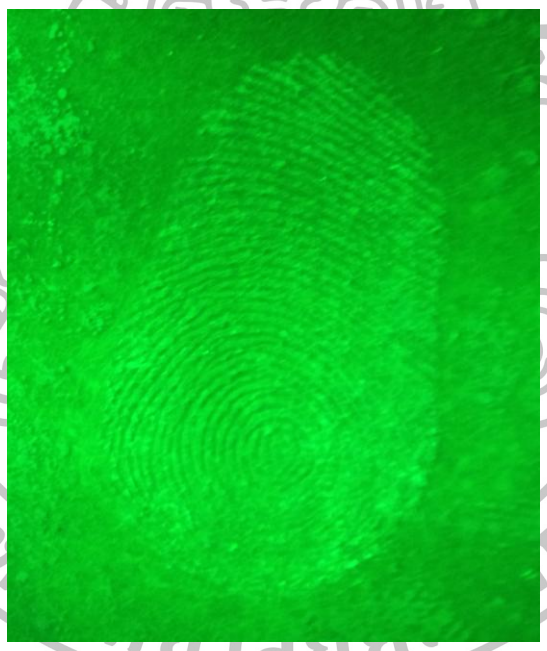


ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแก้วหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซฮอล์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์

1

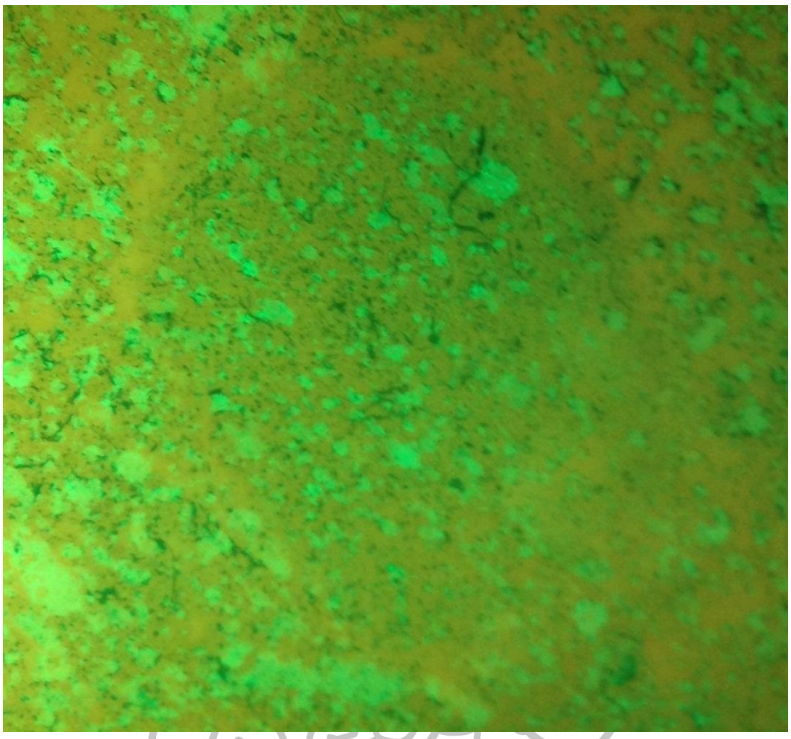


2



3

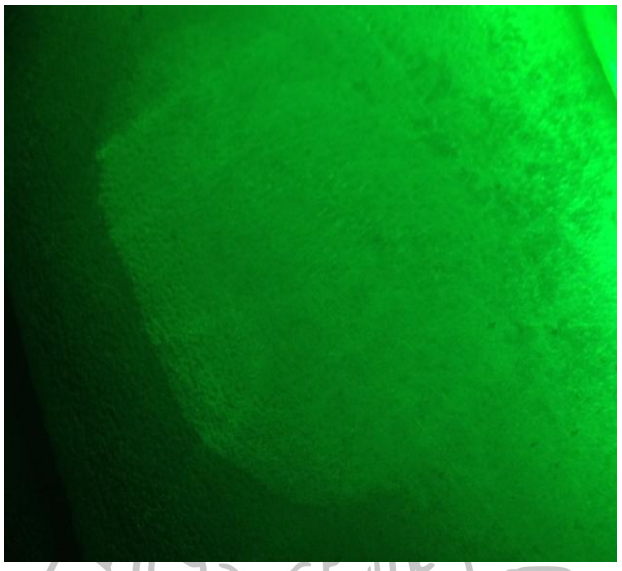
ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุชามกระเบื้องเคลือบหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซฮอล์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



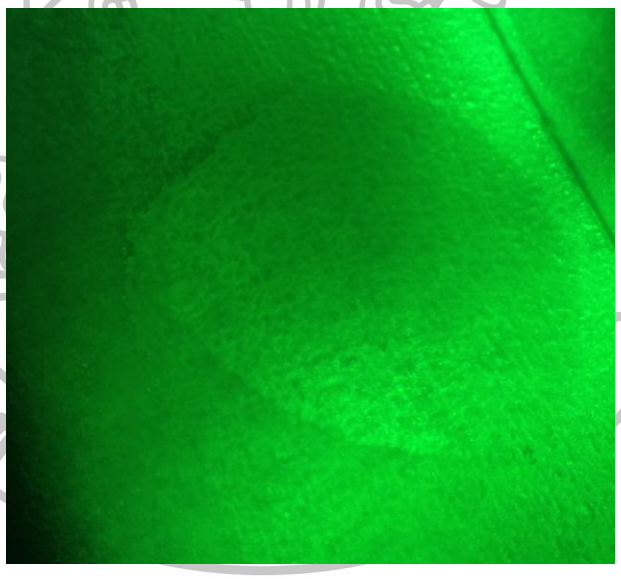
2

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงมือยางหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซฮอล์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

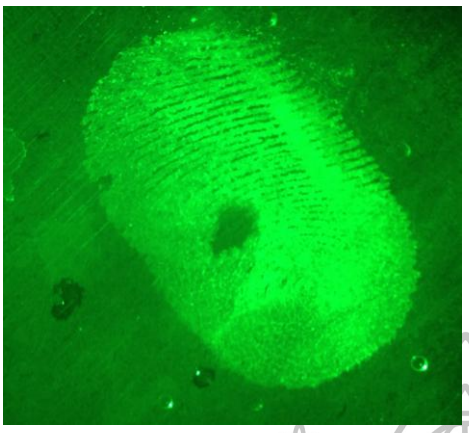


1

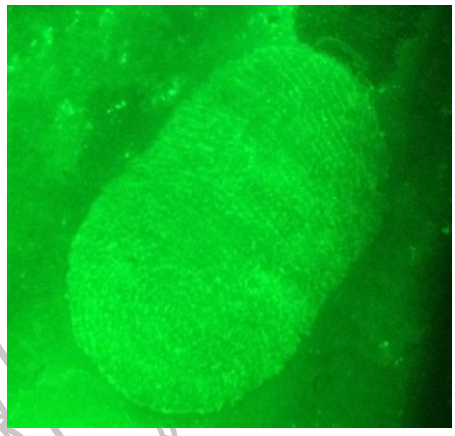


2

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุแกลอนน้ำมันพลาสติก(HDPE)หลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมันโดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



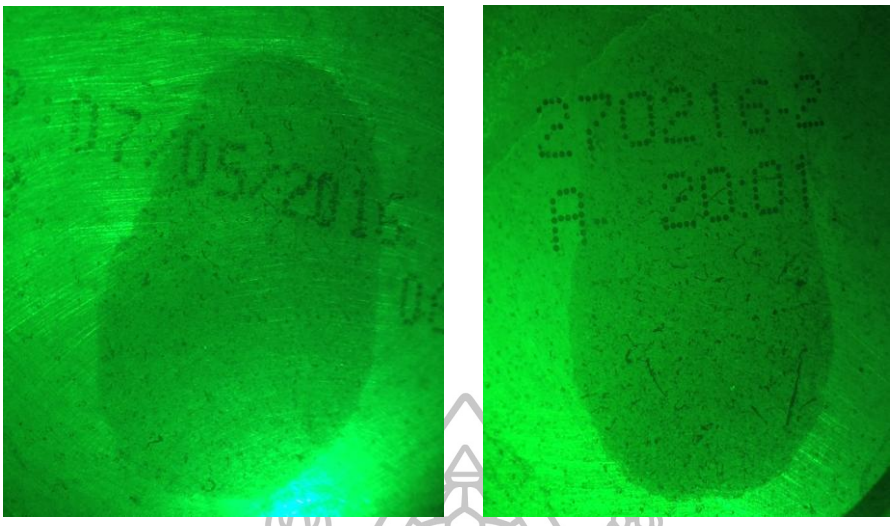
1



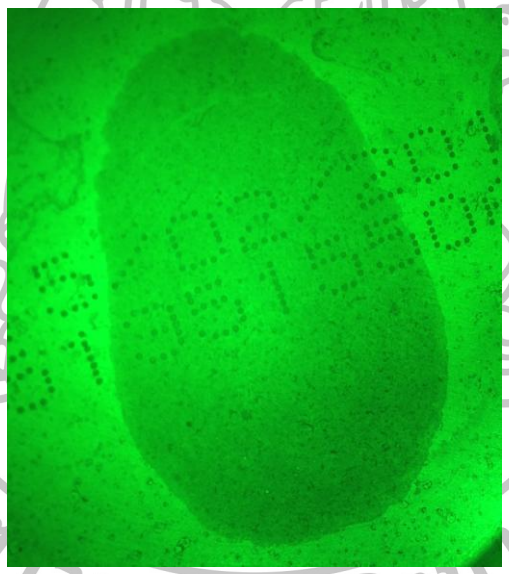
2

3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุถุงร้อน(PP)หลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซฮอล์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์



1 2



3

ภาพรอยนิ้วมือแฝงที่หาได้บนวัสดุกระป๋องโลหะเคลือบสังกะสีหลังจากการเผาโดยเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซฮอล์โดยใช้เครื่องฉายแสงโพลีไลท์

# ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล นางสาวพีรนุช อนุกูล

ที่อยู่ 27 หมู่2 ตำบลสาคู อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84210

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

พ.ศ. 2555 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

ครูเอกชน

มหาวิทยาลัยศิลปากร