การตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธีให้ความร้อน

โดย

สิบตำรวจตรีหญิงหฤทัย พันธุ์แสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธีให้ความร้อน

โดย
สิบตำรวจตรีหญิงหฤทัย พันธุ์แสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

EXAMINATION OF LATENT FINGERPRINTS ON THERMAL PAPER STAINED WITH BEVERAGES USING THE METHOD OF HEAT APPLICATION

By

POL.L.CPL. Haruethai PHANSAENG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Academic Year 2024

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธีให้ความร้อน
โดย	สิบตำรวจตรีหญิงหฤทัย พันธุ์แสง
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ดร. อรทัย เขียวพุ่ม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

พิจารณาเห็นชอบโดย

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. อรทัย เขียวพุ่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย)

640720076 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
คำสำคัญ : รอยลายนิ้วมือแฝง, กระดาษเทอร์มอล, เครื่องดื่มในชีวิตประจำวัน

สิบตำรวจตรีหญิง หฤทัย พันธุ์แสง: การตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธีให้ความร้อน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ดร. อรทัย เขียวพุ่ม

รอยลายนิ้วมือแฝง เป็นพยานหลักฐานที่มักพบในสถานที่เกิดเหตุถูกใช้เพื่อยืนยันอัตลักษณ์บุคคลและเป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวิธีให้ความร้อนในการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มต่าง ๆ ได้แก่ น้ำเปล่า โซดา น้ำอัดลม กาแฟนม และน้ำมะนาว โดยใช้ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลประเภทต่าง ๆ ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ และใบบันทึกเอทีเอ็ม

ผลการทดลองพบว่ากระดาษแฟกซ์และใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนด้วยน้ำเปล่า โซดา และน้ำมะนาว หลังให้ความร้อนมีรอยลายนิ้วมือคุณภาพปานกลางถึงดีมาก (จุดลักษณะสำคัญมากกว่า 10 จุด) ซึ่งสามารถใช้ยืนยันอัตลักษณ์บุคคลได้ แต่เมื่อเปื้อนด้วยน้ำอัดลมและกาแฟนมจะมีคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่ต่ำ ไม่ชัดเจนเพียงพอสำหรับการตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล ส่วนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนด้วยน้ำมะนาวมีคะแนนคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่ดีพอในการใช้ยืนยันอัตลักษณ์บุคคลได้ ในขณะที่เมื่อเปื้อนน้ำเปล่า น้ำอัดลม โซดา และกาแฟนม จะมีคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่ต่ำ ดังนั้นเครื่องดื่มแต่ละชนิดจึงมีผลต่อคุณภาพลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน โดยน้ำเปล่าและโซดาทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงคงคุณภาพดี ส่วนเครื่องดื่มที่มีน้ำตาล เช่น น้ำอัดลม และสารอิมัลซิไฟเออร์ในกาแฟนมจะลดความชัดเจนของรอยลายนิ้วมือแฝง ในขณะที่กรดซิตริกในน้ำมะนาวจะช่วยเพิ่มความเข้มของรอยลายนิ้วมือแฝง และการให้ความร้อนยังสามารถเพิ่มคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนเครื่องดื่มให้เพียงพอต่อการยืนยันอัตลักษณ์ในทางนิติวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ราคาถูก และปราศจากสารเคมี

640720076 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Latent fingerprint, Thermal paper, Beverages

POL.L.CPL. Haruethai PHANSAENG : EXAMINATION OF LATENT FINGERPRINTS ON THERMAL PAPER STAINED WITH BEVERAGES USING THE METHOD OF HEAT APPLICATION Thesis advisor : Orathai Kheawpum

Latent fingerprints were often found at crime scenes. They are used to identify individuals and serve as forensic evidence. This study aims to examine the effectiveness of the heat application method in detecting latent fingerprints on thermal paper tainted with beverages including drinking water, soda water, soft drinks, milk coffee, and lemon juice. Different types of thermal paper samples including fax paper, store receipts, and ATM slips.

The results showed that fax paper and store receipts stained with water, soda, and lemon juice had moderate or good quality (number of minutiae greater than 10 points). However, when stained with soft drinks and milk coffee, quality was low and not clear enough for forensic identification. For ATM slip, only those stained with lemon juice showed sufficient quality for forensic identification, while those stained with water, soft drinks, soda, and milk coffee had low quality. Therefore, different types of beverages affect the quality. Water and soda maintain good quality, while beverages containing sugar such as soft drinks and emulsifiers in milk coffee reduce fingerprint clarity. Citric acid in lemon juice, on the other hand, enhances the intensity of fingerprints on thermal paper. The heating can increase the quality of thermal paper stained with beverages. This method is also simple, cost-effective, and free-hazardous.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์จาก สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่กรุณาให้คำแนะนำ ชี้แนะ และช่วยเหลือในทุกขั้นตอนของกระบวนการทำการวิจัย ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากท่านสำคัญยิ่ง ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 3 และ ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งส่งผลให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างครบถ้วนและราบรื่น

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขานิติวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาในช่วงเวลาต่าง ๆ ความเอาใจใส่และสนับสนุนจากทุกท่านล้วนเป็นแรงใจที่สำคัญในระหว่างการทำวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นแรงผลักดันที่ดี คอยอยู่เคียงข้างและคอยสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกช่วงเวลาของการเรียนและการทำวิจัย ทำให้ข้าพเจ้ามีแรงบันดาลใจและความมุ่งมั่นที่จะทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

หฤทัย พันธุ์แสง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 13

บทนำ 13

ที่มาและความสำคัญ 13

วัตถุประสงค์การวิจัย 15

สมมติฐานการวิจัย 15

ขอบเขตการวิจัย 15

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 16

นิยามศัพท์เฉพาะ 16

กรอบแนวคิดการวิจัย 17

บทที่ 2 1

แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 1

ลายนิ้วมือ 1

ลักษณะสำคัญของลายนิ้วมือ 2

องค์ประกอบของลายนิ้วมือ 2

รูปแบบของลายนิ้วมือ 3

วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ 7
เทคโนโลยีและเครื่องมือในการวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือแฝง 10
ข้อจำกัดในการวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือแฝง 11
กระดาษเทอร์มอล 12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
บทที่ 3 17
วิธีดำเนินการวิจัย 17
อาสาสมัคร 17
ตัวอย่างและอุปกรณ์การทดลอง 17
การเตรียมตัวอย่างและวิธีการทดลอง 19
แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง 21
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 22
บทที่ 4 24
ผลการทดลอง 24
บทที่ 5 34
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 34
รายการอ้างอิง 37
ประวัติผู้เขียน 56

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวอย่างและอุปกรณ์การทดลอง 17

ตารางที่ 2 ระดับการให้คะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง 23

ตารางที่ 3 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาแรงกดประทับ 25

ตารางที่ 4 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาอุณหภูมิแท่นให้ความร้อน 26

ตารางที่ 5 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือของระยะห่างกระดาษและแท่นความร้อน 27

ตารางที่ 6 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ 28

ตารางที่ 7 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ 30

ตารางที่ 8 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ 32

ตารางที่ 9 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาแรงกดประทับ 38

ตารางที่ 10 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาอุณหภูมิแท่นให้ความร้อน 39

ตารางที่ 11 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงของระยะห่างกระดาษและแท่นความร้อน 40

ตารางที่ 12 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนน้ำเปล่า 41

ตารางที่ 13 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนโซดา 42

ตารางที่ 14 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนน้ำอัดลม 43

ตารางที่ 15 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนกาแฟนม 44

ตารางที่ 16 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนน้ำมะนาว 45

ตารางที่ 17 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำเปล่า 46

ตารางที่ 18 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนโซดา 47

ตารางที่ 19 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำอัดลม 48

ตารางที่ 20 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนกาแฟนม 49

ตารางที่ 21 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำมะนาว 50

ตารางที่ 22 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนน้ำเปล่า.....51
ตารางที่ 23 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนน้ำอัดลม 52
ตารางที่ 24 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนโซดา 53
ตารางที่ 25 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนกาแฟนม.....54
ตารางที่ 26 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนน้ำมะนาว.....55

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 17

ภาพที่ 2 โครงสร้างของชั้นผิวหนัง 1

ภาพที่ 3 ลายเส้นแบบโค้งราบ (Plain Arch) 3

ภาพที่ 4 ลายเส้นแบบโค้งกระโจม (Tented Arch) 3

ภาพที่ 5 ลายเส้นแบบมัดหวายปัดขวา (Right Loop) 4

ภาพที่ 6 ลายเส้นแบบมัดหวายปัดซ้าย (Left Loop) 4

ภาพที่ 7 ลายเส้นแบบมัดหวายคู่ (Twin Loop หรือ Double Loop) 4

ภาพที่ 8 ลายเส้นแบบก้นหอยธรรมดา (Plain Whorl) 5

ภาพที่ 9 ลายเส้นแบบก้นหอยกระเป๋ากลาง (Central Pocket) 5

ภาพที่ 10 ลายเส้นแบบก้นหอยกระเป๋าข้าง (lateral Pocket) 6

ภาพที่ 11 ลายเส้นแบบซับซ้อน (Accidental Whorl) 6

ภาพที่ 12 ลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของรอยลายนิ้วมือ 7

ภาพที่ 13 รอยลายนิ้วมือจากวิธีปัดผงฝุ่น 8

ภาพที่ 14 รอยลายนิ้วมือจากการใช้ไซยาโนอะคริเลต 8

ภาพที่ 15 รอยลายนิ้วมือจากการใช้นินไฮดริน 9

ภาพที่ 16 ลายนิ้วมือจากการใช้ Iodine Fuming 9

ภาพที่ 17 รอยลายนิ้วมือจากการใช้แสงยูวี (Ultraviolet Light) 10

ภาพที่ 18 กระดาษเทอร์มอลและเครื่องพิมพ์ 12

ภาพที่ 19 ขั้นตอนการเกิดภาพพิมพ์บนกระดาษความร้อน 13

ภาพที่ 20 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง 21

ภาพที่ 21 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ 29

ภาพที่ 22 คะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่ม 29
ภาพที่ 23 รอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ.....31
ภาพที่ 24 คะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่ม ..31
ภาพที่ 25รอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็ม 33
ภาพที่ 26 ค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่ม.....33

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ลายนิ้วมือ (Fingerprint) ถือเป็นสิ่งที่บ่งบอกลักษณะตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลจะไม่เหมือนกันแม้กระทั่งฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันก็ยังมีลายนิ้วมือที่ไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ลายนิ้วมือยังคงสภาพเดิมโดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตลอดชีวิต ลายนิ้วมือนั้นเกิดจากสารคัดหลั่งบนฝ่ามือและนิ้วมือ ซึ่งถูกปล่อยออกมาผ่านรูเหงื่อที่กระจายอยู่บนเส้นนูนของผิวหนัง สารเหล่านี้ประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ และมีเกลือรวมถึงสารประกอบยูเรียอยู่ในปริมาณเล็กน้อย นอกจากนั้นผิวหนังดังกล่าวยังอาจสะสมน้ำมันและไขมันจากการสัมผัสบริเวณอื่นที่มีการหลั่งของไขมัน เช่น ใบหน้า ลำคอ หนังศีรษะ เมื่อน้ำมันและไขมันสะสมอยู่บนเส้นนูนและผสานกับเส้นร่องของผิวหนัง จะก่อให้เกิดลวดลายลายนิ้วมือที่มีลักษณะเฉพาะและไม่ซ้ำกันในแต่ละบุคคล ดังนั้นลายนิ้วมือจึงเป็นวัตถุพยานที่มีคุณค่าและมีความสำคัญอย่างมากในการระบุตัวผู้กระทำผิด อีกทั้งยังเป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างทั่วโลก บางทีลายนิ้วมืออาจจะมองไม่เห็นชัดด้วยตาเปล่าซึ่งเรียกลายนิ้วมือประเภทนี้ว่า “รอยลายนิ้วมือแฝง” คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ชนิดพื้นผิวของวัสดุ ลักษณะการสัมผัส ปริมาณเหงื่อ ไขมันและสารประกอบอื่นๆ รวมถึงอุณหภูมิและสภาพอากาศ ดังนั้นวิธีตรวจเก็บเพื่อให้ได้รอยลายนิ้วมือแฝงมีคุณภาพดี จึงมีหลายวิธีขึ้นกับปัจจัยดังกล่าวซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงในสถานที่เกิดเหตุมักพบบนวัสดุที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น แก้ว ถุงพลาสติก กระดาษ เป็นต้น

ในปัจจุบันกระบวนการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงมีบทบาทสำคัญในการระบุตัวบุคคลที่เกี่ยวข้องกับคดีอาชญากรรม อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุบางประเภท เช่น กระดาษเทอร์มอลที่เป็นวัสดุที่พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในรูปแบบของใบเสร็จรับเงินหรือเอกสารการพิมพ์ชั่วคราว ซึ่งกระดาษชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น และสารเคมี ซึ่งมีผลต่อความคงทนของหมึกและโครงสร้างของกระดาษ จึงถือเป็นความท้าทายในการเก็บรักษาพยานหลักฐาน เนื่องจากเมื่อกระดาษเทอร์มอลสัมผัสกับสภาวะที่อุณหภูมิความชื้นไม่เหมาะสมหรือการเปื้อนด้วยสารเคมีต่าง ๆ อาจส่งผลให้รายละเอียดของรอยลายนิ้วมือแฝงจางหายหรือลบเลือนได้ง่าย ดังนั้นการปนเปื้อนของเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบทางเคมีบนกระดาษเทอร์มอลก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้รอยลายนิ้วมือแฝงสูญเสียความชัดเจนหรือถูกทำลาย คุณภาพของพยานหลักฐานที่ใช้ในการตรวจสอบจึงลดลงด้วย

การเปื้อนของเครื่องดื่มที่มีสารประกอบ เช่น น้ำตาล กรด สี สามารถทำให้กระดาษเทอร์มอลเกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงเคมีและกายภาพ อาจทำให้พื้นผิวของกระดาษเสียสภาพ เกิดร่องรอยอื่น ๆ หรือทำให้รอยลายนิ้วมือจางลงหรือหายไป การซึมผ่านของของเหลวเข้าไปยังชั้นกระดาษยิ่งทำให้กระบวนการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงซับซ้อนยิ่งขึ้น เนื่องจากทำให้ไขมันและสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของรอยลายนิ้วมือเกิดการสลายตัวหรือถูกชะล้างออกไป

ในกรณีตัวอย่างต่างประเทศ มีรายงานข่าวที่เกี่ยวข้องกับคดีอาชญากรรมที่หลักฐานสำคัญอยู่ในรูปของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล เช่น ใบเสร็จทางการเงินหรือเอกสารทางการเงินที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มทำให้การตรวจสอบหลักฐานดังกล่าวมีข้อจำกัดเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น คดีหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่ได้รับความเสียหายจากของเหลวเป็นปัจจัยสำคัญในการคลี่คลายคดีแต่การตรวจสอบกลับเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีการปนเปื้อนสารและการเสื่อมสภาพของกระดาษนั่นเอง (Johnson, 2020) ในขณะเดียวกันในประเทศไทยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลกำลังได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เช่น การศึกษาการให้ความร้อนในการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวกระดาษต่าง ๆ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ความร้อนเป็นวิธีที่สามารถทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏได้ชัดเจนมากขึ้นโดยไม่ทำลายสภาพพื้นผิว (Sookphanich, 2018) และการศึกษาการให้ความร้อนรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างกระดาษเทอร์มอล (ใบเสร็จร้านค้า, สลิปเอทีเอ็ม และใบเสร็จบัตรเครดิต) พบว่ารอยลายนิ้วมือบนตัวอย่างเหล่านี้ต่างมีคุณภาพในระดับปานกลางหรือดี เหมาะสำหรับใช้ในการตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคล (Seesuvan, 2023)

ในอดีตวิธีการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงได้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้ได้บนพื้นผิวหลากหลายประเภท วิธีการที่เป็นที่นิยมประกอบด้วย การใช้ผงฝุ่นชนิดต่าง ๆ เช่น ผงแม่เหล็กหรือ ผงคาร์บอนที่มีคุณสมบัติเฉพาะในการเกาะติดกับน้ำมันหรือไขมันบนลายนิ้วมือ การใช้สารเคมี เช่น นินไฮดรินที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน ในรอยลายนิ้วมือเพื่อทำให้รอยลายนิ้วมือปรากฏชัดเจน และการใช้ซิลเวอร์ไนเตรตหรือวิธีซุปเปอร์กูลในการสร้างปฏิกิริยาที่สามารถทำให้รอยลายนิ้วมือเด่นชัดยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการใช้แสงยูวีหรือแสงเลเซอร์ช่วยให้รอยลายนิ้วมือที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่ามองเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิมการใช้ความร้อนเป็นเทคนิคที่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกระดาษเทอร์มอลที่ได้รับความร้อนอย่างเหมาะสม ข้อดีของการใช้ความร้อนคือการลดใช้สารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งลดความซับซ้อนของกระบวนการ

ตรวจสอบ วิธีการให้ความร้อนจึงเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิธีการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่ได้รับความเสียหายจากการเปื้อนเครื่องดื่ม โดยมุ่งเน้นการศึกษาการให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความชัดเจนของรอยลายนิ้วมือ ซึ่งสามารถใช้เป็นพยานหลักฐานสำคัญในการพิจารณาคดี อีกทั้งวิธีการนี้เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ต้นทุนต่ำ เนื่องจากไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีราคาแพง หรือใช้สารเคมีที่อาจก่อให้เกิดอันตราย นับว่าเป็นวิธีที่เข้าถึงได้ง่ายและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสำหรับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาประสิทธิภาพของการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลประเภทต่าง ๆ (กระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านค้า ใบบันทึกเอทีเอ็ม) ด้วยวิธีให้ความร้อน

2. ศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มต่าง ๆ (น้ำเปล่า โซดา น้ำอัดลม กาแฟนม และน้ำมะนาว)

สมมติฐานการวิจัย

1. วิธีให้ความร้อนช่วยเพิ่มคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง

2. ประเภทของเครื่องดื่มที่เปื้อนบนกระดาษเทอร์มอลมีผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านวิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลในการทดลองประกอบด้วยกระดาษ 3 ชนิด ดังนี้

1.1 กระดาษแฟกซ์ จากห้างสรรพสินค้าแมคโคร จังหวัดนครราชสีมา

1.2 ใบเสร็จร้านค้า จากร้านค้าเซเว่น อีเลฟเว่น จังหวัดนครราชสีมา

1.3 ใบบันทึกเอทีเอ็ม จากธนาคารกรุงเทพ จังหวัดนครราชสีมา

2. ขอบเขตด้านประชากรกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ตัวอย่างเครื่องดื่ม ประกอบด้วยเครื่องดื่ม 5 ชนิด ดังนี้

2.1.1 น้ำเปล่า ตราสิงห์

2.1.2 โซดา ตราสิงห์

2.1.3 น้ำอัดลม ตราแฟนต้า กลิ่นส้ม

2.1.4 กาแฟนม ตราเบอร์ดี้ โรบัสต้า

2.1.5 น้ำมะนาว ตรา อสร.

2.2 อาสาสมัครประทับลายนิ้วมือ เป็นอาสาสมัครเพศหญิง อายุ 30 ปี น้ำหนัก 50 Kg โดยใช้ตัวอย่างจากนิ้วหัวแม่มือ มีลักษณะผิวหนังลายนิ้วมือปกติและไม่แห้ง

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ตัวแปรต้น

3.1.1 ประเภทของกระดาษเทอร์มอล กระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านค้า และใบบันทึกเอทีเอ็ม

3.1.2 ประเภทของเครื่องดื่ม น้ำเปล่า โซดา น้ำอัดลม กาแฟนม และน้ำมะนาว

3.1.3 อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน

3.1.4 ระยะเวลาในการให้ความร้อน

3.1.5 ระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นให้ความร้อน

3.1.6 วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง วิธีให้ความร้อน

3.2 ตัวแปรตาม คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ใช้เป็นแนวทางสำหรับการตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

2. ทำให้ทราบประสิทธิภาพของวิธีให้ความร้อนในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วย น้ำเปล่า โซดา น้ำอัดลม กาแฟนม และน้ำมะนาว

3. รอยลายนิ้วมือแฝงที่เปื้อนมีคุณภาพสมบูรณ์และชัดเจน เหมาะสำหรับนำไปตรวจสอบยืนยันอัตลักษณ์บุคคลในทางนิติวิทยาศาสตร์

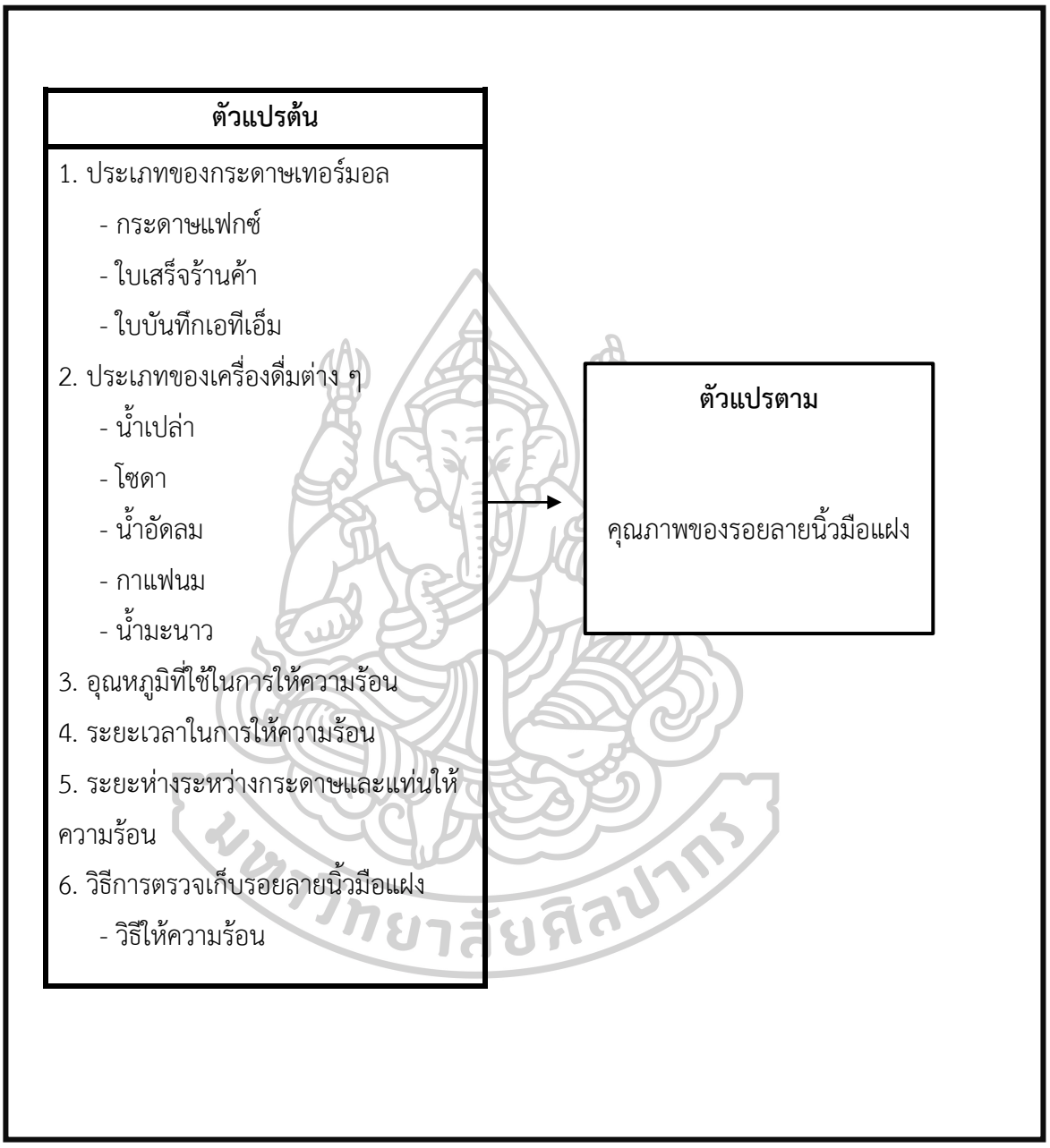
นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ลายนิ้วมือ หมายถึง ร่องรอยบนผิวหนังบริเวณปลายนิ้ว ที่มีลักษณะเป็นเส้นสันนูนและร่องลึกซึ่งมีรูปแบบเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล และรูปแบบของลายนิ้วมือจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตลอดชีวิตของบุคคลนั้น

2. รอยลายนิ้วมือแฝง หมายถึง รอยลายนิ้วมือที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เกิดจากการที่ปลายนิ้วของบุคคลที่มีการขับสารออกจากต่อมใต้ผิวหนังบนปลายนิ้วสัมผัสกับพื้นผิวต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้วิธีการทาง นิติวิทยาศาสตร์ทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นมา

3. กระดาษเทอร์มอล หมายถึง กระดาษชนิดพิเศษที่มีการเคลือบสารเคมีไว้บนพื้นผิว โดยเมื่อได้รับความร้อนกระดาษจะเปลี่ยนสีบริเวณที่ถูกความร้อน ซึ่งทำให้เกิดข้อความหรือภาพที่ต้องการพิมพ์ได้โดยไม่ต้องใช้หมึก

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

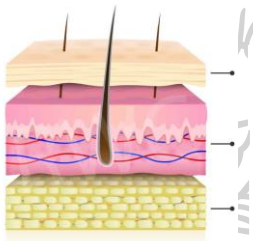
บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบการศึกษา ดังนี้

ลายนิ้วมือ

ร่างกายของมนุษย์ส่วนใหญ่จะถูกปกคลุมด้วยผิวหนัง ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุดในร่างกาย ผิวหนังมีส่วนประกอบหลัก 3 ชั้น คือ ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ชั้นหนังแท้ (Dermis) และชั้นไขมัน (Subcutaneous layer) ซึ่งชั้นหนังกำพร้าเป็นชั้นผิวหนังที่อยู่นอกสุดและสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง ผิวหนังชั้นหนังกำพร้าบริเวณฝ่ามือ ฝ่าเท้า จะปรากฏรอยลายนิ้วมือที่เป็นรูปแบบแตกต่างกันของแต่ละบุคคลขึ้น และสามารถใช้เป็นหลักฐานในการพิสูจน์ปัจเจกบุคคลได้



ภาพที่ 2 โครงสร้างของชั้นผิวหนัง

ที่มา: Moisture-associated skin damage. Retrieved October 15,2024, from https://pubmed.ncbi. nlm.nih.gov/32160066/

ลายนิ้วมือ (Fingerprint) คือ รูปแบบร่องรอยที่เกิดจากการย่นของผิวหนังที่ปลายนิ้วมือ จัดเรียงในลักษณะที่มีความซับซ้อนและเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะแตกต่างกันของแต่ละบุคคล ถึงแม้จะเป็นฝาแฝด ที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันก็ตาม และจะไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต ลักษณะที่ทำให้ปรากฏเป็นเส้นลายนิ้วมือ ประกอบด้วยเส้นลายนิ้วมือ 2 ชนิด คือ

1.เส้นนูน หรือสันลายนิ้วมือ (Ridge) คือ รอยนูนที่ยกสูงกว่าพื้นผิวหน้านิ้วมือที่มีลักษณะเป็นเส้นนูนโค้งและยาวตามรูปแบบลายนิ้วมือเส้นนูนนี้เมื่อประทับลายนิ้วมือจะติดหมึกพิมพ์

2.ร่องลายนิ้วมือ (Furrow) คือรอยลึกที่อยู่ต่ำกว่าระดับของเส้นนูนและสลับระหว่างเส้นนูน ซึ่งจะเห็นเป็นร่องสีขาว เมื่อประทับลายนิ้วมือร่องนี้จะไม่ติดหมึกพิมพ์

ลักษณะสำคัญของลายนิ้วมือ

1. ลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ จะไม่มีลายนิ้วมือใดที่ซ้ำกัน เอกลักษณ์เฉพาะของลายนิ้วมือนอกจากจะพิจารณารูปแบบทั่วไปของลายนิ้วมือแล้ว ยังมีการพิจารณาลักษณะเส้นนูนที่เป็นเอกลักษณ์หรือที่เรียกว่า จุดตำหนิพิเศษ (Minutiae) โดยละเอียดทั้งลักษณะ จำนวน และตำแหน่งของจุดตำหนิบนลายนิ้วมือ ซึ่งในการพิจารณาคดีอาญาผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้เปรียบเทียบจุดตำหนิของลายนิ้วมือกับลายพิมพ์นิ้วมือแบบจุดต่อจุด

2. รูปแบบลายนิ้วมือไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต รูปแบบเส้นนูนที่ฝ่ามือและฝ่าเท้าเกิดขึ้นตั้งแต่ยังเป็นทารกในครรภ์และยังปรากฏอยู่จนหลังเสียชีวิต ลายนิ้วมือจะยังคงอยู่เหมือนเดิมถ้าไม่ถูกทำลายไป โดยการบาดเจ็บที่รุนแรงความเจ็บป่วย หรือการที่ลายนิ้วมือสึกหรอจากการทำงาน ลายนิ้วมือที่ได้รับบาดแผลไม่รุนแรงจะปรากฏลายนิ้วมือได้เหมือนเดิม แต่ถ้าการบาดเจ็บที่รุนแรง เช่นบาดแผลลึก บาดแผลไฟไหม้จนทำลายผิวหนังจะเป็นการทำลายลายนิ้วมืออย่างถาวรแต่ผิวหนังส่วนนั้นนจะกลายเป็นเอกลักษณ์ถาวรของบุคคลด้วยซึ่งจะสามารถนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้

3. ลายนิ้วมือมีรูปแบบเส้นนูนโดยทั่วไปที่สามารถทำการจำแนกหมวดหมู่อย่างเป็นระบบได้แก่ แบบเส้นโค้ง แบบมัดหวาย แบบก้นหอย และแบบซับซ้อน

องค์ประกอบของลายนิ้วมือ

1. เหงื่อ เหงื่อถูกจัดว่าเป็นสารน้ำชนิด Hypotonic solution ซึ่งเหงื่อจะประกอบไปด้วย น้ำร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือจะเป็นสารจำพวกแร่ธาตุ เช่น โซเดียมคลอไรด์ ยูเรีย น้ำตาล กรดอะมิโนบางชนิด

- น้ำ เหงื่อส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำซึ่งจะระเหยไปอย่างรวดเร็วหลังจากที่ทิ้งลายนิ้วมือไว้

- โซเดียมคลอไรด์ เนื่องจากเป็นสารที่ละลายน้ำได้ง่าย เมื่อเหงื่อแห้งโซเดียมคลอไรด์จะทิ้งคราบหรือรอยที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยการใช้สารเคมีหรือให้ความร้อน เพื่อทำให้รอยปรากฏขึ้น เช่นการใช้ซิลเวอร์ไนเตรตซึ่งทำปฏิกิริยากับโซเดียมคลอไรด์

- กรดไขมัน เป็นสารที่มีความเหนียวและยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี โดยกรดไขมันเหล่านี้มาจากต่อมเหงื่อจากผิวหนัง สามารถทิ้งคราบได้เป็นเวลานาน เนื่องจากไม่ระเหยได้ง่าย สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยวิธีการปัดผงฝุ่นหรือการใช้ไซยาโนอะคริเลต เป็นต้น

- ยูเรีย เป็นสารที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขับของเสียของร่างกาย ซึ่งสามารถขับออกมาผ่านทางเหงื่อและปัสสาวะ เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี เมื่อสัมผัสกับพื้นผิวจะทิ้งรอยไว้ วิธีที่

สามารถทำให้ปรากฏลายนิ้วมือที่ได้ชัดเจนขึ้น เช่น การใช้สารเคมีเรืองแสงเพื่อให้ลายนิ้วมือปรากฏภายใต้แสงยูวี หรือแสงที่มี ความยาวคลื่นเฉพาะ

- กรดแลกติก เป็นสารที่เกิดจากการเผาผลาญของร่างกาย เป็นผลิตภัณฑ์ของการเผาผลาญกลูโคสในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic conditions) เป็นกรดอ่อนที่สามารถละลายน้ำได้ดี สามารถทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่เหมาะสมและปรากฏลายนิ้วมือที่ชัดเจนขึ้นได้

2. ไขมันและน้ำมันบนผิวหนัง ถูกขับออกมาจากต่อมไขมันในผิวหนัง ประกอบด้วยสารต่างๆ เช่น กรดไขมัน โคเลสเตอรอล และกลีเซอรอล

3. กรดอะมิโน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีน ถูกขับออกมาจากร่างกายผ่านต่อมเหงื่อและน้ำมันบนผิวหนังสามารถใช้สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือใช้สีย้อมเพื่อให้ปรากฏลายนิ้วมือที่ชัดเจนขึ้น

รูปแบบของลายนิ้วมือ

1. แบบเส้นโค้ง (Arch) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อย ดังนี้

1.1 แบบโค้งราบ (Plain Arch) ตัวเส้นลายนิ้วมือจะวิ่งหรือไหลออกไปข้างหนึ่งโดยจะไม่เกิดมุมแหลม หรือพุ่งขึ้นตรงกลาง

ภาพที่ 3 ลายเส้นแบบโค้งราบ (Plain Arch)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, from https://fingerprintguide.weebly.com/ types-of-fingerprints.html

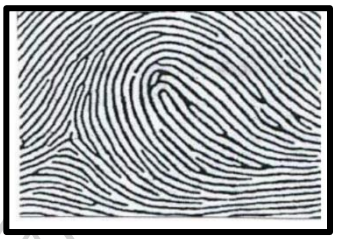
1.2 แบบโค้งกระโจม (Tented Arch) ตัวเส้นลายนิ้วมือตรงกลางจะมีลักษณะเป็นเส้นพุ่งขึ้นจากแนวนอนเป็นมุมแหลมหรือมุมฉาก

ภาพที่ 4 ลายเส้นแบบโค้งกระโจม (Tented Arch)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, fromhttps://fingerprintguide.weebly.com/ types-of-fingerprints.html

2. แบบมัดหวาย (Loop) ลายนิ้วมือแบบมัดหวาย เป็นรูปแบบลายนิ้วมือที่พบมากที่สุดในทุกเชื้อชาติ คือ ประมาณ 65% ของลายนิ้วมือทั้งหมด แบ่งออกเป็น 3 ชนิดย่อย ดังนี้

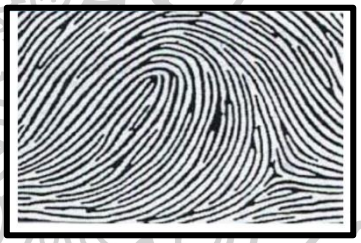
2.1 แบบมัดหวายปัดขวา (Right Loop) ลายนิ้วมือจะมีจุดสันดอนเพียงจุดเดียว และมีเส้นวกหลักที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้น โดยมีทิศทางไปทางขวา



ภาพที่ 5 ลายเส้นแบบมัดหวายปัดขวา (Right Loop)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, from https://fingerprintguide. weebly.com/ types-of-fingerprints.html

2.2 แบบมัดหวายปัดซ้าย (Left Loop) ลายนิ้วมือจะมีจุดสันดอนเพียงจุดเดียว และมี เส้นวกหลักที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้น โดยมีทิศทางไปทางซ้าย



ภาพที่ 6 ลายเส้นแบบมัดหวายปัดซ้าย (Left Loop)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, from https://fingerprintguide. weebly.com/ types-of-fingerprints.html

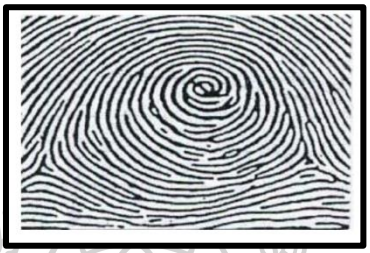
2.3 แบบมัดหวายคู่ (Twin Loop หรือ Double Loop) ลายนิ้วมือจะมีลักษณะคล้ายกับลายนิ้วมือแบบมัดหวายทั้งสองชนิดที่ได้กล่าวมาในข้างต้น แต่จะมากอดกันจน ทำให้เกิดสันดอน 2 จุด โดยมัดหวายแต่ละอันไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากัน

ภาพที่ 7 ลายเส้นแบบมัดหวายคู่ (Twin Loop หรือ Double Loop)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, from https://fingerprintguide. weebly.com/ types-of-fingerprints.html

3. แบบก้นหอย (Whorl) ลายนิ้วมือแบบก้นหอย สามารถพบได้ประมาณร้อยละ 30 จากลายนิ้วมือทั้งหมด ซึ่ง สามารถสังเกตได้โดยจะมีเส้นลายนิ้วมืออย่างน้อย 1 เส้น ที่เป็นเส้นเวียนรอบเป็นวง คล้ายกับก้นหอย แบ่งได้เป็น 3 ชนิดย่อย คือ

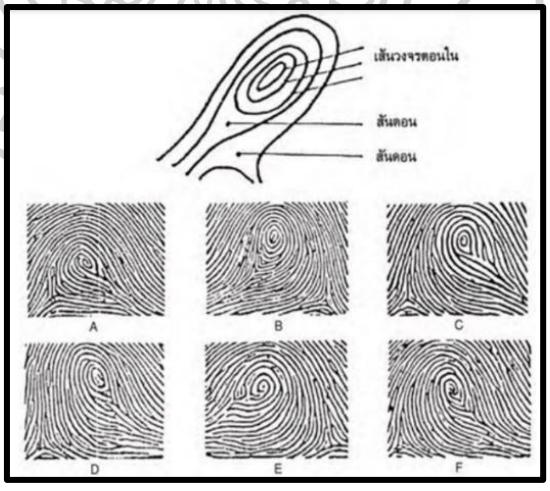
3.1 แบบก้นหอยธรรมดา (Plain Whorl) เป็นรูปแบบเส้นลายนิ้วมือที่มีการไหลของเส้น เวียนรอบเป็นวงจร อาจวนคล้ายนาฬิกา หรือวงกลม



ภาพที่ 8 ลายเส้นแบบก้นหอยธรรมดา (Plain Whorl)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, from https://fingerprintguide. weebly.com/ types-of-fingerprints.html

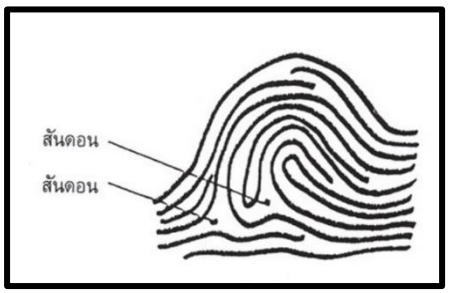
3.2 แบบก้นหอยกระเป๋ากลาง (Central Pocket) เป็นรูปแบบเส้นลายนิ้วมือที่มีการไหลของเส้นคล้ายแบบก้นหอยธรรมดา ต่างกันตรงที่หากลากเส้นสมมติเชื่อมระหว่าง สันดอนทั้งสองจุดจะพบว่าไม่สัมผัสเส้นวงจรที่อยู่ด้านในของวง หรือมีส่วนปัดของวง อยู่ในแนวตรงกลางนิ้วมือ



ภาพที่ 9 ลายเส้นแบบก้นหอยกระเป๋ากลาง (Central Pocket)

ที่มา (Nikha Bhardwaj, 2015)

3.3 แบบก้นหอยกระเป๋าข้าง (lateral Pocket) เป็นรูปแบบเส้นลายนิ้วมือที่มีการไหลคล้ายแบบก้นหอยธรรมดา แต่มีส่วนปัดของวงหันไปทางด้านซ้ายหรือด้านขวาของนิ้วมือ



ภาพที่ 10 ลายเส้นแบบก้นหอยกระเป๋าข้าง (lateral Pocket)

ที่มา: ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลายนิ้วมือ. เข้าถึงเมื่อ 12 ตุลาคม 2567. เข้าถึงได้จาก https://il.mahidol.ac.th/ th/wp-content/uploads/2020

4. แบบซับซ้อน (Accidental Whorl) ลายนิ้วมือแบบซับซ้อน เป็นลายนิ้วมือที่มีรูปแบบลักษณะพิเศษ ที่ไม่ใช่ลายนิ้วมือทั้ง 3 แบบที่กล่าวมา หรืออาจจะเป็นลายนิ้วมือ 2 แบบ มารวมกัน หรืออาจเป็น 3 แบบ มารวมกัน ซึ่งลักษณะโดยทั่วไปจะมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน

ภาพที่ 11 ลายเส้นแบบซับซ้อน (Accidental Whorl)

ที่มา: Fingerprint Guide. Retrieved October 15,2024, from https://fingerprintguide. weebly.com/ types-of-fingerprints.html

ลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของลายนิ้วมือ

ในลายนิ้วมือจะประกอบไปด้วยจุดสำคัญบนเส้นลายนิ้วมือมากมายและลายนิ้วมือแต่ละนิ้วที่มาจากต่างบุคคลหรือมาจากต่างนิ้วมือก็จะมีจุดสำคัญบนเส้นลายนิ้วมือที่แตกต่างกันไป โดยเอกลักษณ์หรือความแตกต่างจะพิจารณาจากจุดสำคัญบนเส้น ลายนิ้วมือเป็นสำคัญ ได้แก่

1. Ridge ending (Termination) เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมือสิ้นสุดโดยทันทีทันใด

2. Bifurcation เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมือเดินทางมาจาก 1 เส้น แล้วแตกแยกออกเป็น 2 เส้นหรือมากกว่า 2 เส้น

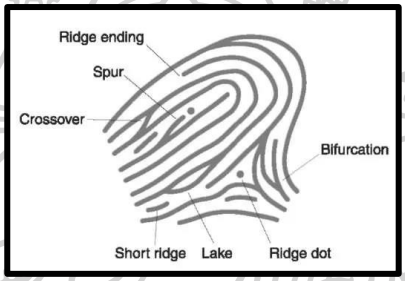
3. Enclosure (Lake) เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมือเดินทางมาจาก 1 เส้น แล้วแยกออกและมารวมกันอีกครั้งจนเกิดเป็นพื้นที่ปิด

4. Independent ridge เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมืออยู่อย่างอิสระไม่เชื่อมต่อกับเส้นอื่น มีลักษณะค่อนข้างสั้นแต่ไม่สั้นจนถือว่าเป็น Ridge dot

5. Ridge dot (Point or island) เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมือสั้นมากจนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าเป็นจุด

6. Spur เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมือ 1 เส้น มีเส้นลายนิ้วมืออีกเส้นแยกออกมาเพียงเล็กน้อย คล้ายกับลักษณะเดือยไก่

7. Crossover เป็นลักษณะที่เส้นลายนิ้วมือ 2 เส้นซึ่งวิ่งมาคู่กันมีเส้นลายนิ้วมือเล็กๆ แยกออกมาเชื่อมทั้งสองเส้นเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 12 ลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของรอยลายนิ้วมือ

ที่มา: (Mohammad Alsawwaf,2020)

วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ

วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับประเภทของพื้นผิววัสดุ และวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบ วิธีการหลักๆ จะยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. วิธีปัดผงฝุ่น (Powder Dusting) เป็นวิธีที่ใช้สำหรับตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงโดยอาศัยการใช้ผงฝุ่นที่สามารถสร้างความแตกต่างของสีระหว่างรอยลายนิ้วมือแฝงกับพื้นผิววัตถุ ผงฝุ่นจะเกาะติดกับความชื้นและไขมันที่ขับออกมาทางนิ้วมือ วิธีนี้เหมาะสำหรับวัตถุพื้นผิวเรียบ มันวาว ไม่ดูดซึมน้ำและไม่เปียก เช่น แก้ว โลหะและพลาสติก ผงฝุ่นแต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงและชนิดของพื้นผิว

ขั้นตอนการปัดผงฝุ่น

1) จุ่มแปรงลงในผงฝุ่นเล็กน้อย

2) ปัดเบาๆ ให้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง โดยปัดเป็นลักษณะวงกลม

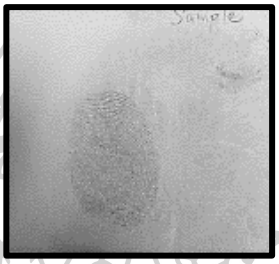
3) เมื่อเห็นรอยลายนิ้วมือแฝงชัดเจนให้ปัดตามทิศทางของลายเส้น

4) ใช้เทปใสติดรอยลายนิ้วมือขึ้นมาอย่างระมัดระวัง แล้วนำมาติดลงบนกระดาษสำหรับติดรอยลายนิ้วมือที่เตรียมไว้

ข้อควรระวัง

1) ห้ามสัมผัสหรือกระทำสิ่งใดที่อาจทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงสูญหายหรือเกิดรอยใหม่

2) หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับความร้อน ความชื้น หรือฝุ่นละอองที่อาจทำให้ไม่สามารถปัดผงฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 13 รอยลายนิ้วมือจากวิธีปัดผงฝุ่น

2. วิธีใช้สารเคมี (Chemical Techniques) วิธีนี้จะใช้สารเคมีเพื่อให้สามารถมองเห็นรอยลายนิ้วมือที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การเลือกใช้สารเคมีขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวและลักษณะรอยลายนิ้วมือที่ต้องการตรวจสอบ

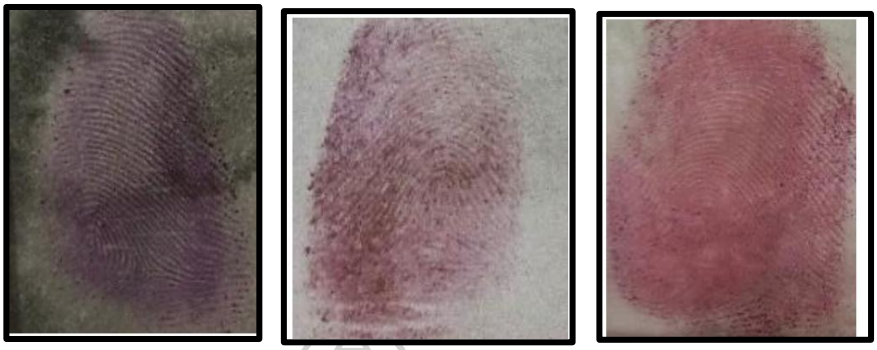
2.1 การใช้ไซยาโนอะคริเลต เหมาะสำหรับพื้นผิวเรียบและไม่ดูดซึม เช่น แก้ว พลาสติก และโลหะ จะทำการรมไอระเหยของสารไซยาโนอะคริเลตให้กระจายไปทั่วพื้นผิวของวัสดุที่มีรอยลายนิ้วมือ ซึ่งไอระเหยจะทำปฏิกิริยากับน้ำมันและเหงื่อในรอยลายนิ้วมือ ทำให้ปรากฏการตกตะกอน สีขาวบนรอยลายนิ้วมือ

ภาพที่ 14 รอยลายนิ้วมือจากการใช้ไซยาโนอะคริเลต

ที่มา: (ปรารถนา พานทอง, 2563)

2.2 การใช้นินไฮดรินเหมาะสำหรับพื้นผิวที่เป็นกระดาษและวัสดุที่ดูดซึมน้ำ จะทำการผสมนินไฮดรินกับตัวทำละลายในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นนำไปทาหรือพ่นบนพื้นผิว

วัสดุที่มีรอยลายนิ้วมือให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 80 – 100 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งปฏิกิริยา เมื่อสารละลายนินไฮดรินทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในเหงื่อ จะปรากฏรอยลายนิ้วมือเป็นสีม่วง



ภาพที่ 15 รอยลายนิ้วมือจากการใช้นินไฮดริน

ที่มา: (พชรพร ศรีสุวรรณ, 2561)

2.3 การใช้ซิลเวอร์ไนเตรต เหมาะสำหรับพื้นผิวที่เป็นกระดาษและวัสดุที่ดูดซึมน้ำ จะทำการผสมซิลเวอร์ไนเตรตกับน้ำกลั่นในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นนำไปทาหรือพ่นบนพื้นผิววัสดุที่มีรอยลายนิ้วมือ ฉายแสงยูวีหรือแสงแดดเพื่อเร่งปฏิกิริยา เมื่อสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตทำปฏิกิริยากับคลอไรด์ในเหงื่อจะปรากฏรอยลายนิ้วมือเป็นสีดำ

2.4 การใช้ Iodine Fuming เหมาะสำหรับพื้นผิวที่เป็นกระดาษและวัสดุที่ดูดซึมน้ำ จะทำการรมผลึกไอโอดีน ให้กระจายไปทั่วพื้นผิวของวัสดุที่มีรอยลายนิ้วมือ จะปรากฏรอยลายนิ้วมือเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาล เนื่องจากรอยลายนิ้วมือที่เกิดจากการรมไอโอดีนจะจางหายอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรบันทึกผลทันที

ภาพที่ 16 ลายนิ้วมือจากการใช้ Iodine Fuming

ที่มา: (นันทกาล ตาลจินดา, 2556)

3. วิธีใช้แสง (Lighting Techniques) วิธีนี้อาศัยการใช้แสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะเพื่อทำให้รอยลายนิ้วมือสะท้อนหรือดูดซับแสง และใช้กล้องหรืออุปกรณ์พิเศษในการมองเห็นรอยลายนิ้วมือ สามารถแบ่งตามประเภทของแสงที่ใช้

3.1 การใช้แสงยูวี (Ultraviolet Light) เหมาะสำหรับพื้นผิวที่หลากหลาย เช่น แก้ว พลาสติก กระดาษ และพื้นผิวที่ไม่ดูดซึม โดยเหงื่อและน้ำมันจะดูดซับแสงยูวีและสะท้อนออกมาเป็นแสงที่สามารถมองเห็นได้

ภาพที่ 17 รอยลายนิ้วมือจากการใช้แสงยูวี (Ultraviolet Light)

ที่มา: (N Phungyimnoi, 2017)

3.2 การใช้แสงเลเซอร์ (Laser Light) เหมาะสำหรับพื้นผิวเรียบและมัน เช่น แก้ว โลหะ และพลาสติก ซึ่งลายนิ้วมือที่มีน้ำมันและเหงื่อจะสะท้อนแสงเลเซอร์ออกมาในลักษณะที่สามารถมองเห็นได้

3.3 การใช้แสงแบบฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Light) เหมาะสำหรับพื้นผิวหลากหลาย เช่น กระดาษ ผ้า และพื้นผิวที่มีรูพรุน โดยการทาสีย้อมฟลูออเรสเซนต์ (เช่น Rhodamine 6G, Basic Yellow 40) บนพื้นผิวที่ต้องการตรวจสอบ ส่องแสงฟลูออเรสเซนต์ไปที่พื้นผิว รอยลายนิ้วมือที่ย้อมด้วยสีฟลูออเรสเซนต์จะเรืองแสงออกมา

3.4 การใช้แสงอินฟาเรด (Infrared Light) เหมาะสำหรับพื้นผิวหลากหลาย เช่น กระดาษ ผ้า และพื้นผิวที่มีรูพรุน โดยส่องแสงอินฟาเรดไปที่พื้นผิวรอยลายนิ้วมือที่มีน้ำมันและเหงื่อจะสะท้อนแสงอินฟาเรดออกมาในลักษณะที่สามารถมองเห็นได้

เทคโนโลยีและเครื่องมือในการวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือแฝง

ในปัจจุบันการวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือแฝงต้องอาศัยเทคโนโลยีและเครื่องมือที่มีความทันสมัยเพื่อเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในกระบวนการสืบสวนอาชญากรรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ระบบ AFIS (Automated Fingerprint Identification System) เป็นกระบวนการที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการเก็บรวบรวมและเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่พบในสถานที่เกิดเหตุกับฐานข้อมูลรอยลายนิ้วมือของบุคคลที่มีอยู่ ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ถูก

ถ่ายภาพจะถูกสแกนเข้าสู่ระบบ AFIS โดยใช้เครื่องสแกนรอยลายนิ้วมือ จากนั้นจะแปลงภาพรอยลายนิ้วมือเป็นข้อมูลดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดของรอยลายนิ้วมือ ระบบจะทำการประเมินผลโดยให้คะแนนการจับคู่ของรอยลายนิ้วมือแต่ละคู่และแสดงผลลัพธ์ที่มีความเป็นไปได้สูงสุดในการเป็นคู่ที่ตรงกัน ข้อดีของระบบ AFIS คือ มีความแม่นยำสูง มีความรวดเร็ว และสามารถจัดเก็บข้อมูลรอยลายนิ้วมือจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เครื่องสแกนรอยลายนิ้วมือ (Fingerprint Scanners) ใช้ในการสแกนและเก็บรอยลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัยหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง สามารถสแกนรอยลายนิ้วมือได้ทั้งจากนิ้วมือโดยตรงและจากวัสดุที่มีรอยลายนิ้วมือแฝง เครื่องสแกนลายนิ้วมือมีหลากหลายประเภท เช่น เครื่องสแกนแบบออปติคอล (Optical Scanner) แบบเซนเซอร์ความดัน (Capacitive Sensor) และแบบเซนเซอร์เสียง (Ultrasonic Sensor)

3. กล้องถ่ายภาพความละเอียดสูง (High – Resolution Cameras) ใช้ในการถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่พบในสถานที่เกิดเหตุได้อย่างชัดเจน ในสภาวะแสงน้อยหรือใช้แสงเฉพาะเพื่อเพิ่มความคมชัดของรอยลายนิ้วมือ ช่วยในการเก็บหลักฐานที่มีรายละเอียดสูงเพื่อการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

4. อุปกรณ์ส่องแสงและแว่นขยาย (Light Sources and Manifiers) ใช้ในการตรวจสอบและทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าปรากฏชัดเจนขึ้น เช่น อุปกรณ์ที่ให้แสงเฉพาะ หรือแว่นขยายที่มีความสามารถในการขยายรอยลายนิ้วมือเพื่อให้เห็นลายละเอียดชัดเจนขึ้น

ข้อจำกัดในการวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือแฝง

1. คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง

1.1 ความสมบูรณ์ของรอยลายนิ้วมือ ในบางกรณีรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บรวบรวมได้อาจไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการเสียดสี การปนเปื้อน หรือการสัมผัส

1.2 การเปลี่ยนแปลงของรอยลายนิ้วมือ รอยลายนิ้วมืออาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการบาดเจ็บ การเผาไหม้ หรือการผ่าตัด

2. พื้นผิวและสภาพแวดล้อม

2.1 พื้นผิวที่ไม่เหมาะสม รอยลายนิ้วมือแฝงอาจไม่สามารถติดบนพื้นผิวที่หยาบเปียกชื้นหรือมัน ทำให้การเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุเหล่านี้ทำได้ยากมากขึ้น

2.2 สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เช่น ความร้อน ความชื้น หรือการเปรอะเปื้อน สามารถทำลายรอยลายนิ้วมือแฝงให้เสียหายหรือจางหายไปได้

3. เทคนิคและเครื่องมือ เทคนิคการเก็บลายนิ้วมือบางอย่างอาจไม่สามารถเก็บรอยลายนิ้วมือได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นผิวบางประเภท และการวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือยังคงต้องการเทคโนโลยีที่ทันสมัยและการพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดข้อผิดพลาดต่อไป

4. ความเชี่ยวชาญของผู้วิเคราะห์ การวิเคราะห์รอยลายนิ้วมือแฝงยังต้องการความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ของผู้วิเคราะห์ และมีมาตรฐานและแนวทางที่เคร่งครัด เพื่อผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้

ดังนั้น แม้ว่ารอยลายนิ้วมือแฝงจะเป็นหลักฐานที่มีความสำคัญและน่าเชื่อถือในงานนิติวิทยาศาสตร์ แต่การใช้ลายนิ้วมือมาเป็นหลักฐานในกระบวนการยุติธรรมยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์รอยลายนิ้วมืออย่างสม่ำเสมอ

กระดาษเทอร์มอล

กระดาษเทอร์มอล (Thermal Paper) เป็นกระดาษชนิดพิเศษที่มีการเคลือบสารเคมีที่ไวต่อความร้อน เมื่อกระดาษได้รับความร้อน สารเคมีบนกระดาษจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ที่ทำให้ปรากฏภาพหรือตัวอักษรขึ้น การพิมพ์มักใช้ในเครื่องพิมพ์ความร้อนซึ่งไม่ต้องใช้หมึกหรือผงหมึก

ภาพที่ 18 กระดาษเทอร์มอลและเครื่องพิมพ์

ที่มา: (สมาคมการพิมพ์ไทย, 2022)

1. โครงสร้างของกระดาษเทอร์มอล

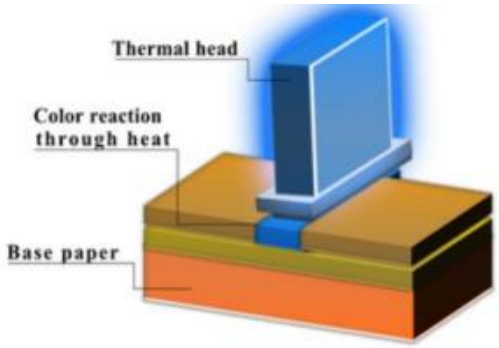
1.1 ชั้นกระดาษฐาน (Base paper) เป็นชั้นพื้นฐานที่ให้ความแข็งแรงและความทนทานกับกระดาษ

1.2 ชั้นเทอร์มอล (Thermal layer) เป็นชั้นที่เคลือบอยู่บนกระดาษฐาน ประกอบด้วยสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสีปรากฏเป็นภาพหรือข้อความ ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยากับ leuco dye มีคุณสมบัติเป็นสารเคมีที่ไม่มีสี แต่เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นสีเข้ม

1.3 ชั้นเคลือบผิวด้านล่าง (Precoat layer) เป็นชั้นที่ช่วยปรับพื้นผิวกระดาษให้เรียบมากขึ้นทำให้การเคลือบผิวในชั้นเทอร์มอลมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลต่อคุณภาพการ

พิมพ์ที่ดี ชั้นผิวนี้ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการดูดซับสารได้ดี ซึ่งจะช่วยดูดซับสารส่วนเกินที่ละลายออกมาจากชั้นเทอร์มอลไม่ให้เลอะที่หัวส่งผ่านความร้อน

BPA (Bisphenol A) เป็นสารเคมีที่ใช้ในการเคลือบกระดาษเทอร์มอลเพื่อทำให้กระดาษสามารถแสดงรายละเอียดเมื่อได้ความร้อน ช่วยให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีดำหรือสีที่เข้มขึ้น จึงทำให้เกิดข้อความหรือภาพโดยไม่ต้องใช้หมึกพิมพ์ แต่ BPA เป็นสารที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนั้นจึงนิยมใช้ BPS (Bisphenol S) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้าย BPA แทน



ภาพที่ 19 ขั้นตอนการเกิดภาพพิมพ์บนกระดาษความร้อน

ที่มา: (Sookphanich, 2018)

2. การใช้งานของกระดาษเทอร์มอล

2.1 ใบเสร็จรับเงิน ใช้ในเครื่องพิมพ์ใบเสร็จที่ร้านค้าและร้านอาหาร

2.2 ตั๋วและบัตรต่างๆ เช่น ตั๋วรถไฟ หรือเครื่องบิน

2.3 เครื่องพิมพ์เอทีเอ็ม ใช้พิมพ์ใบเสร็จ ฝาก-ถอน จากตู้เอทีเอ็ม

3. ข้อดีของการใช้กระดาษเทอร์มอล

3.1 ความไวต่อความร้อน (Thermal Sensitivity) กระดาษเทอร์มอลสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อสัมผัสความร้อน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด จึงไม่จำเป็นต้องใช้หมึกหรือผงหมึก ลดความยุ่งยากในการเติมหมึกหรือเปลี่ยนผงหมึก และสามารถพิมพ์ได้อย่างรวดเร็ว

3.2 ความคมชัดในการพิมพ์ (Print Quality) เนื่องจากหัวพิมพ์ความร้อนที่ใช้สำหรับกระดาษเทอร์มอลสามารถควบคุมอุณหภูมิและความดันได้อย่างแม่นยำ มีความละเอียดสูง และกระดาษเทอร์มอลจะมีการเคลือบสารเคมีซึ่งมีความหนาที่เหมาะสม ทำให้สามารถสร้างจุดภาพที่มีขนาดเล็กและละเอียด ไม่มีจุดสีที่สีไม่ชัดเจนหรือขาดหาย จึงทำให้ภาพและตัวอักษรที่พิมพ์ออกมามีความคมชัด

3.3 ความทนทานต่อการเสียดสี (Abrasion Resistance) การทนทานต่อการเสียดสีของกระดาษเทอร์มอลถือว่ามีความสำคัญ เนื่องจากการใช้งานที่มักจะต้องมีการขีดข่วนและเสียดสีในระหว่างการพิมพ์ การจัดเก็บ หรือการใช้งานจริง

3.4 ความหนาและความยืดหยุ่น (Thickness and Flexibility) ความหนาที่เหมาะสมของกระดาษเทอร์มอลช่วยให้การพิมพ์มีความคมชัดและสม่ำเสมอมากขึ้น เนื่องจากกระดาษมีการกระจายความร้อนได้ดี มีความทนทานและไม่ฉีกขาดง่าย นอกจากนี้ยังช่วยให้กระดาษผ่านเครื่องพิมพ์ได้อย่างราบรื่นไม่เกิดปัญหาในขณะพิมพ์

3.5 ความทนทานต่อการลอก (Coating Adhension) กระดาษเทอร์มอลมักถูกเคลือบด้วยสารเคมีหลายชั้น และสารเคมีเหล่านี้ถูกออกแบบมาให้ยึดติดกับกระดาษได้เป็นอย่างดี กระดาษเทอร์มอล บางยี่ห้ออาจมีการเคลือบด้วยชั้นป้องกันเพิ่มเติม จึงช่วยป้องกันการหลุดลอกเมื่อถูกใช้งานหรือจัดเก็บ

4. ข้อเสียของการใช้กระดาษเทอร์มอล

4.1 มีความไวต่อความร้อนและแสง สามารถทำให้ข้อความเสียหายหรือจางหายได้เมื่อเก็บในที่อุณหภูมิสูงหรือสัมผัสแสงแดด จึงควรเก็บกระดาษเทอร์มอลไว้ในที่แห้งและเย็นเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่ต้องการ

4.2 มีความไวต่อสารเคมีบางชนิด เช่น น้ำมัน หรือสารละลาย

4.3 เอกสารที่พิมพ์ด้วยกระดาษเทอร์มอลจะมีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่ากระดาษทั่วไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี พ.ศ.2560 พิมพ์ประไพ นิลสุวรรณ ได้ทำการศึกษาวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลโดยการให้ความร้อน ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยกระดาษเทอร์มอลประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ใบเสร็จจากร้านค้า ใบบันทึกเอทีเอ็ม ใบเสร็จบัตรเครดิต และกระดาษแฟกซ์ ผลการทดลองพบว่า รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏบนในบันทึกเอทีเอ็ม ใบเสร็จบัตรเครดิต และกระดาษแฟกซ์ ที่ถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ยังคงมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลางถึงดี ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการยืนยันตัวบุคลลได้ อย่างไรก็ตามรอยนิ้วมือที่ปรากฏบนใบเสร็จร้านค้าภายใต้เวลาเก็บรักษาเดียวกันกลับมีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปเปรียบเทียบหรือตรวจสอบเมื่อเวลาผ่านไป รอยลายนิ้วมือทั้งหมดมีแน้วโน้มที่จะเลือนรางลง แต่เมื่อตัวอย่างถูกให้ความร้อนซ้ำหลังการเก็บรักษานาน 30 วัน รอยลายนิ้วมือกลับปรากฏขึ้นใหม่ โดยมีคุณภาพใกล้เคียงกับรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏในครั้งแรก (Ninsuwan, 2018)

ในปี พ.ศ.2561 สมภัทร สุขพาณิชย์ ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือบนกระดาษเทอร์มอล ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ใช้

วิธีในการทดลอง 3 วิธี ได้แก่ วิธีไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน โดยที่ตัวอย่างลายนิ้วมือถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลา 1,7,15 และ 30 วัน ประเมินคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ พบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนกระดาษแฟกซ์ และใบบันทึกเอทีเอ็ม คือ วิธี 1,2- อินเดนไดโอน แต่วิธีไอโอดีนมีประสิทธิภาพที่ดีในการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนใบเสร็จร้านค้า เมื่อทดสอบกับตัวอย่างที่มีอายุ 30 วัน ผลปรากฏว่า สารเคมีทั้ง 3 ชนิดไม่สามารถทำให้เกิดรอยลายนิ้วมือที่มีคุณภาพเพียงพอที่จะใช้ยืนยันอัตลักษณ์บุคคลได้ (Sookphanich, 2018)

ในปี พ.ศ.2565 จุฑารักษ์ บุญเลิศ ได้ทำการศึกษาการตรวจเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 4 ประเภท ได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว, กระดาษคราฟท์, กระดาษเทอร์มอล และกระดาษลูกฟูก โดยใช้สารเคมีนินไฮดริน และ อินเดนไดโอน ตามด้วยนินไฮดริน ผลการวิจัยพบว่าการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดรินให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงดีที่สุดในกระดาษทุกประเภท โดยคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงได้รับคะแนนอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ ผลการทดสอบสมมติฐานแสดงให้เห็นว่า ประเภทของกระดาษและวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือมีผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (Boonlert, 2022)

ในปี พ.ศ.2566 ณัฐชนนท์ วสุธาสวัสดิ์ ได้ศึกษาการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษประเภทต่างๆ ที่เปื้อนเครื่องดื่มด้วยวิธี Oil Red O ได้แก่ โซดา เหล้าขาว น้ำมะนาว กาแฟนม และกาแฟดำ จากการศึกษาพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษต่างๆ จะมีสีแดง และสามารถมองเห็นได้ภายใต้แสงปกติ คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว กระดาษสำเนาในตัว และกระดาษเทอร์มอล มีคุณภาพระดับปานกลางถึงดีมาก นอกจากนี้พบว่าเครื่องดื่มประเภทต่างๆ ส่งผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่พบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีดังกล่าว เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและใช้งบประมาณน้อย (Vasutasawat, 2023)

ในปี ค.ศ.2014 John W. Bond ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีทางเคมีโดยใช้ Thermaninและวิธีให้ความร้อน เพื่อเพิ่มคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล พบว่าการใช้วิธีให้ความร้อนจะปรากฏรายละเอียดของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ดีกว่าวิธีทางเคมีในรอยลายนิ้วมือแฝงอายุไม่เกิน 4 สัปดาห์ และการใช้วิธีทางความร้อนไม่ได้ทำลายรายละเอียดของรอยลายนิ้วมือแฝง และสามารถปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงได้ภายในระยะเวลารวดเร็วน้อยกว่า 1 นาที เมื่อเทียบกับวิธีทางเคมีประมาณ 12 ชั่วโมง และเป็นวิธีที่ง่าย (Johnson, 2020)

ในปี ค.ศ.2015 John W. Bond ได้ทำการศึกษาการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล โดยใช้วิธีการให้ความร้อน โดยตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้มาจาก 4 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา จีน อังกฤษ และออสเตรเลีย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนด

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลของแต่ละประเทศ ผลการวิจัยพบว่า กระดาษเทอร์มอลจากสหรัฐอเมริกาและจีน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 กระดาษจะเปลี่ยนสีในบริเวณที่ปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝง และประเภทที่ 2 กระดาษจะเปลี่ยนสีในบริเวณที่ไม่ปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝง ในขณะที่กระดาษเทอร์มอลจากอังกฤษและออสเตรเลียจะพบเฉพาะประเภทที่ 1 เท่านั้น เมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝง พบว่า กระดาษเทอร์มอลจากสหรัฐอเมริกามีอุณหภูมิที่เหมาะสมระหว่าง 64 – 71°C จากจีนระหว่าง 75 – 95°C สูงกว่ากระดาษเทอร์มอลที่มาจากอังกฤษและออสเตรเลีย คือ 43 – 50 °C

ในปี ค.ศ.2019 Florine Hallez ได้ศึกษาการพัฒนาคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการทดสอบการใช้ความร้อนเพื่อเพิ่มความชัดเจน โดยในการทดลองมีการควบคุมอุณหภูมิในระดับที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 - 120 °C และระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนประมาณ 30 วินาที จนถึง 1 นาที จะสามารถพัฒนารอยลายนิ้วมือแฝงได้ดีที่สุด และปรากฏรายละเอียดที่ชัดเจน ครบถ้วนที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษเทอร์มอลจากตัวอย่างกระดาษ 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ และ ใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีให้ความร้อนบนกระดาษที่มีการเปื้อนเครื่องดื่ม 5 ชนิด คือ น้ำเปล่า โซดา น้ำอัดลม กาแฟนม และน้ำมะนาว โดยทำซ้ำตัวอย่างละ 5 ครั้ง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

อาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศหญิง อายุ 30 ปี น้ำหนัก 50 Kg โดยใช้ตัวอย่างจากนิ้วหัวแม่มือมีลักษณะผิวหนังลายนิ้วมือปกติและไม่แห้ง

ตัวอย่างและอุปกรณ์การทดลอง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างและอุปกรณ์การทดลอง

ลำดับ	ตัวอย่าง	รูปภาพประกอบ	แหล่งที่มา/รายละเอียด
1	กระดาษเทอร์มอลเปล่า		ห้างสรรพสินค้าแมคโครตรา Siam Makro Plc
2	กระดาษแฟกซ์		ห้างสรรพสินค้าแมคโคร
3	ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ		ร้านค้าเซเว่น อีเลฟเว่น
4	ใบบันทึกเอทีเอ็ม		ธนาคารกรุงเทพ
5	น้ำเปล่า		น้ำดื่มตราสิงห์ ขนาด 600 mL

ลำดับ	ตัวอย่าง	รูปภาพประกอบ	แหล่งที่มา/รายละเอียด
6	น้ำอัดลม		น้ำอัดลมตราแฟนต้า กลิ่นส้ม ขนาด 330 mL
7	โซดา		น้ำโซดาตราสิงห์ ขนาด 325 mL
8	กาแฟนม		กาแฟกระป๋องปรุงสำเร็จ ยี่ห้อเบอร์ดี้ โรบัสต้า ขนาด180 mL
9	น้ำมะนาว		น้ำมะนาวยี่ห้อ อสร. ขนาด 700 mL
10	เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง		ยี่ห้อ AND รุ่น GF-3002A
11	แท่นความร้อน		ยี่ห้อ Thermo SCIENTIFIC รุ่น HPS RT2
12	โทรศัพท์มือถือ		ยี่ห้อ Apple Iphone 12 ระบบกล้องคู่ ความละเอียด 12 MP
13	กระดาษแข็งเจาะช่องตรงกลาง		-
14	ถุงพลาสติกซิปล็อค ขนาด 6x9 นิ้ว		ห้างสรรพสินค้าแมคโคร

ลำดับ	ตัวอย่าง	รูปภาพประกอบ	แหล่งที่มา/รายละเอียด
15	เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (Polilight)		Safariland Polilight PL500 Watt Forensic Light UV/Visible Range

การเตรียมตัวอย่างและวิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 นำกระดาษเทอร์มอลม้วนเปล่าตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม ขนาดประมาณ 5 x 5 cm จำนวน 45 แผ่น

1.2 เตรียมตัวอย่างกระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ และ ใบบันทึกเอทีเอ็ม อย่างละ 25 แผ่น

2. วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม

1) กำหนดให้อาสาสมัครไม่ล้างมือก่อนเข้าร่วมการทดลองและสวมถุงมือไว้ เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นถอดถุงมือออก แล้วประทับนิ้วมือลงบนกระดาษเทอร์มอลม้วนเปล่าที่เตรียมไว้ โดยใช้ แรงกดประทับประมาณ 500 – 800 g, 800 – 1,000 g และ 1,000 – 1,500 g ตามลำดับ อย่างละ 5 ซ้ำ เวลาในการกดประทับ 10 วินาที และใช้รอยลายนิ้วมือ 1 นิ้วต่อกระดาษ 1 แผ่น (ใช้เฉพาะนิ้วโป้งเท่านั้น) บันทึกภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏใต้แสงยูวี และนำไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจรอยลายนิ้วมือแฝง

2) นำกระดาษเทอร์มอลที่ประทับรอยลายนิ้วมือด้วยแรงกดประทับที่ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงสูงสุดมาให้ความร้อนบนแท่นความร้อน ที่อุณหภูมิ 60, 100 และ 200 °C เป็นเวลา 1 นาที บันทึกภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏใต้แสงยูวี และนำไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจ รอยลายนิ้วมือแฝง

3) นำกระดาษเทอร์มอลที่ประทับรอยลายนิ้วมือด้วยแรงกดประทับและให้ความร้อนในอุณหภูมิที่ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงสูงสุด มาทำการทดลองหาระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นความร้อนที่ 0.5, 1 และ 2 cm บันทึกภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏใต้แสงยูวี และนำไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจลายนิ้วมือแฝง

การทดลองที่ 2 การศึกษารอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างกระดาษที่เปื้อนเครื่องดื่ม

1) กำหนดให้อาสาสมัครไม่ล้างมือก่อนเข้าร่วมการทดลองและสวมถุงมือไว้ เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นถอดถุงมือออก แล้วประทับนิ้วมือลงบนตัวอย่างกระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จจากร้านสะดวกซื้อ และใบบันทึกเอทีเอ็มอย่างละ 25 แผ่น โดยใช้แรงกดประทับประมาณ 800 – 1,000 g เวลาในการกดประทับ 10 วินาที และใช้รอยลายนิ้วมือ 1 นิ้วต่อกระดาษ 1 แผ่น (ใช้เฉพาะนิ้วโป้งเท่านั้น)

2) นำกระดาษที่มีรอยลายนิ้วมือแฝง จุ่มลงในเครื่องดื่มที่ใช้ในการทดสอบ (น้ำเปล่า, น้ำอัดลม, โซดา, กาแฟนม และน้ำมะนาว) เป็นเวลา 1 นาที อย่างละ 5 แผ่น แล้วนำไปผึ่งไว้ให้แห้ง

3) นำตัวอย่างไปให้ความร้อนที่แท่นความร้อนอุณหภูมิ 100 ^{o}C และระยะห่างระหว่างกระดาษกับแท่นความร้อน 0.5 cm

4) บันทึกภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏใต้แสงยูวี และนำไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง

ภาพที่ 20 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การให้คะแนนคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ประยุกต์ตามงานวิจัย การเก็บรอยนิ้วมือแฝงบนกระดาษและลอตเตอรี่ด้วยเทคนิคนินไฮดริน (Seesuvan, 2023) แบ่งได้จำนวน 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 0 ไม่พบลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝง

ระดับคะแนน 1 พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่เลอะเลือน ไม่สามารถระบุลักษณะได้อย่างชัดเจนและไม่เพียงพอต่อการใช้ยืนยันตัวบุคคล

ระดับคะแนน 2 พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีลายเส้นบางส่วน แต่ไม่ชัดเจนและมีจุดลักษณะสำคัญน้อยกว่า 10 จุด ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้ยืนยันตัวบุคคล

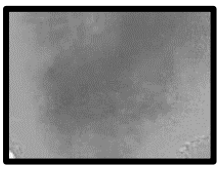
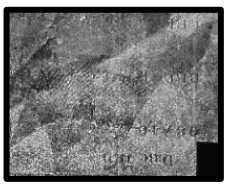
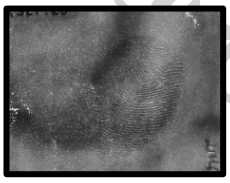
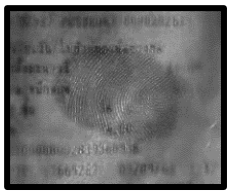
ระดับคะแนน 3 พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีเส้นชัดเจนในบางส่วน มีคุณภาพปานกลางและมีจุดลักษณะสำคัญอยู่ระหว่าง 10 – 12 จุด ซึ่งเพียงพอสำหรับยืนยันตัวบุคคล

ระดับคะแนน 4 พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่ชัดเจนและสมบูรณ์ มีคุณภาพดีมาก มีจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากกว่า 12 จุด ซึ่งเพียงพอต่อการยืนยันตัวบุคคล โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามตารางที่ 2

ให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝง กลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝง ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 2 ระดับการให้คะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง

ภาพประกอบ	รายละเอียด	คะแนน
	ไม่พบลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝง	0 – 0.9
	พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่เลอะเลือน ไม่สามารถระบุลักษณะได้อย่างชัดเจนและไม่เพียงพอต่อการใช้ยืนยันตัวบุคคล	1.0 – 1.9
	พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีลายเส้นบางส่วน แต่ไม่ชัดเจนและมีจุดลักษณะสำคัญน้อยกว่า 10 จุด ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้ยืนยันตัวบุคคล	2.0 – 2.9
	พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีเส้นชัดเจนในบางส่วน มีคุณภาพปานกลาง และมีจุดลักษณะสำคัญอยู่ระหว่าง 10 – 12 จุด ซึ่งเพียงพอสำหรับยืนยันตัวบุคคล	3.0 – 3.9
	พบรอยลายนิ้วมือแฝงที่ชัดเจนและสมบูรณ์ มีคุณภาพดีมาก มีจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากกว่า 12 จุด	4.0

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างกระดาษเทอร์มอล ประกอบด้วย กระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ และใบบันทึกเอทีเอ็ม ซึ่งเปื้อนด้วยเครื่องดื่ม ประกอบด้วย น้ำเปล่า น้ำอัดลม โซดา กาแฟนม และน้ำมะนาว ในส่วนแรกจะทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม เพื่อทำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ศึกษาในการทดลองถัดไป ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม

เมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทดลอง โดยทำการศึกษาแรงกดประทับลายนิ้วมือ อุณหภูมิของแท่นความร้อน และระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นความร้อน โดยให้อาสาสมัครประทับรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษตัวอย่าง ผลปรากฏว่า

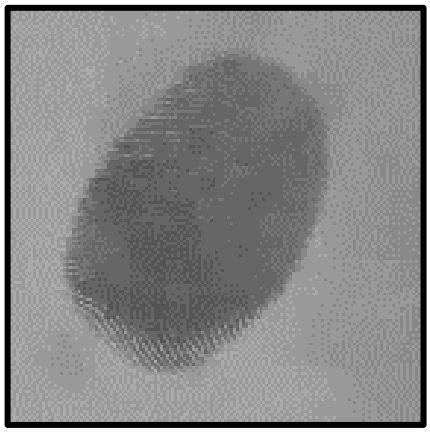
เมื่อใช้แรงกดประทับ 800 – 1,000 g ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด แต่แรงกดประทับที่มากกว่า 1,000 g ทำให้รอยลายนิ้วมือมีลักษณะเป็นปื้น จึงทำให้รอยลายนิ้วมือที่ได้ไม่ชัดเจน

เมื่อให้อุณหภูมิของแท่นความร้อน 100 °C จะให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดแต่เมื่อให้อุณหภูมิของแท่นความร้อน 60 °C จะไม่สามารถแสดงรายละเอียดของลายนิ้วมือได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากความร้อนที่ได้ไม่เพียงพอ และเมื่อให้อุณหภูมิของแท่นความร้อน 200 °C ปรากฏว่าความร้อนที่สูงเกินไปจะทำลายรายละเอียดของรอยลายนิ้วมือทำให้กระดาษเปลี่ยนสีทั้งหมด เกิดเป็นรอยไหม้ และไม่ปรากฏลายเส้น

เมื่อศึกษาระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นความร้อนผลปรากฏว่า ระยะห่าง 0.5 cm ให้ผลการทดลองดีที่สุด เมื่อระยะห่างมากขึ้นความร้อนจะไม่เพียงพอจึงทำให้รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏมีความไม่ชัดเจน

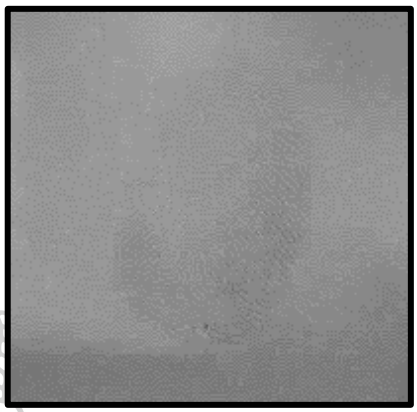
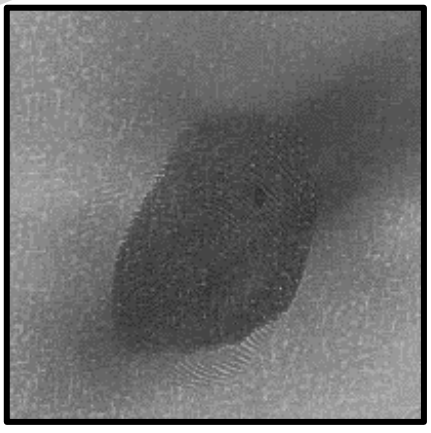
ดังนั้น แรงกดประทับลายนิ้วมือ 800 – 1,000 g, อุณหภูมิแท่นความร้อน 100 °C และ ระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นความร้อน 0.5 cm จะปรากฏความคมชัดของลายเส้นและจำนวนจุดตำหนิมากที่สุด ให้ค่าคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (Ninsuwan, 2018) แสดงดังตารางที่ 3 - 5

ตารางที่ 3 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาแรงกดประทับ

แรงกดประทับ (g)	**ค่าเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**95%CI**	**ภาพประกอบ (n = 5)**
600 – 800	3.80	0.45	(3.24,4.36)	
800 – 1,000	4.00	0	(4.00,4.00)	
1,000 – 1,200	3.60	0.55	(2.92,4.28)	

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาอุณหภูมิแท่นให้ความร้อน

อุณหภูมิ (^{o}C)	**ค่าเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**95%CI**	**ภาพประกอบ** (n = 5)
60	3.60	0.89	(2.50,4.70)	
100	4.00	0	(4.00,4.00)	
200	1.40	1.14	(0.00,2.80)	

ตารางที่ 5 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือของระยะห่างกระดาษและแท่นความร้อน

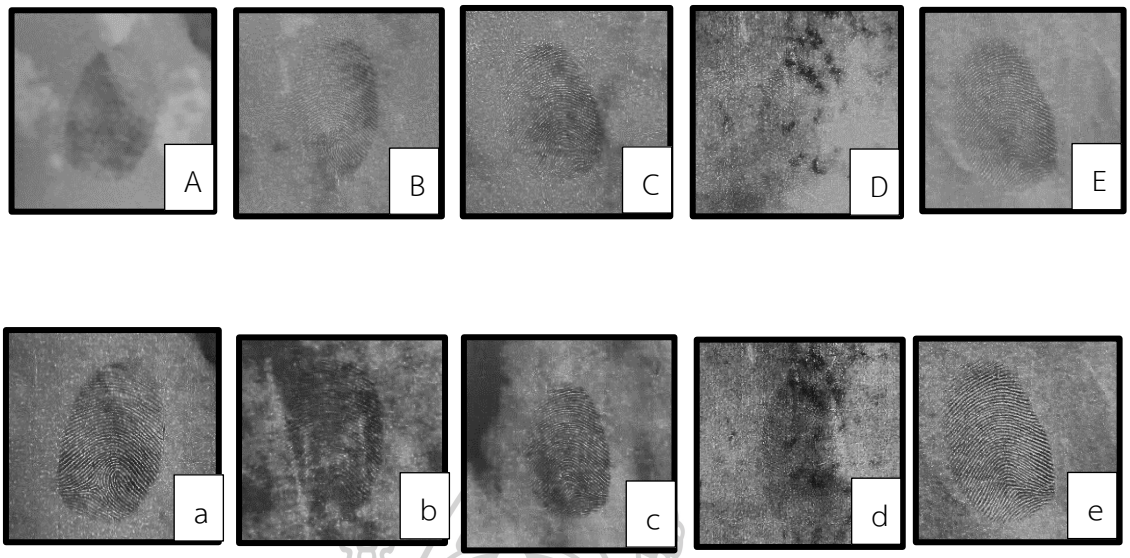
ระยะห่าง (cm)	**ค่าเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**95%CI**	**ภาพประกอบ** (n = 5)
0.5	4.00	0	(4.00,4.00)	
1	4.00	0	(4.00,4.00)	
2	3.60	0.55	(2.92,4.28)	

กระดาษแฟกซ์

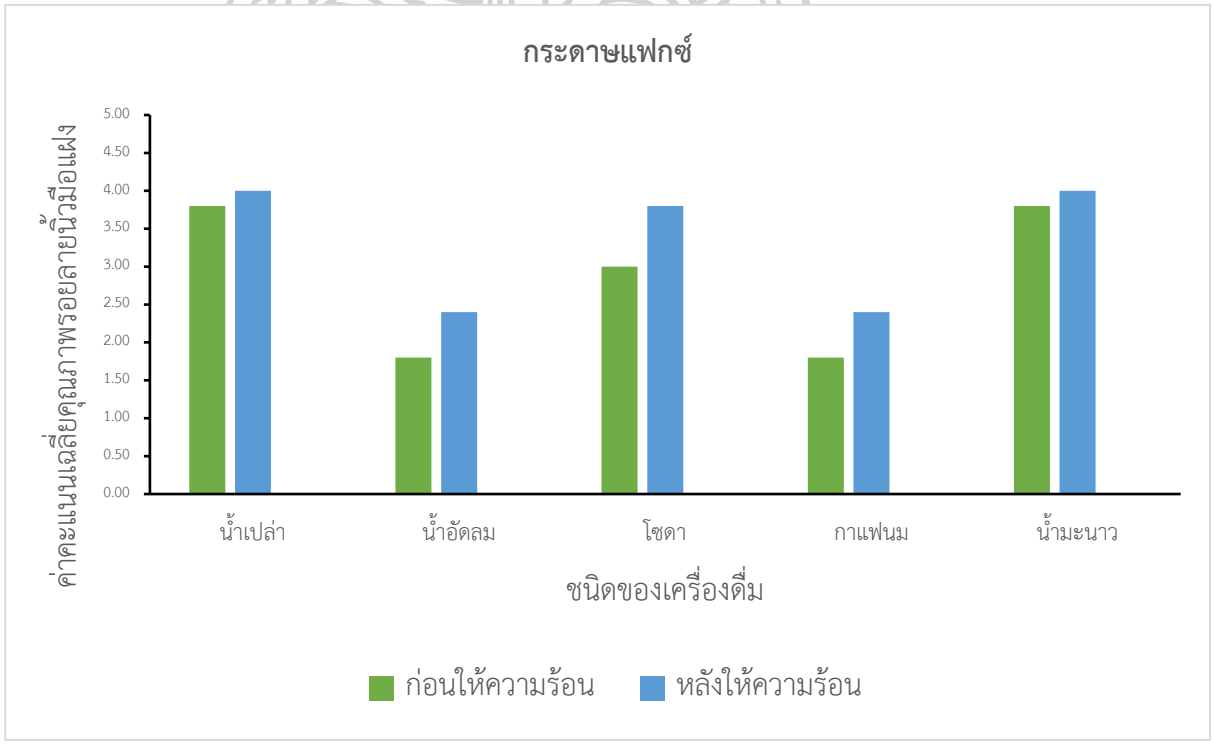
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนด้วย น้ำเปล่า โซดา และน้ำมะนาว มีคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงระดับปานกลางถึงดีมาก คือ 3.80±0.45, 3.00±0.71 และ 3.80±0.45 ตามลำดับ หลังให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้น คือ 4.00±0.00, 3.80±0.45 และ 4.00±0.00ตามลำดับ ปรากฏลายเส้นที่ชัดเจนสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ แต่รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนด้วย น้ำอัดลม และกาแฟนม มีคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงระดับต่ำ คือ 2.40±1.51 และ 1.80±0.82 ตามลำดับ หลังให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้น คือ 2.60±1.34 และ 2.40±0.55 ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อยแต่ไม่ชัดเจน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้พิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล รายละเอียดดังตาราง และภาพตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 6 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ

กระดาษแฟกซ์ (n = 5)	**ก่อนให้ความร้อน**			**หลังให้ความร้อน**		
	ค่าเฉลี่ย	**ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**95%CI**	**ค่าเฉลี่ย**	**ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**	**95%CI**
น้ำเปล่า	3.80	0.45	(3.24,4.36)	4.00	0	(4.00,4.00)
น้ำอัดลม	2.40	1.51	(0.53,4.27)	2.60	1.34	(0.94,4.26)
โซดา	3.00	0.71	(2.12,3.88)	3.80	0.45	(3.24,4.36)
กาแฟนม	1.80	0.82	(0.78,2.82)	2.40	0.55	(1.72,3.08)
น้ำมะนาว	3.80	0.45	(3.24,4.36)	4.00	0	(4.00,4.00)



ภาพที่ 21 รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์
ก่อนให้ความร้อนที่เปื้อนด้วย (A) น้ำเปล่า, (B) น้ำอัดลม, (C) โซดา, (D) กาแฟนม, (E) น้ำมะนาว
หลังให้ความร้อนที่เปื้อนด้วย (a) น้ำเปล่า, (b) น้ำอัดลม, (c) โซดา, (d) กาแฟนม, (e) น้ำมะนาว



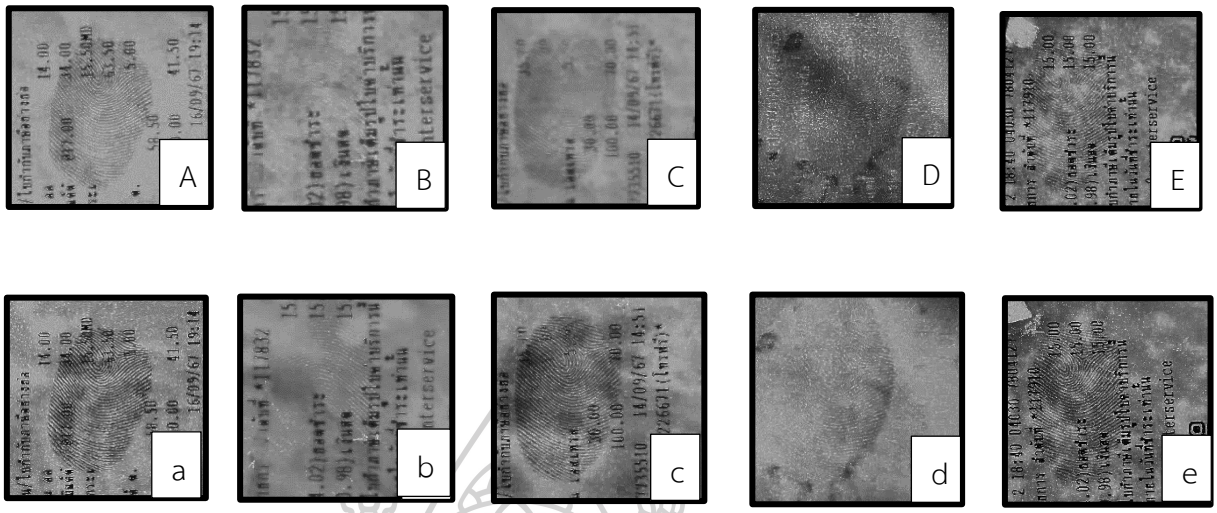
ภาพที่ 22 คะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่ม

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ

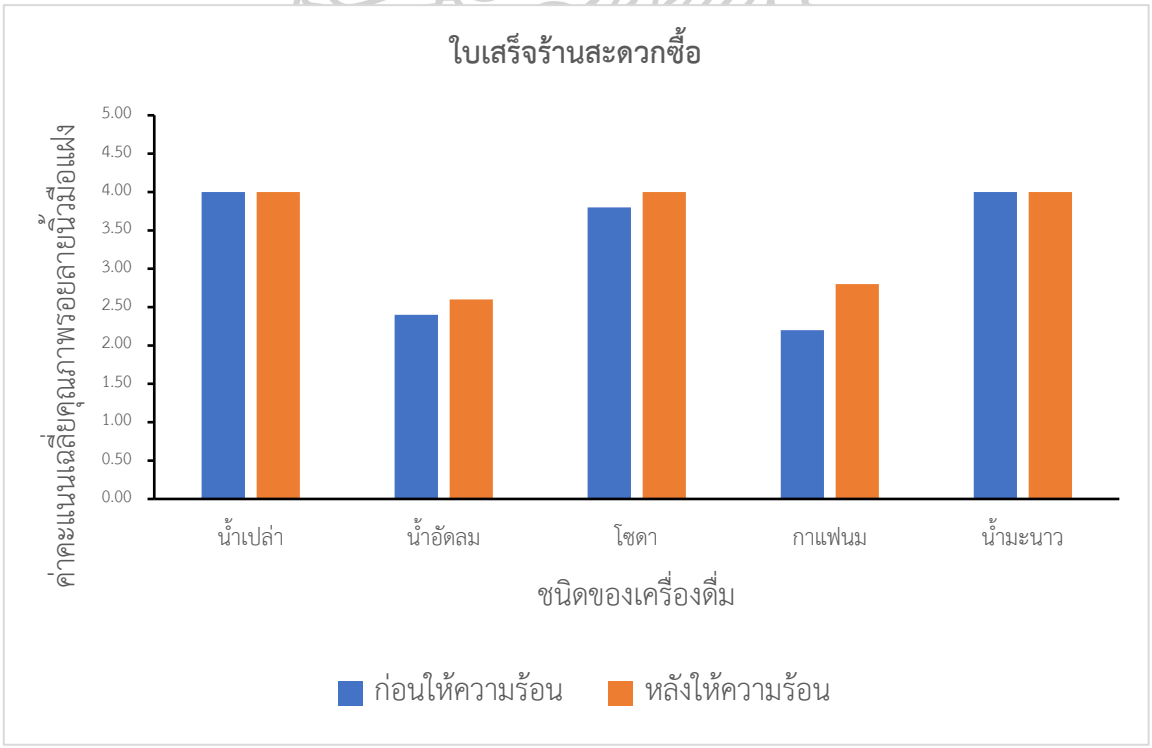
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนด้วย น้ำเปล่า โซดา และน้ำมะนาว มีคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงระดับปานกลางถึงดีมาก คือ 4.00±0.00, 3.80±0.45 และ 4.00±0.00 ตามลำดับ หลังให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้น คือ 4.00±0.00, 4.00±0.00 และ 4.00±0.00 ตามลำดับ ปรากฏลายเส้นที่ชัดเจนสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ แต่รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนด้วย น้ำอัดลม และกาแฟนม มีคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงระดับต่ำ คือ 2.40±1.51 และ 2.20±1.38 ตามลำดับ หลังให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้น คือ 2.60±1.34 และ 2.80±1.31 ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อยแต่ไม่ชัดเจน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้พิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล รายละเอียดดังตาราง และภาพตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 7 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ (n = 5)	ก่อนให้ความร้อน			หลังให้ความร้อน		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95%CI	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95%CI
น้ำเปล่า	4.00	0	(4.00,4.00)	4.00	0	(4.00,4.00)
น้ำอัดลม	2.40	1.51	(0.53,4.27)	2.60	1.34	(2.04,3.16)
โซดา	3.80	0.45	(3.24,4.36)	4.00	0	(4.00,4.00)
กาแฟนม	2.20	1.38	(0.49,3.91)	2.80	1.30	(-0.31,2.91)
น้ำมะนาว	4.00	0	(4.00,4.00)	4.00	0	(4.00,4.00)



ภาพที่ 23 รอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ
ก่อนให้ความร้อนที่เปื้อนด้วย (A) น้ำเปล่า, (B) น้ำอัดลม, (C) โซดา, (D) กาแฟนม, (E) น้ำมะนาว
หลังให้ความร้อนที่เปื้อนด้วย (a) น้ำเปล่า, (b) น้ำอัดลม, (c) โซดา, (d) กาแฟนม, (e) น้ำมะนาว



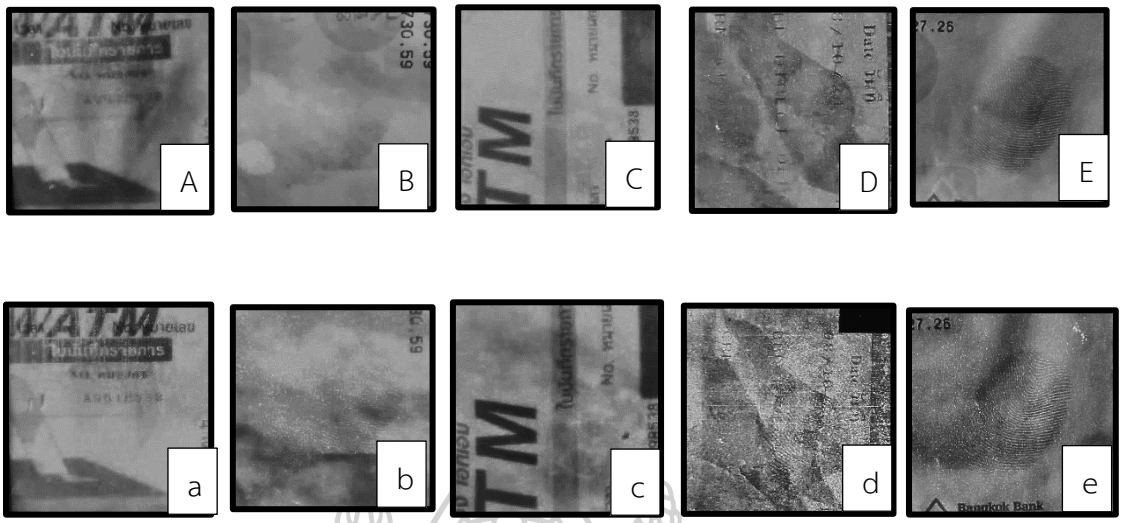
ภาพที่ 24 คะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่ม

ใบบันทึกเอทีเอ็ม

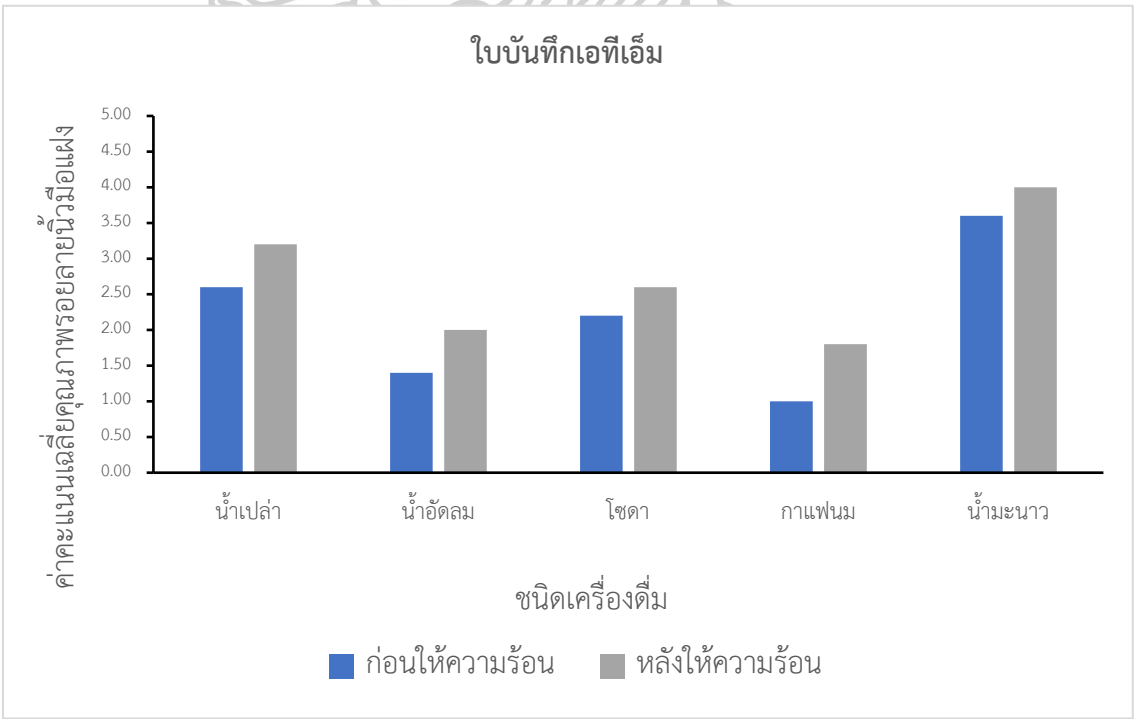
เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนด้วยน้ำมะนาว มีคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงระดับปานกลางถึงดีมาก คือ 3.60±0.55 หลังให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้น คือ 4.00±0.00 ปรากฏลายเส้นที่ชัดเจนสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้แต่รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนด้วย น้ำเปล่า น้ำอัดลม โซดา และกาแฟนม มีคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงระดับต่ำ คือ 2.60±0.89, 1.40±0.90, 2.20±0.84 และ 1.00±1.22 ตามลำดับ หลังให้ความร้อนมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่สูงขึ้น คือ 3.20±0.84, 2.00±1.22, 2.60±0.90 และ 1.80±1.30 ตามลำดับ ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อยแต่ไม่ชัดเจน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้พิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล รายละเอียดดังตารางและรูปตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 8 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนเครื่องดื่มต่าง ๆ

ใบบันทึกเอทีเอ็ม (n = 5)	ก่อนให้ความร้อน			หลังให้ความร้อน		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95%CI	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95%CI
น้ำเปล่า	2.60	0.89	(1.50,3.70)	3.20	0.84	(2.16,4.24)
น้ำอัดลม	1.40	0.90	(0.28,2.51)	2.00	1.22	(0.49,3.51)
โซดา	2.20	0.84	(1.16,3.24)	2.60	0.90	(1.48,3.72)
กาแฟนม	1.00	1.22	(-0.51,2.51)	1.80	1.30	(0.19,3.41)
น้ำมะนาว	3.60	0.55	(2.92,4.28)	4.00	0	(4.00,4.00)



ภาพที่ 25รอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็ม
ก่อนให้ความร้อนที่เปื้อนด้วย (A) น้ำเปล่า, (B) น้ำอัดลม, (C) โซดา, (D) กาแฟนม, (E) น้ำมะนาว
หลังให้ความร้อนที่เปื้อนด้วย (a) น้ำเปล่า, (b) น้ำอัดลม, (c) โซดา, (d) กาแฟนม, (e) น้ำมะนาว



ภาพที่ 26 ค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่ม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ โดยใช้วิธีการให้ความร้อน กระดาษเทอร์มอลที่ใช้เป็นตัวอย่างประกอบด้วย กระดาษแฟกซ์ ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ และใบบันทึกเอทีเอ็ม และเครื่องดื่มที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องดื่มที่พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำอัดลม โซดา กาแฟนม และน้ำมะนาว

ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การประทับรอยลายนิ้วมือด้วยแรงกดประทับระหว่าง 800 – 1,000 g ให้ผลลัพธ์ดีที่สุด เนื่องจากแรงกดที่มากเกินไป (มากกว่า 1,000 g) ทำให้รอยลายนิ้วมือมีลักษณะเป็นปื้น ไม่ชัดเจน ส่วนการให้อุณหภูมิของแท่นความร้อนที่ 100 °C จะให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด ในขณะที่อุณหภูมิ 60 °C ความร้อนที่ได้ไม่เพียงพอในการแสดงรายละเอียดของลายนิ้วมือได้อย่างครบถ้วน และอุณหภูมิ 200 °C ปรากฏว่าความร้อนที่สูงเกินไปจะทำลายรายละเอียดของรอยลายนิ้วมือแฝงทำให้กระดาษเปลี่ยนสีทั้งหมด เกิดเป็นรอยไหม้ และไม่ปรากฏลายเส้น และเมื่อศึกษาระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นความร้อนผลปรากฏว่า ระยะห่าง 0.5 cm ให้ผลการทดลองดีที่สุด เมื่อระยะห่างมากขึ้นความร้อนจะไม่เพียงพอจึงทำให้รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏมีความไม่ชัดเจน

ดังนั้น แรงกดประทับลายนิ้วมือ 800 – 1,000 g, อุณหภูมิแท่นความร้อน 100 °C และระยะห่างระหว่างกระดาษและแท่นความร้อน 0.5 cm จะปรากฏความคมชัดของลายเส้นและจำนวนจุดตำหนิมากที่สุด ให้ค่าคะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (Ninsuwan, 2018)

ผลการทดลองบนตัวอย่างกระดาษเทอร์มอล

1. กระดาษแฟกซ์และใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ

เมื่อทำการศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างกระดาษแฟกซ์และใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำเปล่า โซดา และน้ำมะนาว หลังการให้ความร้อนปรากฏว่ามีคะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่สูงขึ้นและอยู่ในระดับปานกลางถึงดีมาก (พบจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากกว่า 10 จุดขึ้นไป) จึงสามารถนำไปตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เมื่อเปื้อนน้ำอัดลมและกาแฟนม

หลังการให้ความร้อนมีคะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่สูงขึ้นแต่ยังอยู่ในระดับต่ำ ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อยแต่ไม่ชัดเจน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้พิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล

2. ใบบันทึกเอทีเอ็ม

การศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างใบบันทึกเอทีเอ็มที่ พบว่ามีเพียงตัวอย่างที่เปื้อนด้วยน้ำมะนาวเท่านั้นเมื่อให้ความร้อนจะมีคะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่สูงขึ้นและอยู่ในระดับปานกลางถึงดีมาก (พบจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากกว่า 10 จุดขึ้นไป) จึงสามารถนำไปตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เมื่อเปื้อน น้ำเปล่า น้ำอัดลม โซดา และกาแฟนม หลังการให้ความร้อนมีคะแนนคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่สูงขึ้น แต่ยังอยู่ในระดับต่ำ ปรากฏลายเส้นเพียงเล็กน้อยแต่ไม่ชัดเจน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการใช้พิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล

ผลการทดลองของกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มต่างชนิด

ผลการศึกษาพบว่า เครื่องดื่มต่างชนิดที่เปื้อนบนกระดาษเทอร์มอลมีผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ต่างกัน

1. น้ำเปล่าและโซดา

กระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยน้ำเปล่าจะปรากฏลายนิ้วมือแฝงคุณภาพดี มีการเปรอะเปื้อนของเครื่องดื่มน้อยมาก โดยที่ลายเส้นส่วนใหญ่จะมีสภาพสมบูรณ์ สำหรับน้ำโซดาจะมีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำเปล่า แต่มีการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปจึงทำให้ผลที่ได้คล้ายกับน้ำเปล่า คือมีการเปรอะเปื้อนของเครื่องดื่มน้อย และรอยลายนิ้วมือแฝงยังคงมีสภาพสมบูรณ์

2. น้ำอัดลม

กระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยน้ำอัดลมมักจะเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้กระดาษเปลี่ยนสี ซึ่งน้ำอัดลมบางชนิดประกอบด้วยน้ำตาลที่เป็นสีสามารถทิ้งคราบบนพื้นผิวกระดาษเทอร์มอลได้เมื่อกระดาษแห้ง จึงทำให้เกิดการปิดทับและทำลายความชัดเจนของรอยลายนิ้วมือแฝง

3. กาแฟนม

กระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยกาแฟนมพบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ต่ำ เนื่องจากในการแฟนมมีสารอิมัลซิไฟเออร์เป็นส่วนประกอบ โดยโมเลกุลของอิมัลซิไฟเออร์มีคุณสมบัติพิเศษในการจัดเรียงตัวโดยจะหันส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) เข้าหาน้ำและหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) เข้าหาไขมัน (Braun. K., 2019) ดังนั้น เมื่อกระดาษที่มีรอยลายนิ้วมือแฝงเปรอะเปื้อนด้วยกาแฟนม ไขมันที่อยู่บนกระดาษจะถูกชะล้างออกด้วยสารอิมัลซิไฟเออร์ในนม

4. น้ำมะนาว

กระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยน้ำมะนาวจะให้ค่าคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่ดีมาก (จุดลักษณะสำคัญพิเศษมากกว่า 12 จุดขึ้นไป) เนื่องจากกระดาษเทอร์มอลมีสารเคลือบ BPA หรือ BPS ซึ่งจะทำให้กระดาษเทอร์มอลเปลี่ยนสีเมื่อให้ความร้อนหรือสัมผัสกับกรด โดยที่น้ำมะนาวมี

ส่วนประกอบของกรดซิตริกเป็นกรดอ่อนที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารเคลือบเหล่านี้ได้ โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงค่า pH จึงทำให้รอยลายนิ้วมือที่บริเวณที่น้ำมะนาวเปรอะเปื้อนนั้นสีเข้มขึ้น นอกจากนี้กรดซิตริกยังสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ให้เกิดการเสียสภาพและเกิดการตกตะกอนของโปรตีน ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏเป็นจุดหรือรอยที่มีสีเข้มขึ้น

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังให้ความร้อน

พบว่าเมื่อให้ความร้อนบนกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มจะทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มขึ้น เนื่องจากบริเวณที่ถูกประทับรอยลายนิ้วมือแฝงจะมี ไขมัน น้ำ และสารเคมีอื่น ๆ ที่สามารถดูดซับความร้อนและช่วยกระตุ้นให้สารเคลือบบนกระดาษเทอร์มอลทำปฏิกิริยาได้ดีขึ้น เมื่อได้รับความร้อนบริเวณนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนสีหรือมีสีที่เข้มขึ้นทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงมีความชัดเจนและเห็นรายละเอียดได้ดีขึ้น

ดังนั้น การศึกษาคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีให้ความร้อนบนพื้นผิวกระดาษเทอร์มอลที่เปื้อนด้วยเครื่องดื่มในชีวิตประจำวัน พบว่าเมื่อเปื้อนด้วยน้ำเปล่าและโซดา บนตัวอย่างกระดาษแฟกซ์และใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ และเมื่อเปื้อนด้วยน้ำมะนาวบนตัวอย่างใบบันทึกเอทีเอ็ม รอยลายนิ้วมือแฝงที่พบมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากเพียงพอที่จะนำไปตรวจพิสูจน์ยืนยันอัตลักษณ์บุคคลในทางนิติวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ต้นทุนต่ำ เนื่องจากไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีราคาแพง หรือใช้สารเคมีที่อาจก่อให้เกิดอันตราย

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการทดลองกับตัวอย่างที่เปื้อนเครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ชา น้ำผลไม้ หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น หรือทำการศึกษาผลของระยะเวลาเมื่อกระดาษเทอร์มอลเปื้อนด้วยเครื่องดื่มในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

รายการอ้างอิง

Boonlert, J. (2022). Comparison of Latent Fingerprint Quality on Various Types of Paper Using

Ninhydrin and Indandione Followed by Ninhydrin. *Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy*, 8(1), 62 - 75.

Braun. K., H., A., & Vilgis, T. A. . (2019). Milk Emulsion: Structure and stability. *Food*, 8(10). https://doi.org/10.3390/foods8100483

Johnson, T., Brown, A., Oommen, Z., Okafor,U., Lee, Y. (2020). Development of Reverse Fingerprint Lifting Techniques for Forensic Applications. *Journal of Forensic Identification*. https://www.avensonline.org/wp-content/uploads/JFI-2330-0396-08-0046.pdf

Ninsuwan, P. (2018). Detection of latent fingerprints on thermal paper usingthe method of heat

application. *Veridian E-Journal*, 5(3), 94 - 106.

Seesuvan, P. (2023). The Detection of Fingermarks on Paper and Lottery Paper Using Ninhydrin's

Technique. *APHEIT JOURNAL*, 12(1), 1- 13.

Sookphanich, S. (2018). ComparisonofAge Fingerprints Detectionon Thermal Paperby Using Iodine

Fuming, Ninhydrin and 1,2-Indanedione. *Veridian E-Journal*, 5(2), 103 - 116.

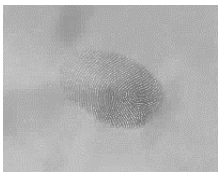
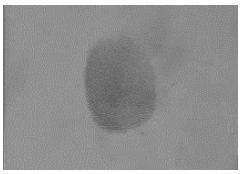
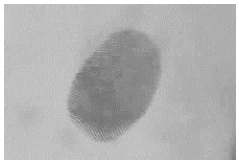
Vasutasawat, N. (2023). Examination of latent fingerprints on various types of paper stained with

beverages by the method Oil Red O. *APHEIT JOURNAL*, 12(2), 10 - 19.

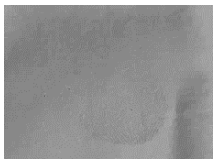
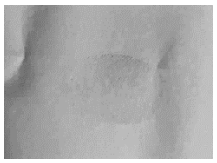
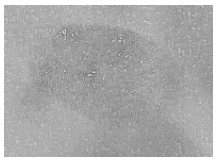
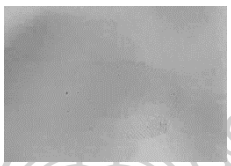
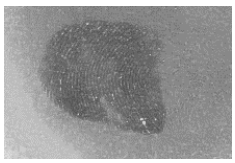
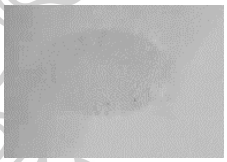
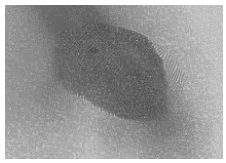
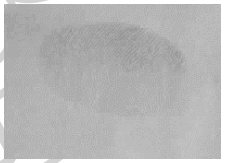
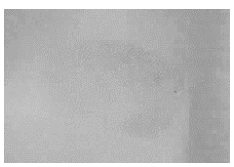
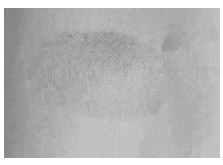
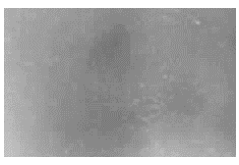
สมาคมการพิมพ์ไทย. (2022). กระดาษไวความร้อน (*Thermol paper)* ไร้สารเคมี. https://www.thaiprint.org

ภาคผนวก

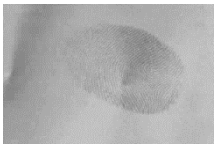
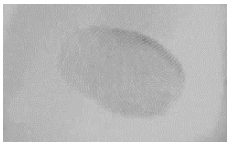
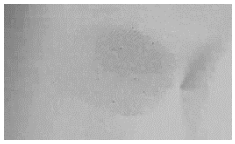
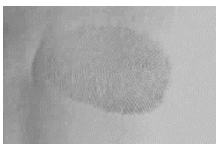
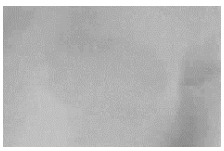
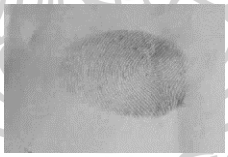
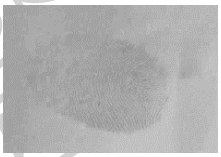
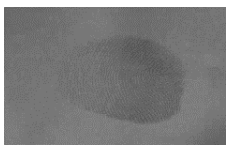
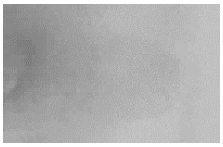
ตารางที่ 9 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาแรงกดประทับ

ครั้งที่/แรงกด (g)	600 – 800	800 – 1,000	1,000 – 1,2000
1			
คะแนน	4	4	3
2			
คะแนน	4	4	4
3			
คะแนน	4	4	3
4			
คะแนน	3	4	4
5			
คะแนน	4	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.80	4.00	3.60
SD	0.45	0	0.55

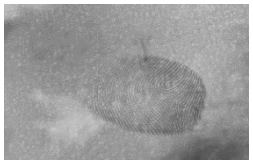
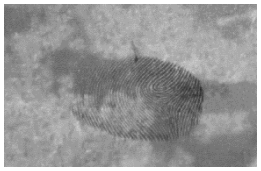
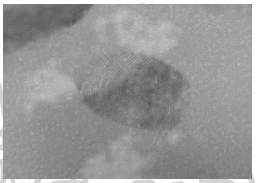
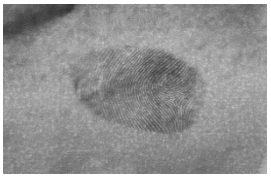
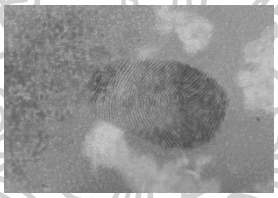
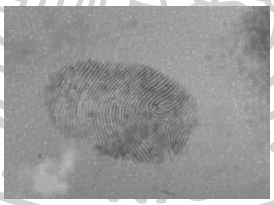
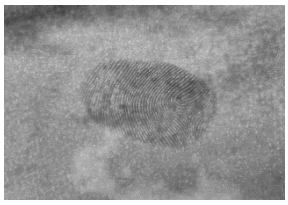
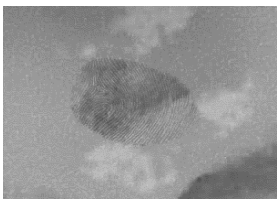
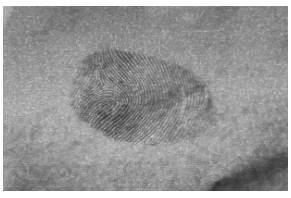
ตารางที่ 10 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการศึกษาอุณหภูมิแท่นให้ความร้อน

ครั้งที่/อุณหภูมิ (C°)	60°	100°	200°
1			
คะแนน	4	4	1
2			
คะแนน	2	4	2
3			
คะแนน	4	4	3
4			
คะแนน	4	4	0
5			
คะแนน	4	4	1
ค่าเฉลี่ย	3.60	4.00	1.40
SD	0.89	0	0

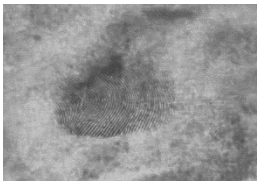
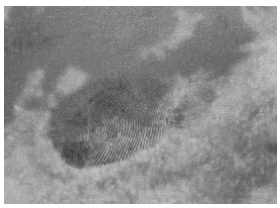
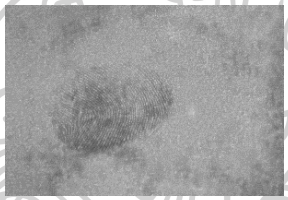
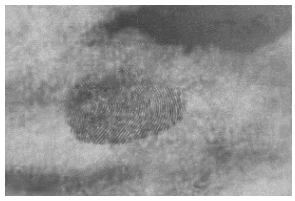
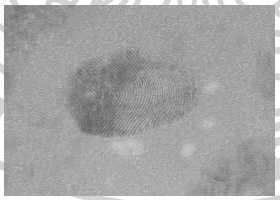
ตารางที่ 11 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงของระยะห่างกระดาษและแท่นความร้อน

ครั้งที่/ความสูง (cm)	0.5	1	2
1			
คะแนน	4	4	4
2			
คะแนน	4	4	3
3			
คะแนน	4	4	3
4			
คะแนน	4	4	4
5			
คะแนน	4	4	4
ค่าเฉลี่ย	4.00	4.00	3.60
SD	0	0	0.55

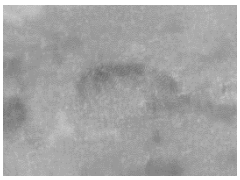
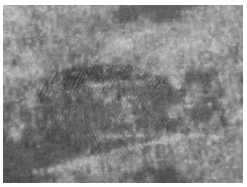
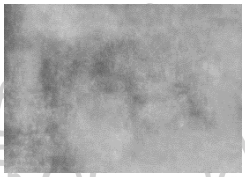
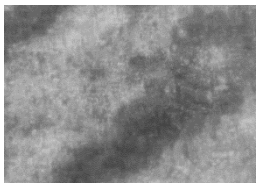
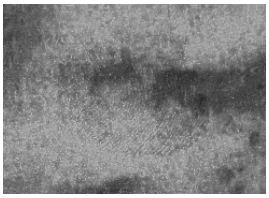
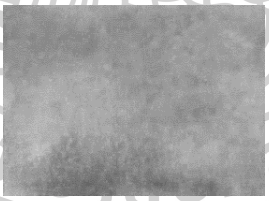
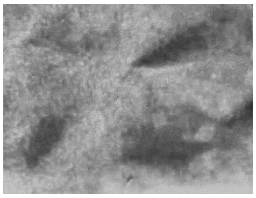
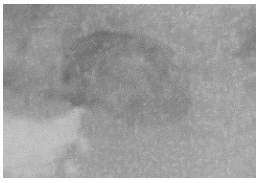
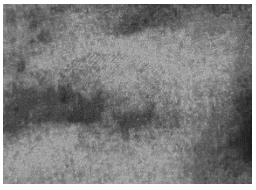
ตารางที่ 12 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนน้ำเปล่า

กระดาษแฟกซ์		
น้ำเปล่า	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	4	4
3		
คะแนน	4	4
4		
คะแนน	4	4
5		
คะแนน	3	4
ค่าเฉลี่ย	3.80	4.00
SD	0.45	0

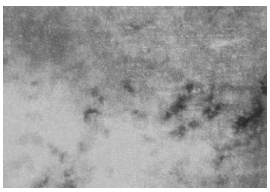
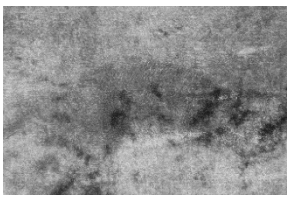
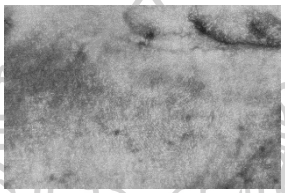
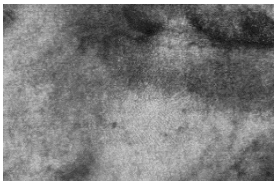
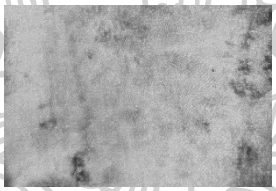
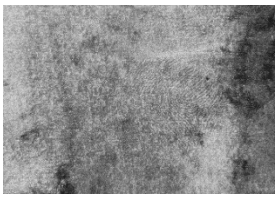
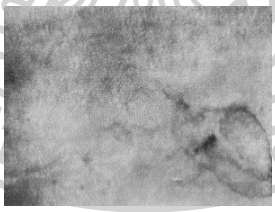
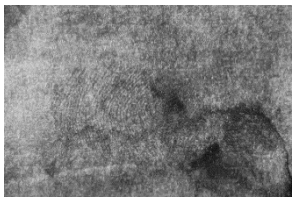
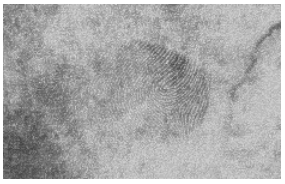
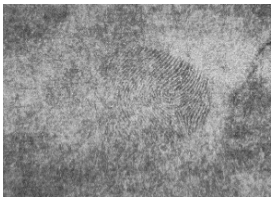
ตารางที่ 13 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนโซดา

กระดาษแฟกซ์		
โซดา	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	3	4
2		
คะแนน	4	4
3		
คะแนน	3	4
4		
คะแนน	3	4
5		
คะแนน	2	3
ค่าเฉลี่ย	3.00	3.80
SD	0.71	0.45

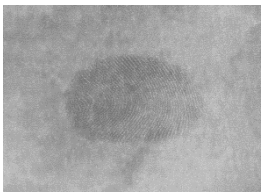
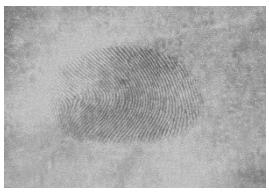
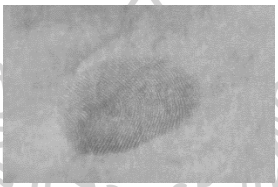
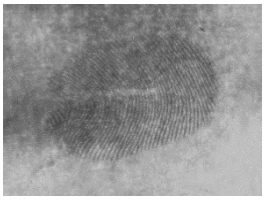
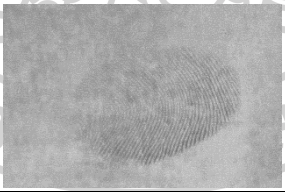
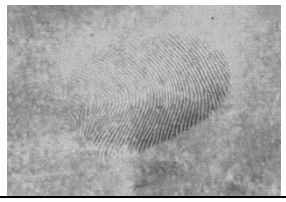
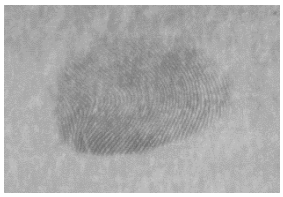
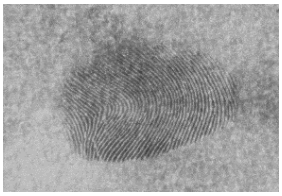
ตารางที่ 14 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนน้ำอัดลม

กระดาษแฟกซ์		
น้ำอัดลม	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	2	3
2		
คะแนน	2	2
3		
คะแนน	2	3
4		
คะแนน	1	1
5		
คะแนน	2	3
ค่าเฉลี่ย	1.80	2.40
SD	0.45	0.90

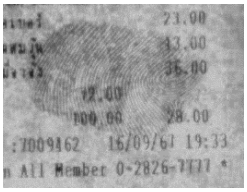
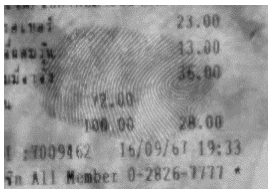
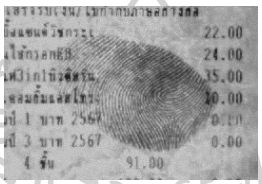
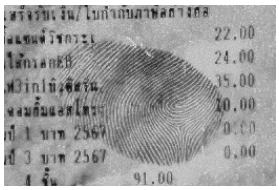
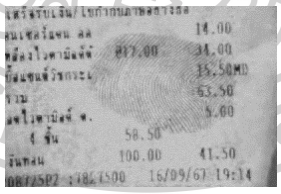
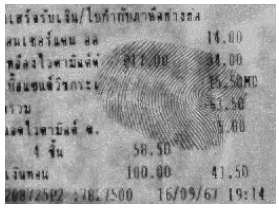
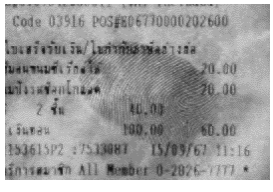
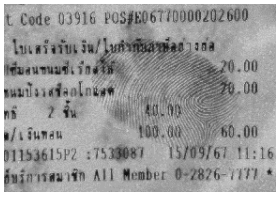
ตารางที่ 15 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนกาแฟนม

กระดาษแฟกซ์		
กาแฟนม	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	2	3
2		
คะแนน	1	2
3		
คะแนน	2	2
4		
คะแนน	1	2
5		
คะแนน	3	3
ค่าเฉลี่ย	1.80	2.40
SD	0.82	0.55

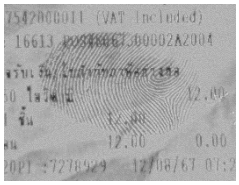
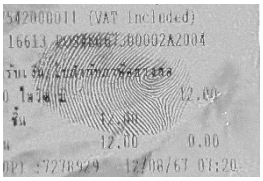
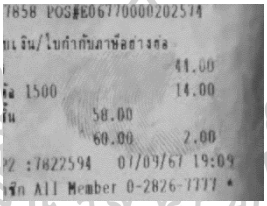
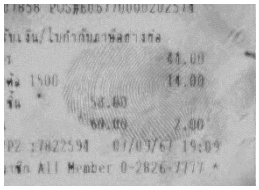
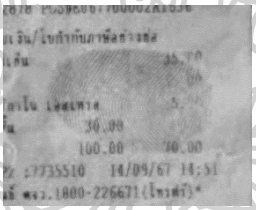
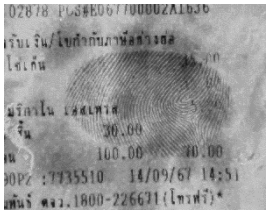
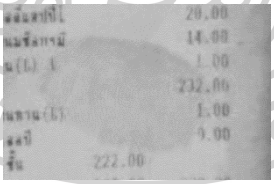
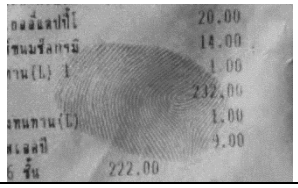
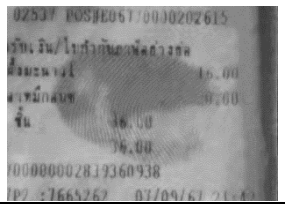
ตารางที่ 16 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ที่เปื้อนน้ำมะนาว

กระดาษแฟกซ์		
น้ำมะนาว	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	4	4
3		
คะแนน	3	4
4		
คะแนน	4	4
5		
คะแนน	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.80	4.00
SD	0.45	0

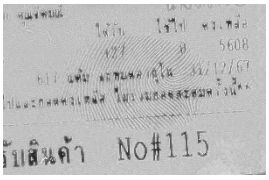
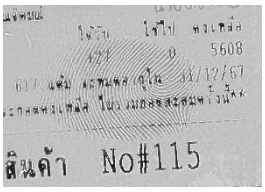
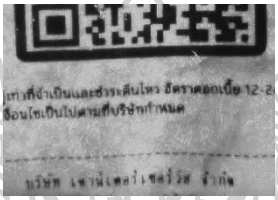
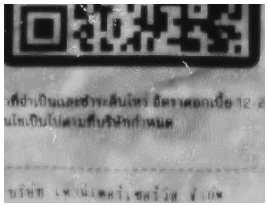
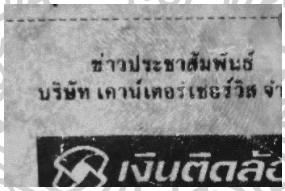
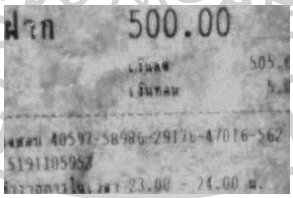
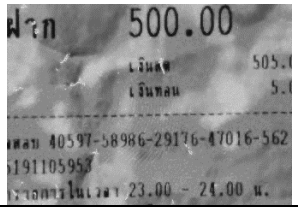
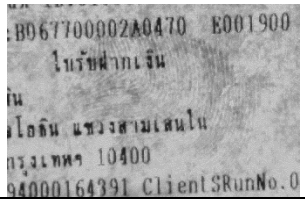
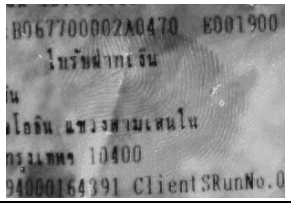
ตารางที่ 17 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำเปล่า

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ		
น้ำเปล่า	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	4	4
3		
คะแนน	4	4
4		
คะแนน	4	4
5		
คะแนน	4	4
ค่าเฉลี่ย	4.00	4.00
SD	0	0

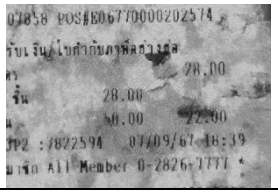
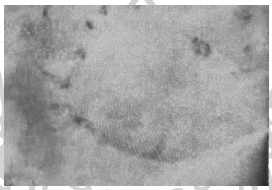
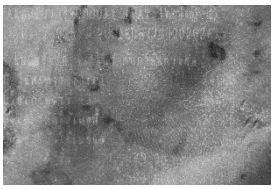
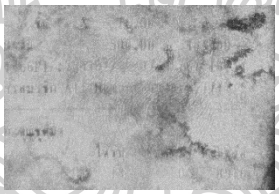
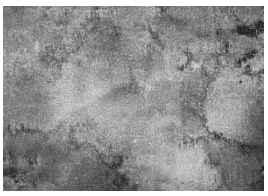
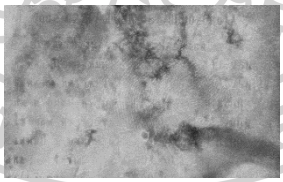
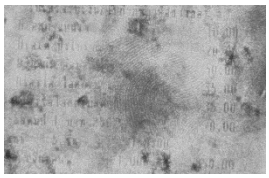
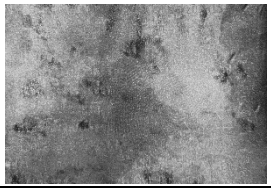
ตารางที่ 18 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนโซดา

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ		
โซดา	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	4	4
3		
คะแนน	4	4
4		
คะแนน	3	4
5		
คะแนน	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.80	4.00
SD	0	0

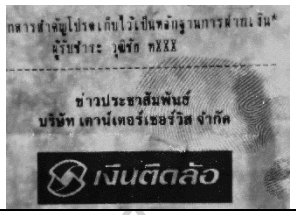
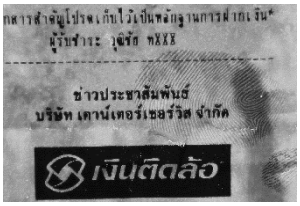
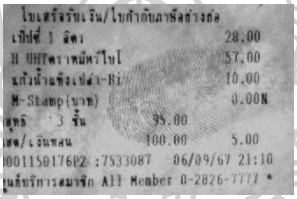
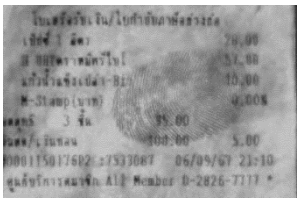
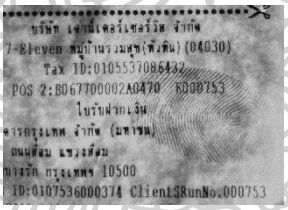
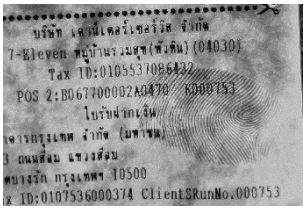
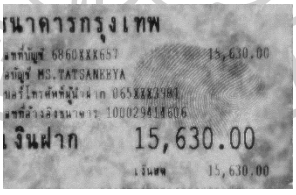
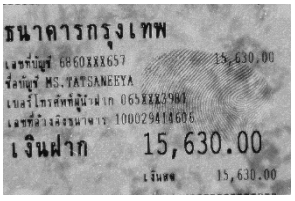
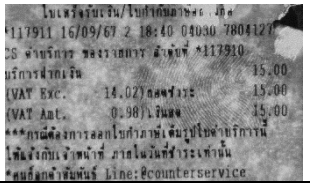
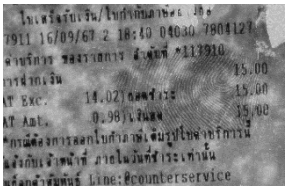
ตารางที่ 19 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำอัดลม

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ		
น้ำอัดลม	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	2	2
3		
คะแนน	1	2
4		
คะแนน	1	1
5		
คะแนน	4	4
ค่าเฉลี่ย	2.40	2.60
SD	1.51	1.34

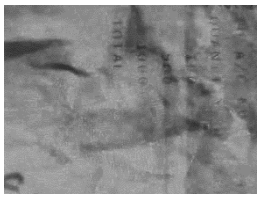
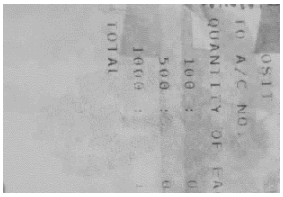
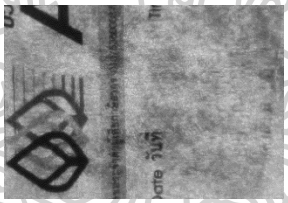
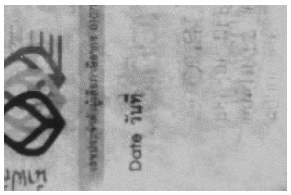
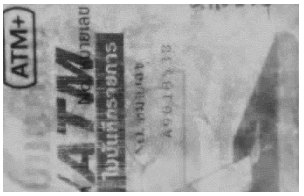
ตารางที่ 20 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนกาแฟนม

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ		
กาแฟนม	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	4	3
3		
คะแนน	3	1
4		
คะแนน	1	1
5		
คะแนน	2	2
ค่าเฉลี่ย	2.20	2.80
SD	1.38	1.30

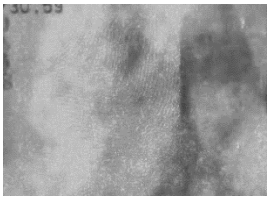
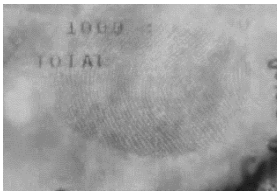
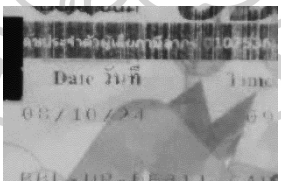
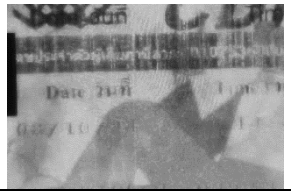
ตารางที่ 21 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านสะดวกซื้อที่เปื้อนน้ำมะนาว

ใบเสร็จร้านสะดวกซื้อ		
น้ำมะนาว	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	4	4
3		
คะแนน	4	4
4		
คะแนน	4	4
5		
คะแนน	4	4
ค่าเฉลี่ย	4.00	4.00
SD	0	0

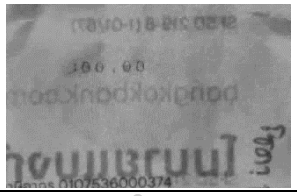
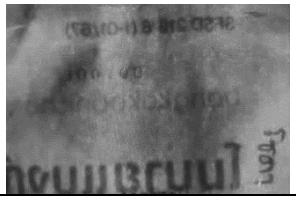
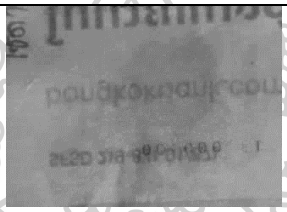
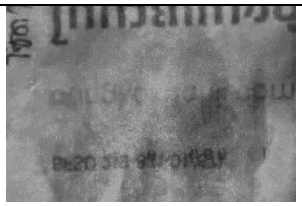
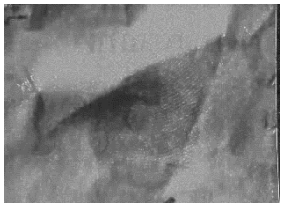
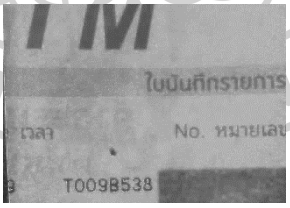
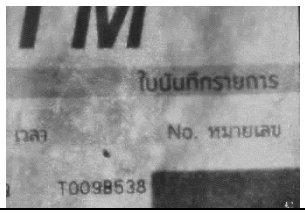
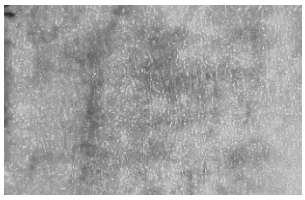
ตารางที่ 22 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนน้ำเปล่า

ใบบันทึกเอทีเอ็ม		
น้ำเปล่า	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	4	4
2		
คะแนน	2	3
3		
คะแนน	2	2
4		
คะแนน	3	4
5		
คะแนน	2	3
ค่าเฉลี่ย	2.60	3.20
SD	0.89	0.84

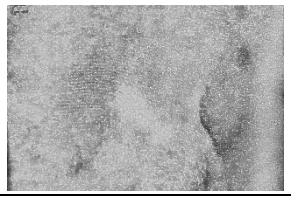
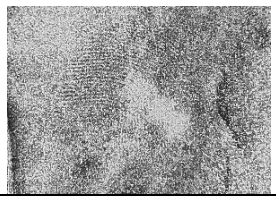
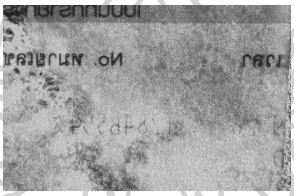
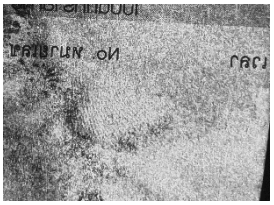
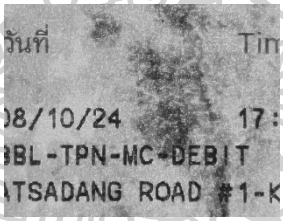
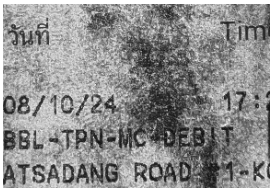
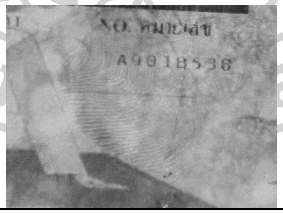
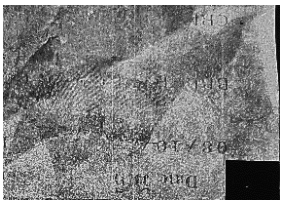
ตารางที่ 23 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนน้ำอัดลม

ใบบันทึกเอทีเอ็ม		
น้ำอัดลม	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	1	1
2		
คะแนน	1	2
3		
คะแนน	3	4
4		
คะแนน	1	2
5		
คะแนน	1	1
ค่าเฉลี่ย	1.4	2.00
SD	0.90	1.22

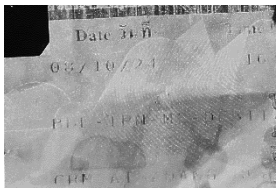
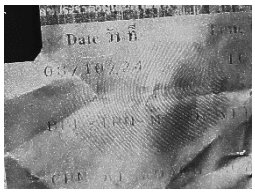
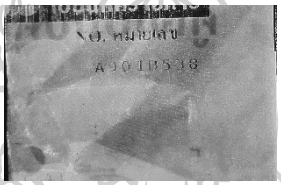
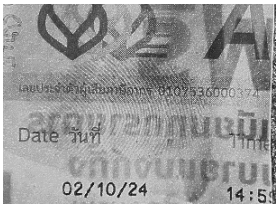
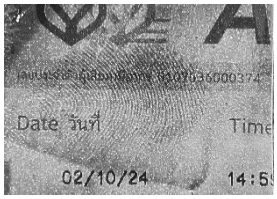
ตารางที่ 24 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนโซดา

ใบบันทึกเอทีเอ็ม		
โซดา	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	3	3
2		
คะแนน	2	3
3		
คะแนน	3	3
4		
คะแนน	2	3
5		
คะแนน	1	1
ค่าเฉลี่ย	2.20	2.60
SD	0.84	0.90

ตารางที่ 25 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนกาแฟนม

ใบบันทึกเอทีเอ็ม		
กาแฟนม	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	1	2
2		
คะแนน	0	1
3		
คะแนน	1	1
4		
คะแนน	3	4
5		
คะแนน	0	1
ค่าเฉลี่ย	1.00	1.80
SD	1.22	1.30

ตารางที่ 26 คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่เปื้อนน้ำมะนาว

ใบบันทึกเอทีเอ็ม		
น้ำมะนาว	ก่อนให้ความร้อน	หลังให้ความร้อน
1		
คะแนน	3	4
2		
คะแนน	3	4
3		
คะแนน	4	4
4		
คะแนน	4	4
5		
คะแนน	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.60	4.00
SD	0.55	0

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล สิบตำรวจตรีหญิง หฤทัย พันธุ์แสง

วุฒิการศึกษา พ.ศ.2561 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

พ.ศ.2563 สำเร็จการศึกษาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

พ.ศ.2564 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม

มหาวิทยาลัยศิลปากร