การเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

โดย
นางสาวสมภัทร สุขพาณิชย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

โดย
นางสาวสมภัทร สุขพาณิชย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

COMPARISON OF AGE FINGERPRINTS DETECTION ON THERMAL PAPER BY USING IODINE FUMING, NINHYDRIN AND 1,2-INDANEDIONE

By

MISS Sompat SOOKPHANICH

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2017

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน
โดย	สมภัทร สุขพาณิชย์
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุภาพร สมีน้อย)

58312313 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : รอยลายนิ้วมือแฝง, กระดาษเทอร์มอล, รมไอโอดีน, นินไฮดริน, 1,2-อินเดนไดโอน

นางสาว สมภัทร สุขพาณิชย์: การเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะสำรวจการใช้การรมไอโอดีน นินไฮดริน และ 1,2-อินเดนไดโอน ในการทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนกระดาษเทอร์มอลจากแหล่งต่างๆ พื้นผิวรองรับที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือตัวอย่างกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่มีต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกัน ใช้ตัวอย่างที่เก็บ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน 7 วัน 15 วัน และ 30 วัน ก่อนการทดสอบ โดยประเมินคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจนับได้ ด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) จากการทดลองพบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนกระดาษแฟกซ์ และใบบันทึกเอทีเอ็ม คือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอน ในขณะที่วิธีรมไอโอดีนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับรอยลายนิ้วมือที่ประทับบนใบเสร็จร้านค้า อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบกับทุกตัวอย่างที่มีอายุนาน 30 วัน สารเคมีทั้ง 3 ชนิดไม่สามารถทำให้เกิดรอยลายนิ้วมือที่มีคุณภาพพอที่จะใช้ยืนยันตัวบุคคลได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

58312313 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : fingerprint, Thermal paper, Iodine fuming, Ninhydrin, 12-Indanedione

MISS SOMPAT SOOKPHANICH : COMPARISON OF AGE FINGERPRINTS DETECTION ON THERMAL PAPER BY USING IODINE FUMING, NINHYDRIN AND 1,2-INDANEDIONE THESIS ADVISOR : SIRIRAT CHOOSAKOONKRIANG, Ph.D.

The aim of this work was to explore the uses of iodine fuming, ninhydrin and 1,2-indaneione to develop latent fingerprints on different sources of thermal paper. The substrates chosen in this study were samples of facsimile paper, automatic teller machine (ATM) slips and receipts. In order to test the effectiveness of the three reagents for the detection of aged fingerprints, samples were kept at ambient temperature for 1 day, 7 days, 15 days and 30 days before processing. The quality of the developed fingerprint was evaluated from the number of minutiae detected by an automatic fingerprint identification system (AFIS). It was found that the most appropriate method for the detection of fingerprints on facsimile paper and ATM slips was the 1,2-indanedione method while the iodine fuming method can be used effectively to detect the fingerprints deposited on receipts. However, the three reagents tested could not yield any identifiable fingerprints on all specimens of 30 days old.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และประธานกรรมการ อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี ที่กรุณาแนะนำ ให้คำปรึกษาและให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ ติดตามความก้าวหน้าการดำเนินการวิจัยทุกขั้นตอน ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะและแนวคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณมารดา บิดา คุณตาผู้ล่วงลับและครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่ง ที่เป็นกำลังใจสำคัญและให้การสนับสนุนมาโดยตลอด

สมภัทร สุขพาณิชย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง 1

สารบัญภาพ 3

บทที่ 1 บทนำ 5

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

สมมติฐานของการวิจัย 8

ขอบเขตของการวิจัย 8

แนวคิดในการวิจัย 8

ข้อจำกัดในการวิจัย 9

ขั้นตอนการวิจัย 9

ประโยชน์ที่จะได้รับ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ 10

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระดาษความร้อน 15

นิติวิทยาศาสตร์กับรอยลายนิ้วมือ 16

แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ 17

ระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identication System: AFIS) 18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 22
กระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการวิจัย 22
อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 22
วิธีการทดลอง 23
การวิเคราะห์ข้อมูล 27
บทที่ 4 ผลการวิจัย 28
ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลของอายุของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 28
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 35
บทที่ 5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 42
สรุปและอภิปรายผล 42
ข้อเสนอแนะ 43
ภาคผนวก 45
รายการอ้างอิง 51
ประวัติผู้เขียน 53

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนกระดาษแฟกซ์ (n=3) 35

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม (n=3) 36

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนใบเสร็จร้านค้า (n=3) 37

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน 37

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีนินไฮดริน 38

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 38

ตารางที่ 7 ตารางบันทึกข้อมูลจำนวนจุดลักษณะลักษณะสำคัญพิเศษบนลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจพบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 46

ตารางที่ 8 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน 46

ตารางที่ 9 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน 47

ตารางที่ 10 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน 47

ตารางที่ 11 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน 47

ตารางที่ 12 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน 48

ตารางที่ 13 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน 48

ตารางที่ 14 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน 48

ตารางที่ 15 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน 49

ตารางที่ 16 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 49

ตารางที่ 17 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 49

ตารางที่ 18 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 50

ตารางที่ 19 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 50

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นแตก 13

ภาพที่ 2 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นสั้นๆ 13

ภาพที่ 3 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นทะเลสาบ 14

ภาพที่ 4 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นขาด 14

ภาพที่ 5 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบจุด 14

ภาพที่ 6 ขั้นตอนการเกิดภาพพิมพ์บนกระดาษความร้อน 15

ภาพที่ 7 เครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ 19

ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการดำเนินการกับตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล 26

ภาพที่ 9 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 29

ภาพที่ 10 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 29

ภาพที่ 11 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 30

ภาพที่ 12 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 30

ภาพที่ 13 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 31

ภาพที่ 14 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 31

ภาพที่ 15 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 32

ภาพที่ 16 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 32

ภาพที่ 17 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 33

ภาพที่ 18 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 33

ภาพที่ 19 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 34

ภาพที่ 20 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน 34

ภาพที่ 21 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3) 39

ภาพที่ 22 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3) 40

ภาพที่ 23 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3) 41

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพสังคมในยุคปัจจุบันมีการเจริญเติบโตและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว จนบางครั้งทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายตามมา ทั้งที่เป็นปัญหาด้านเศรษฐกิจ การเมือง จนมีผลให้อัตราค่าครองชีพสูงขึ้น เกิดปัญหาการว่างงาน ประชาชนยากจนมากขึ้น รวมทั้งปัญหายาเสพติดที่มีผู้ขาย ผู้ซื้อ ผู้เสพย์เพิ่มมากขึ้น นำไปสู่การเกิดคดีอาชญากรรมที่มีความรุนแรงมากขึ้น และขยายวงกว้างไปทั่วทุกภูมิภาค เมื่อเกิดคดีอาชญากรรม เจ้าหน้าที่ตำรวจจะเป็นผู้ที่เข้ามามีบทบาทและหน้าที่โดยตรงในการดำเนินการสืบสวน สอบสวน เก็บรวบรวมหลักฐานหรือวัตถุพยานต่างๆ เพื่อเชื่อมโยงไปยังตัวผู้กระทำความผิด และนำตัวมารับโทษตามกฎหมาย หลักฐานหรือวัตถุพยานต่างๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการคลี่คลายคดี

ทั้งนี้ ตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 226 บัญญัติว่า มาตรา 226 พยานวัตถุ พยานเอกสาร หรือพยานบุคคล ซึ่งน่าจะพิสูจน์ได้ว่าจำเลยมีผิดหรือบริสุทธิ์ ให้อ้างเป็นพยานหลักฐานได้ แต่ต้องเป็นพยานชนิดที่มิได้เกิดจากการจูงใจ มีคำมั่นสัญญา ขู่เข็น หลอกลวง หรือโดยมิชอบประการอื่น และให้สืบตามบทบัญญัติแห่งประมวลกฎหมายนี้ หรือกฎหมายอื่นอันว่าด้วยการสืบพยาน

จะเห็นได้ว่าอาชญากรรมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนับได้ว่าทวีความรุนแรง และมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น บางครั้งประชาชนเกิดความหวาดกลัวกับการที่ต้องเป็นพยาน กลัวถูกทำร้ายหรือถึงขั้นเอาชีวิต ทำให้การให้การมีผลเปลี่ยนรูปคดี ไม่สามารถนำตัวผู้กระทำผิดมารับโทษได้ ดังนั้น ผู้เกี่ยวข้องจึงต่างให้ความสำคัญกับพยานหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ถึงตัวผู้กระทำผิดได้ โดยเฉพาะหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับในชั้นศาล สามารถนำเข้าสู่กระบวนการพิจารณาเพื่อพิสูจน์การเกิดขึ้นจริงและนำตัวผู้กระทำผิดมารับโทษตามกฎหมาย

คดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น คดีที่เกี่ยวกับชีวิต ทรัพย์สิน เป็นต้น มักมีการตรวจพบรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ หรือบนวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งลายนิ้วมือนั้นก็อาจมีอายุที่ต่างกัน อีกทั้งรอยลายนิ้วมือเหล่านั้นก็ล้วนเป็นพยานหลักฐานที่แสดงว่า ผู้ที่เป็นเจ้าของรอยลายนิ้วมือนั้นเป็นผู้ที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุ การตรวจพบรอยลายนิ้วมืออาจนำไปสู่ตัวผู้ต้องสงสัย เนื่องจากรอยลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลจะมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ที่แตกต่างกัน ไม่มีการซ้ำกัน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภท ได้แก่

1. รอยลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น รอยลายนิ้วมือที่เปื้อนฝุ่น น้ำมัน เป็นต้น

2. รอยลายนิ้วมือที่มองเห็นไม่ชัด หรือมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น รอยลายนิ้วมือบนกระดาษ ผ้า ไม้ เป็นต้น

รอยลายนิ้วมือที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ ส่วนใหญ่มักเป็นรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยรอยลายนิ้วมือลักษณะนี้เกิดจากเหงื่อ ซึ่งเป็นสารคัดหลั่งที่ขับออกจากต่อมเหงื่อบนผิวหนังของนิ้วมือ บนเส้นนูนของลายนิ้วมือ ซึ่งบางครั้งจะไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือมองเห็นไม่ชัด เรียกรอยลายนิ้วมือประเภทนี้ว่า ลายนิ้วมือแฝง (Latent Fingerprint) และคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจะขึ้นอยู่กับตัวแปรสำคัญคือ ลักษณะพื้นผิวที่มีรอยลายนิ้วมือประทับอยู่ เช่น กระดาษชนิดต่างๆ กระจก กล่องชนิดต่างๆ ไม้ พลาสติก เป็นต้น ลักษณะการจับวัตถุ ปริมาณเหงื่อ ไขมัน และสารอื่นๆ ที่อยู่บนเส้นนูนของลายนิ้วมือ รวมทั้งสภาวะแวดล้อมอื่นๆ เช่น สภาพอากาศ อุณหภูมิ เป็นต้น การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการทางเคมีที่ใช้กันมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการรมไอโอดีน (Iodine fuming) วิธีการใช้สารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin) วิธี 1,2-อินเดนไดโอน (1,2-Indanedione) เป็นต้น อีกทั้งพื้นผิวของวัตถุก็เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝง โดยการแบ่งประเภทของพื้นผิววัตถุตามความสามารถในการดูดซับแบ่งได้เป็น

พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน เช่น ขวดแก้ว แผ่นซีดี ถุงพลาสติกประเภท polyethylene กระจก พื้นผิวโลหะเคลือบเงา เป็นต้น

พื้นผิวที่มีรูพรุน เช่น ผ้า กระดาษทั่วไป กระดาษเทอร์มอล (Thermal paper) แผ่นยิบซั่ม ไม้ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการใดๆ เป็นต้น

พื้นผิวกึ่งรูพรุน เช่น กระดาษมัน รูปถ่าย ธนบัตรที่ทำจากโพลิเมอร์ กระดาษห่อของที่เคลือบไข เป็นต้น

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวแต่ละประเภทจะต้องใช้วิธีการตรวจเก็บที่เหมาะสม ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพิสูจน์ (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544)

กระดาษเทอร์มอล คิดค้นโดยบริษัท National Cash Register ในปี 1968 โดยการใช้การเกิดสีจากปฏิกิริยาระหว่างสีย้อม Leucoกับสารร่วมในการเกิดปฏิกิริยา ตั้งแต่นั้นมากระดาษเทอร์มอล ก็ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางการค้า เช่น เครื่องโทรสาร ใบเสร็จรับเงินที่ตู้เอทีเอ็ม ใบเสร็จรับเงินตามร้านค้า ล็อตเตอรี่ ตั๋วรถโดยสาร ใบแสดงผลของเครื่องมือ ฯลฯ ซึ่งกระดาษประเภทนี้มีการใช้งานสูง และตามมาซึ่งการควบคุม ส่งผลให้กระดาษเทอร์มอล สามารถพบรอยลายนิ้วมือแฝงซึ่งเป็นหลักฐานทางกายภาพชิ้นสำคัญที่พบได้บ่อยครั้ง (บริษัท เจ เค เปเปอร์ จำกัด, 2561)

กระดาษเทอร์มอล เมื่ออยู่ภายใต้การให้ความร้อนจะเกิดสีดำ ซึ่งเป็นสีที่บ่งบอกถึงการคงอยู่ของสีย้อม Leuco ที่ไม่ได้ถูกแทนที่ อย่างไรก็ตามในปี 2003 Schwarz L. รายงานว่ากระดาษเทอร์มอลก็ยังคงเกิดปัญหาในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ เนื่องจากองค์ประกอบของสารเคมีที่ซับซ้อนบนพื้นผิวของกระดาษ การดำเนินการด้วยเทคนิคธรรมดา เช่น การใช้นินไฮดริน ในปิโตรเลียมอีเทอร์หรือสารละลาย DFO ทำให้เกิดสีดำบนกระดาษเทอร์มอล ด้านที่ไวต่อความร้อน พื้นหลังที่มีสีดำจะลดความคมชัดของรอยลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บ ทำให้การระบุตัวบุคคลจากรอยลายนิ้วมือดังกล่าวไม่สามารถทำได้ (Schwarz & Klenke, 2010)

โดยที่มีผู้สนใจทำการศึกษาการใช้ 1,2- อินเดนไดโอน ซึ่งเป็นสารเคมีที่สามารถทำให้ลายนิ้วมือแฝงเกิดการเรืองแสง ซึ่งก็พบว่าสามารถใช้ 1,2- อินเดนไดโอนก่อน แล้วตามด้วยนินไฮดริน (Wilkinson, 2000) เมื่อประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริงพบว่า 1,2- อินเดนไดโอน มีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้นินไฮดริน และ DFO (Wallace-Kankel, Lennard, & Roux, 2007) โดยการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลยังมีการรมด้วยไอของไอโอดีน พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงมีความคงทน โดยที่สีของพื้นหลังของกระดาษเทอร์มอลไม่เปลี่ยนแปลง และสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ถูกเก็บไว้เป็นระยะเวลานานได้ถึง 1 ปี (Jasuja & Singh, 2009) ต่อมาได้มีการศึกษาความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีน พบว่าน้ำหนักของแรงกดพิมพ์ลายนิ้วมือที่น้ำหนัก 250 กรัม ให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีความคมชัดมากที่สุด สำหรับการรมไอโอดีนเป็นระยะเวลา 60 นาที และเก็บกระดาษเทอร์มอลไว้เป็นเวลานาน 1 วัน ให้รอยลายนิ้วมือที่มีความคมชัดมากที่สุด (วิโชติ บุรพชนก, 2553) นอกจากนี้พบว่าการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีนให้รอยลายนิ้วมือที่มีคุณภาพ สามารถใช้ตรวจพิสูจน์ได้ดีกว่าวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม ใบเสร็จร้านค้า ซึ่งวางตัวอย่างทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (นันทกาล ตาลจินดา, 2555)

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลงานวิจัยต่างๆ ดังได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่อง การตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน เพื่อศึกษาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

2. ศึกษาวิธีการตรวจเก็บที่เหมาะสมที่สุด ในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

สมมติฐานของการวิจัย

รอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะให้ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาจากตัวอย่างกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ในบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ที่สามารถพบได้ในสถานที่ทำงาน ร้านค้า และที่พักอาศัย ในเขตกรุงเทพมหานคร

2. ศึกษาจากการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล โดยใช้ตัวอย่างจากนิ้วหัวแม่มือขวาของหญิงไทยวัย 27 ปี 1 คน โดยให้อาสาสมัครประทับนิ้วลงบนกระดาษเทอร์มอลทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ชนิดละ 36 ตัวอย่าง สำหรับใช้ในการทดสอบ 3 วิธี ได้แก่ วิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน แต่ละวิธีให้ทำการทดสอบกับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน โดยทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ดังนั้น จึงใช้ตัวอย่างลายนิ้วมือที่เก็บได้ รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 108 ตัวอย่าง

แนวคิดในการวิจัย

วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง

1. ใช้วิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน และเก็บภาพรอยลายนิ้วมือ โดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอล Nikon รุ่น D800

2. นำภาพที่ได้ไปเข้าระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System: AFIS)

จำนวนชนิดของกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ

1. กระดาษแฟกซ์
2. ใบบันทึกเอทีเอ็ม
3. ใบเสร็จร้านค้า

เกณฑ์การวิเคราะห์ระดับคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง

การวิเคราะห์ระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ที่วางไว้เป็นระยะเวลาต่างกัน ทำการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน แล้ววัดระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบจากระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างลายนิ้วมือด้วยนิ้วหัวแม่มือขวา บนกระดาษจะมีความแตกต่างกันบ้าง เนื่องจากปริมาณเหงื่อ ซึ่งไม่สามารถควบคุมให้มีปริมาณเท่ากันได้ในแต่ละครั้งของการประทับนิ้ว

2. กระดาษเทอร์มอลที่นำมาใช้ในการวิจัยทั้ง 3 ชนิด นำมาจากสถานที่ทำงาน ร้านค้า และที่พักอาศัย ในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้น โดยการวิจัยนี้ไม่มุ่งเน้นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษเทอร์มอล ตลอดจนลวดลายบนกระดาษเมอร์มอล ซึ่งตัวแปรเหล่านี้อาจมีผลต่อความคมชัดและการปรากฏของจุดลักษณะสำคัญพิเศษ

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
3. จัดเตรียมตัวอย่าง และทำการทดลอง
4. เก็บรวบรวมข้อมูล ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง
5. สรุปผล และข้อเสนอแนะ
6. เขียนรายงานการวิจัย
7. นำเสนอผลการศึกษา

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. สามารถนำไปประยุกต์เลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดได้

2. สามารถใช้เป็นแนวทางในการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

3. เพิ่มความสามารถในการจับกุมผู้กระทำความผิดในคดีอาชญากรรม เป็นการสร้างความยุติธรรมให้กับผู้บริสุทธิ์ หรือผู้ถูกกล่าวหา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลายนิ้วมือเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติตั้งแต่เป็นทารกในครรภ์มารดา โดยมีลายเส้นในลักษณะต่างๆ บนข้อนิ้วข้อแรก ลักษณะของลายเส้นดังกล่าวนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเลือนหายไปจากแต่ละบุคคล แม้ว่าจะคลอดออกมาเป็นทารก เจริญเติบโตขึ้นตามวัย หรือตายไปก็ตาม หากร่างกายยังไม่เน่าเปื่อย ลักษณะต่างๆ ของลายเส้นในลายนิ้วมือก็จะยังคงปรากฏอยู่ให้เห็น

ลายนิ้วมือของมนุษย์ไม่เคยปรากฏซ้ำกันหรือเหมือนกันในแต่ละบุคคล แม้แต่เป็นแฝดแท้ (identical twin) ที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน มีรูปร่าง หน้าตาเหมือนกันก็ตาม แต่ลักษณะต่างๆ ของลายเส้นในลายนิ้วมือก็จะไม่เหมือนกันเลย ในส่วนของลายนิ้วมือแต่ละนิ้วของคนคนเดียวกันก็ไม่เคยปรากฏว่ามีลายเส้นเหมือนกัน ดังนั้น ลายเส้นนิ้วมือจึงเป็นเสมือนบันทึกถาวรของแต่ละบุคคลไปตลอดชีวิต ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมีสนใจทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องของลายนิ้วมือมนุษย์ เพื่อนำมาใช้ในการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล จนได้รับการเชื่อถือมาจนถึงปัจจุบัน ด้วยประจักษ์ในข้อเท็จจริงที่ว่าลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลสามารถนำมาใช้ในการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลในการสืบสวนสอบสวนคดีต่างๆ ตลอดจนการระบุตัวบุคคลในเหตุภัยพิบัติต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาจากทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระดาษความร้อน
3. นิติวิทยาศาสตร์กับรอยลายนิ้วมือ
4. แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ
5. ระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ

1. ประวัติลายนิ้วมือในต่างประเทศ

ในปี พ.ศ. 2366 ดร.เฮนรี่ ฟาวลด์ (Henri Fauld) เขียนบทความตีพิมพ์อธิบายว่าลายนิ้วมือสามารถใช้ระบุตัวบุคคลได้ ท่านจึงได้รับยกย่องให้เป็นบุคคลแรกในวงการนิติวิทยาศาสตร์ที่บุกเบิกการใช้ลายนิ้วมือที่ทิ้งไว้บนขวดเหล้า (ลายนิ้วมือแฝง) เป็นสิ่งพิสูจน์ตัวบุคคลได้ ต่อมาปี พ.ศ. 2435 เซอร์ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton) นักมานุษยวิทยาชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์บทความวิชาการเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือที่สามารถระบุตัวบุคคลได้ ด้วยลักษณะพิเศษ

ของลายเส้นบนลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวบุคคล หลักการของกาลตันที่ใช้จุดลักษณะสำคัญพิเศษนี้ยังคงใช้อยู่จนทุกวันนี้

2. ประวัติลายนิ้วมือในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2444 มีการก่อตั้งกองพิมพ์ลายนิ้วมือขึ้น โดยกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์ จึงนับได้ว่าพระองค์ทรงเป็นผู้ให้กำเนิดการพิมพ์ลายนิ้วมือขึ้นเป็นพระองค์แรกในประเทศไทย เปรียบเสมือนพระองค์ทรงเป็นพระบิดาแห่งวิชาลายนิ้วมือของประเทศไทย ต่อมา พ.ศ. 2475 กองทะเบียนพิมพ์ลายนิ้วมือเปลี่ยนชื่อเป็น กองทะเบียนประวัติอาชญากร ปัจจุบันกองนี้สังกัดสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ในปัจจุบันมีหน่วยงานสูงสุดคือ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

3. การกำเนิดลายนิ้วมือ

การสร้างลายเส้นบนนิ้วมือถูกควบคุมด้วยยีนส์บนโครโมโซมของร่างกาย (อัมพา สำโรงทอง, 2549) และเป็นการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลร่วมด้วย เช่น ความเครียดของแม่ในช่วงที่ตั้งครรภ์ การติดเชื้อระหว่างตั้งครรภ์ เป็นต้น ทำให้แต่ละคนมีเส้นลายนิ้วมือที่แตกต่างกันไป โดยที่ผิวหนังมีโครงสร้างอยู่ 2 ชั้นหลักๆ คือ ชั้นผิวหนังกำพร้า (epidermis) และชั้นผิวหนังแท้ (dermis)

ชั้นผิวหนังกำพร้า เป็นผิวหนังชั้นนอกสุด มีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 0.4 ถึง 1.5 มิลลิเมตร เทียบกับความหนาทั้งหมดของผิวหนัง (skin) ซึ่งมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1.5 ถึง 4.0 มิลลิเมตร แต่ความหนาของชั้นหนังกำพร้านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณของร่างกาย ทำให้สามารถแบ่งผิวหนังตามความหนาของชั้นหนังกำพร้าได้เป็น 2 ชนิด คือ หนังกำพร้าที่หนา (thick epidermis) พบบริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า และหนังกำพร้าที่บาง (thin epidermis) พบที่บริเวณส่วนอื่นๆ ของร่างกายนอกเหนือจากบริเวณหนังกำพร้าที่หนา 2 แห่ง ดังกล่าวข้างต้น

โครงสร้างทางกายภาพที่สำคัญของฝ่ามือ ได้แก่ volar pads เป็นเนินที่อยู่บนพื้นผิวของฝ่ามือ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สามารถระบุได้อย่างแน่นอน มีความแตกต่างจากเนินกล้ามเนื้อตรงที่ volar pads เป็นเนื้อเยื่อและไขมันใต้ผิวหนัง volar pads ในมนุษย์จะถูกพบที่ปลายนิ้ว (apical pads) ส่วนปลายของฝ่ามือ อยู่ระหว่างนิ้ว (interdigital pads) และในบริเวณของ thenar และ hypothenar pads สำหรับทารกในครรภ์ volar pads จะเริ่มเกิดตั้งแต่ตั้งครรภ์ได้ 7 สัปดาห์ และจะเจริญเติบโตขึ้น โดยจะปรากฏให้เห็นในตำแหน่งที่สูงขึ้น เป็นเนินกลมๆ เล็กๆ ต่อมาเนินนี้จะเล็กลงและส่วนฐานจะรวมเข้ากับเนื้อเยื่อรอบๆ ในสัปดาห์ที่ 10 basal layer ของชั้นหนังกำพร้าจะเริ่มเห็นเป็นคลื่นเล็กๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเรียกว่า Primary ridges (PR) ซึ่งเป็นฐานของการสร้างลายเส้นนิ้วมือ

ลายนิ้วมือเกิดขึ้นจากการปฏิสนธิของไข่และสเปิร์ม ในช่วงประมาณสัปดาห์ที่ 10-11 โดยลายเส้นจะปรากฏขึ้นครั้งแรกที่ผิวหนังภายนอก มีชื่อเรียกว่า ลายเส้นปฐมภูมิ และเติบโตต่อไป

จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 14 เป็นช่วงที่ต่อมเหงื่อเริ่มเกิดตามแนวลายเส้นปฐมภูมิบนกลางฝ่ามือ และลายเส้นทุติยภูมิจึงเริ่มเกิดขึ้นระหว่างลายเส้นปฐมภูมิ จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 24-25 สำหรับลายนิ้วมือแฝงนั้นจะประกอบด้วยส่วนผสมของสารคัดหลั่งจากร่างกาย และส่วนเจือปนที่มาจากสิ่งแวดล้อม ในส่วนผสมของสารคัดหลั่งจากร่างกาย จะมาจากการหลั่งของต่อม 3 ประเภทคือ Eccrine Gland, Apocrine Glands และ Sebaceous Glands

ลายเส้นของผิวหนังที่เริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่ทารกอยู่ในครรภ์มารดา ลักษณะลายเส้นในลายนิ้วมือของมนุษย์นี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยจนแก่และตายไป จะมีบ้างก็เพียงแต่ขยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นตามลำดับวัย และความเจริญเติบโตขึ้นของร่างกายเท่านั้น เช่น เมื่อเป็นเด็กๆ อายุยังน้อยลายเส้นนิ้วมือก็จะเล็ก เมื่อเติบโตขึ้นหรืออายุมากขึ้นลายเส้นของนิ้วมือก็จะขยายใหญ่ขึ้น ในรูปและสภาพเดิม ถึงแม้จะตายถ้าหากนิ้วมือยังไม่เน่าเปื่อย เช่น มัมมี่ หรือศพที่ฉีดยารักษาซากศพไว้เป็นรูปแห้ง ลายนิ้วมือที่ปรากฏอยู่ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

นอกจากนั้นในขณะที่นิ้วมือของมนุษย์เกิดการไม่ปกติขึ้น เช่น โรคหนังลอก ฝนกับของหยาบหรือใช้น้ำกรดอ่อนๆ กัด ลายนิ้วมือเหล่านี้จะลบเลือนไปเพียงชั่วขณะหนึ่ง เมื่อนิ้วมือนั้นหายเป็นปกติแล้วลายเส้นก็จะเกิดใหม่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยิ่งกว่านั้นบางรายที่นิ้วมือถลอก ของมีคมบาดจนเกิดเป็นแผลเป็น รอยแผลเป็นเหล่านี้อย่างมากก็เพียงทำลายลายเส้นของนิ้วมือได้เป็นบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ด้วยเหตุนี้ลักษณะลายเส้นของลายนิ้วมือมนุษย์จึงนับว่าเป็นเครื่องหมายพิสูจน์ตัวบุคคลได้อย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นในร่างกายของมนุษย์ เช่น รอยแผลเป็น รอยสัก ผิวหนัง ผม นัยน์ตา เพราะสิ่งเหล่านี้ย่อมเจริญขึ้นและเสื่อมลงไปตามวัย

ลักษณะลายเส้นของนิ้วมือมนุษย์ยังไม่มีวิธีการที่จะเปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้ เพราะเหตุว่าลายพิมพ์นิ้วมือจะชำรุดไปด้วยประการใดๆ ลายเส้นนิ้วมือก็จะเกิดขึ้นใหม่ในรูปและสภาพเดิมเสมอ เว้นแต่จะทำลายให้ลึกลงไปจนถึงต่อมเหงื่อ โดยการเฉือนใต้ผิวหนังออกให้หมด ลายเส้นของนิ้วมือจะถูกทำลายไปโดยสิ้นเชิง

การเกิดรูปแบบของลายนิ้วมือ แรงดันและพื้นผิวหน้า volar surface ที่แตกต่างกันจะเป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆ ของลายนิ้วมือ ซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมอื่นมาเกี่ยวข้องด้วย ดังตัวอย่างด้านล่าง ภายใต้แรงดันและพื้นผิวที่แตกต่างกัน ลายเส้นที่เกิดขึ้นจะเป็นรูปสามเหลี่ยม

4. ประเภทของลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมืออาจจำแนกโดยละเอียดได้ 9 ชนิด (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544) ได้แก่โค้งราบ (Plain Arch) โค้งกระโจม (Tented Arch) มัดหวายปัดขวา (Right Slant Loop) มัดหวายปัดซ้าย (Left Slant Loop) ก้นหอยธรรมดา (Plain Whorl) ก้นหอยกระเป๋ากลาง (Central

Pocket Loop Whorl) ก้นหอยกระเป๋าข้าง (Lateral Pocket Loop) มัดหวายคู่ หรือมัดหวายแฝด (Double Loop or Twin Loop) และซับซ้อน (Accidental Whorl)

5. ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ

5.1 เส้นนูน (Ridges) และ เส้นร่อง (Furrows)

เส้นนูน คือ การเกิดของรอยนูนซึ่งอยู่สูงขึ้นมา พ้นจากผิวหนังส่วนนอกของนิ้วมือ นิ้วเท้า ฝ่ามือ และฝ่าเท้า

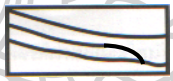
เส้นร่อง คือ รอยลึกที่อยู่ต่ำลงไปกว่าระดับของเส้นนูน

เส้นนูนและเส้นร่องประกอบกันเป็นลายนิ้วมือเส้นนูนทำให้เกิดความฝืดระหว่างผิวหนังและวัตถุ ทำให้มือสามารถจับวัตถุได้ดี บนเส้นนูนมีรูต่อมเหงื่อซึ่งทำหน้าที่ระบายเหงื่อ ถ้าปราศจากเส้นนูนที่เปียกชื้นก็เป็นการยากที่จะจับวัตถุที่มีน้ำหนักเบาไว้ได้

5.2 จุดลักษณะสำคัญหรือจุดตำหนิ (Special Characteristic or Minutiae)

ลายเส้นที่อยู่บนลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า จะประกอบด้วยลายเส้นที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่า จุดลักษณะสำคัญ หรือจุดตำหนิ เป็นลักษณะพิเศษของลายเส้น 5 แบบ ดังนี้

5.2.1 เส้นแตก (Ridge Bifurcation หรือ Fork) เป็นลายเส้นจากเส้นเดี่ยวที่แยกออกจากกันเป็นสองเส้นหรือมากกว่า หรือในทางกลับกันอาจเรียกว่าลายเส้นสองเส้นมารวมกันเป็นเส้นเดียว



ภาพที่ 1 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นแตก
ที่มา: อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2544), 11.

5.2.2 เส้นสั้นๆ (Short Ridge) เป็นลายเส้นที่สั้นแต่ไม่สั้นมากจนถึงกับเป็นจุดเล็กๆ

ภาพที่ 2 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นสั้นๆ
ที่มา: อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2544), 12.

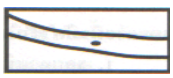
5.2.3 เส้นทะเลสาบ (Enclosure หรือ Lake) เป็นลายเส้นที่แยกออกเป็นสองเส้น แล้วกลับมารวมกันใหม่ จึงมีพื้นที่ปิดเกิดขึ้น

ภาพที่ 3 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นทะเลสาบ
ที่มา: อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2544), 12.

5.2.4 เส้นขาด (Ridge Beginning หรือ Ending Suddenly) เป็นลายเส้นจากเส้นเดี่ยวที่ขาดออกจากเส้นเดิม เป็นจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของลายเส้นนั้น

ภาพที่ 4 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบเส้นขาด
ที่มา: อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2544), 11.

5.2.5 จุด (Dot) เป็นลายเส้นที่สั้นมากจนดูเหมือนเป็นจุดเล็กๆ



ภาพที่ 5 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษแบบจุด
ที่มา: อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2544), 12.

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระดาษความร้อน

กระดาษความร้อน (Thermal paper) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ค่อนข้างใหม่ ถูกนำมาใช้ในช่วงกลางปี ค.ศ. 1960 เทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนามาโดยบริษัท เท็กซัส อินสตรูเมนท์ ซึ่งผลิตเครื่องพิมพ์ด้วยความร้อนและกระดาษความร้อนที่มีความไวต่อความร้อน กระดาษชนิดนี้นิยมใช้กันแพร่หลาย เช่น กระดาษแฟกซ์ (Fax paper) ใบเสร็จจากร้านค้า (Receipt) สลิปเอที่เอ็ม (ATM slip) ตั๋ว (Ticket) ฉลากเลเบล (Label) ต่างๆ เป็นต้น (บริษัท เจ เค เปเปอร์ จำกัด, 2561)

องค์ประกอบของกระดาษความร้อน

1. กระดาษฐาน (Base paper)

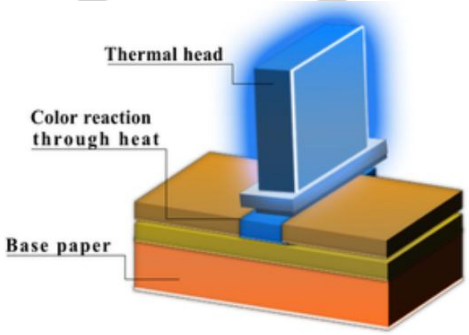
กระดาษส่วนนี้ส่วนนี้จะเป็นฐานสำหรับชั้นเคลือบผิว

2. ชั้นเคลือบผิวด้านล่าง (Under-coating หรือ UC)

การเคลือบในชั้นแรกจะเป็นการปรับให้กระดาษฐานมีพื้นผิวที่เรียบมากขึ้น ทำให้การเคลือบผิวในชั้นเทอร์มอลมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ การเคลือบผิวให้มีผิวเรียบมาก ความละเอียดจะส่งผลให้คุณภาพของภาพในขั้นตอนการพิมพ์ที่มีความร้อนก็จะได้ภาพที่มีคุณภาพมากขึ้นตามไปด้วย ชั้นผิวนี้ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการดูดซับสารได้ดี ซึ่งจะช่วยดูดซับสารส่วนเกินที่ละลายออกมาจากชั้นเทอร์มอลไม่ให้ไปเลอะที่หัวส่งผ่านความร้อน

3. ชั้นเทอร์มอล (Thermal coating)

ชั้นเทอร์มอลจะอยู่ที่ผิวด้านบนสุด ชั้นผิวนี้จะมีส่วนประกอบของสารหลายชนิดที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการพิมพ์ สารเหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนจะทำปฏิกิริยาระหว่างกัน เกิดเป็นสีและภาพขึ้นมา องค์ประกอบหลักของสารเคลือบเหล่านี้ ได้แก่ สี สารที่ร่วมทำปฏิกิริยาและกระตุ้นให้เกิดสี ขั้นตอนการเกิดภาพบนกระดาษความร้อน แสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการเกิดภาพพิมพ์บนกระดาษความร้อน

ที่มา: ขั้นตอนการเกิดภาพพิมพ์บนกระดาษความร้อน, เข้าถึงเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2561. เข้าถึงได้จาก www.jkpaper.co.th/thermal.html

การใช้งานบางครั้งอาจต้องมีการเคลือบผิวบนกระดาษความร้อนเพิ่มเติม เพื่อรักษาสารเคลือบในชั้นเทอร์มอล หรือเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลของสารเคมีจนทะลุด้านหลังของกระดาษ

กระดาษความร้อนมีหลายชนิด ที่ใช้กันมากที่สุดมีอยู่สองเกรด คือ เกรด A และเกรด TMP กระดาษเกรด A จะมีราคาสูงกว่ากระดาษ TMP ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างกระดาษทั้งสองเกรดคือ ความสว่างของกระดาษ กระดาษความร้อน A จะมีสีขาวสว่างกว่ากระดาษเกรด TMP ความคมชัดและความชัดเจนของการพิมพ์บนกระดาษเกรด A จะสูงกว่า

ข้อควรระวังหากเลือกใช้กระดาษที่มีคุณภาพต่ำ กระดาษคุณภาพต่ำจะผลิตฝุ่นออกมามาก ขณะผ่านเครื่องพิมพ์ จึงอาจทำให้เครื่องพิมพ์เกิดความเสียหาย หรืออาจทำให้กระดาษติดค้างในเครื่องได้ (บริษัท เจ เค เปเปอร์ จำกัด, 2561)

กระดาษเทอร์มอลถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากกระดาษเทอร์มอลมีข้อดีดังต่อไปนี้

1. เครื่องพิมพ์เทอร์มอลมีขนาดเล็ก จึงประหยัดพื้นที่

2. ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ เช่น โทนเนอร์หรือริบบอน เช่นเดียวกับการพิมพ์ด้วยวิธีอื่น นอกจากนี้การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เทอร์มอลจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่ามาก

3. พิมพ์ได้ชัดเจน คุณภาพความคมชัดสูง

4. เครื่องพิมพ์เทอร์มอลมีความคงทนกว่าเครื่องพิมพ์ประเภทอื่น และสามารถพิมพ์ได้เร็วกว่าเครื่องพิมพ์ปกติ

5. ทำงานเงียบกว่าการพิมพ์แบบอื่น เนื่องจากไม่ใช้แรงกระแทกในการพิมพ์

กระดาษความร้อน และเครื่องพิมพ์ความร้อนจึงมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้กระดาษธรรมดา ดังนั้น การเลือกใช้กระดาษความร้อนให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง (บริษัท เจ เค เปเปอร์ จำกัด, 2561)

นิติวิทยาศาสตร์กับรอยลายนิ้วมือ

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า เป็นสาขาหนึ่งในวิชาการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Human Identification) เนื่องจากลักษณะลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือ ฝ่ามือ และฝ่าเท้า ของมนุษย์จะมีลักษณะเฉพาะพิเศษของลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือ ฝ่ามือ และฝ่าเท้าที่แตกต่างกัน จากการศึกษาค้นคว้าของ ฟรานซิส กาลตัน ที่ได้ทำการจำแนกลายพิมพ์นิ้วมือมนุษย์จากประเทศต่างๆ ทั่วโลก พร้อมทั้งกำหนดลักษณะพิเศษของลายเส้นในนิ้วมือ ซึ่งเขาได้ค้นพบว่า ไม่มีลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือของบุคคลใดที่มีลักษณะลายเส้นที่ซ้ำกันเลย นอกจากนี้ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ และฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลนั้นไม่เปลี่ยนแปลงเลย เพียงแต่มีขนาดขยายขึ้นเมื่อเจริญเติบโตขึ้น แต่รูปแบบของลายเส้นนั้นจะยังคงสภาพเดิมทุกประการ หากผิวชั้นนอกของนิ้วมือถูกทำลาย เช่น หนังถลอก หรือเกิดบาดแผล

ลายนิ้วมืออาจถูกทำลายไปชั่วขณะหนึ่ง เมื่อบาดแผลหายเป็นปกติแล้วลายเส้นก็จะกลับมาเหมือนเดิม ด้วยเหตุนี้ลักษณะของรอยลายนิ้วมือมนุษย์จึงนับว่าเป็นเครื่องหมายพิสูจน์ตัวบุคคลได้เป็นอย่างดี

ลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุ หรือบนวัตถุของกลางต่างๆ เป็นพยานหลักฐานสำคัญที่บ่งชี้ว่าบุคคลคนนั้นเคยอยู่ในสถานที่เกิดเหตุ หรือใช้มือสัมผัสกับวัตถุของกลางที่ตรวจพบลายนิ้วมือ ดังนั้นหลักฐานลายนิ้วมือจึงเป็นวัตถุพยานที่มีคุณค่ามากสำหรับการสืบสวนในคดีต่างๆ

แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแฝง ที่ของกลางบางชนิด ใช้วิธีทางเคมีในการตรวจเก็บจะได้ผลดีกว่า วิธีนี้ใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มองไม่เห็นบนวัตถุ เช่น กระดาษ ไม้ และตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือที่มองเห็น เช่น ลายนิ้วมือแฝงเปื้อนเลือด ซึ่งแล้วแต่ชนิดและพื้นผิวของวัตถุของกลางนั้น โดยอาศัยหลักการทางเคมีคือ ให้องค์ประกอบในสารเคมีทำปฏิกิริยากับสารประกอบที่ขับออกมาทางนิ้วมือ หรือเลือด และทำให้เกิดการเปลี่ยนสี วิธีทางเคมีที่ใช้ทั่วไปสำหรับวัตถุพยานที่เป็นกระดาษ ได้แก่

1. ไอโอดีน (Iodine)มีลักษณะเป็นเกล็ดสีม่วง เมื่อได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยจะระเหิดเป็นไอ ไขมันหรือสารที่มีความมันจะดูดซับไอของไอโอดีน เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษ ผนัง เป็นต้น โดยให้ไอของไอโอดีนไปสัมผัสกับของกลางที่มีลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง ติดอยู่ สารไอโอดีนจะไปเกาะกับไขมันในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง จากเดิมที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมองเห็นได้ชัดเจน การตรวจเก็บให้ทำการถ่ายภาพทันที เนื่องจากลายเส้นจะค่อย ๆ เลือนหายไป

2. นินไฮดริน (Ninhydrin) มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีเหลืองอ่อน เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษและเอกสารต่าง ๆ นินไฮดรินจะไปทำปฏิบัติกิริยากับโปรตีนในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แฝง เปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน แล้วตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพทันที

ข้อควรระวัง สารละลายนี้ อาจทำให้หมึกในเอกสารของกลางเสียหายได้ ต้องได้รับอนุญาตจากคู่กรณีก่อนปฏิบัติ

3. วิธี 1,2-อินเดนไดโอน (1,2-Indandione)เป็นวิธีการที่ง่าย น่าเชื่อถือ และเหมาะสำหรับการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล โดยอ่ศัยการทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือแฝง ให้สีที่สามารถเรืองแสงได้ เมื่อมีการใช้แสงส่องดูจะเห็นภาพรอยลายนิ้วมือปรากฏขึ้น ส่วนประกอบของสารละลายที่ให้ประสิทธิภาพดีคือ แอซิด ฟรี ฟลูออรัส (acid-free fluorous) ซึ่งประกอบด้วย 1,2-อินเดนไดโอน และซิงค์ คลอไรด์ (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544)

ระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identication System: AFIS)

ระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ เป็นคอมพิวเตอร์ลักษณะพิเศษที่มีการผสมผสานกันระหว่างหลักวิชาลายพิมพ์นิ้วมือกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การตรวจพิสูจน์เป็นไปด้วยความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว สำหรับงานตำรวจที่มีจำนวนลายพิมพ์นิ้วมือผู้ต้องหาเป็นจำนวนมาก คอมพิวเตอร์ระบบนี้มีใช้อยู่ในกิจการตำรวจหลายประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้า เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และประเทศในแถบยุโรป สำหรับในภูมิภาคเอเชียมีใช้ที่ประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย และประเทศไทย ระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติของสำนักงานตำรวจแห่งชาตินั้น ตั้งอยู่ที่กองทะเบียนประวัติอาชญากร โดยเริ่มเตรียมงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 (ซึ่งในขณะนั้น พลตำรวจเอกสวัสดิ์ อมรวิวัฒน์ ดำรงตำแหน่งอธิบดีกรมตำรวจ) และดำเนินการติดตั้งระบบในปี พ.ศ. 2536 เริ่มใช้งานในปี พ.ศ. 2538 จนถึงปัจจุบัน

สำหรับระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ ของกองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ใช้สำหรับการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือของผู้กระทำความผิดในคดีต่างๆ เพื่อสนับสนุนงานสืบสวน สอบสวน ของพนักงานสอบสวนให้ได้ผลอย่างสมบูรณ์ โดยเริ่มตั้งศูนย์ตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติขึ้นเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534 ภายในศูนย์นี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุ กับแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือของอาชญากรที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์ของกองทะเบียนประวัติอาชญากร ซึ่งการตรวจสอบสามารถกระทำได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

เครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ สามารถตรวจเปรียบเทียบได้ 4 หน้าที่ คือ

1. ตรวจเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุกับฐานข้อมูลลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้ว เพื่อทราบว่าผู้กระทำความผิดคือใคร

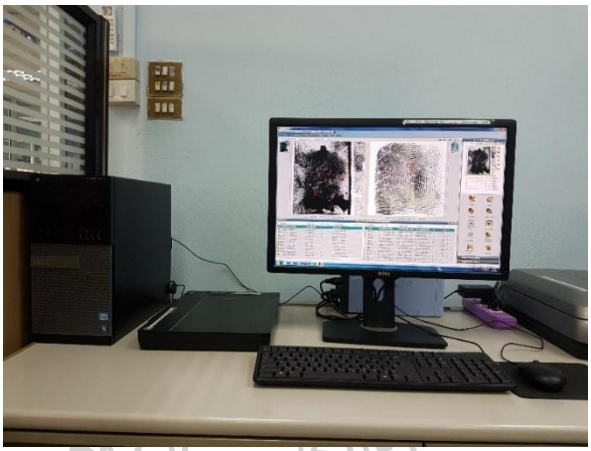
2. ตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัยกับฐานข้อมูลลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้ว เพื่อทราบว่าผู้ต้องสงสัยเคยมีประวัติการกระทำความผิดมาก่อนหรือไม่

3. ตรวจเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุกับฐานข้อมูลรอยลายนิ้วมือแฝง เพื่อทราบว่ามีคดีใดบ้างที่เกิดจากการกระทำความผิดโดยบุคคลคนเดียวกัน

4. ตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัยกับฐานข้อมูลรอยลายนิ้วมือแฝง เพื่อทราบว่าผู้กระทำความผิดเคยกระทำความผิดในคดีอื่นๆ หรือไม่

เครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ จัดว่าเป็นเครื่องมือที่สามารถทำประโยชน์อย่างมากให้แก่เจ้าหน้าที่ตำรวจในการสืบสวน สอบสวน ติดตามตัวผู้กระทำความผิด โดยเฉพาะคดีที่ยังหาตัวผู้ต้องสงสัยไม่ได้ และคาดว่าผู้ต้องสงสัยนั้นน่าจะเคยกระทำความผิดมาก่อน โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุ สามารถนำมาตรวจเปรียบเทียบกับข้อมูลลายพิมพ์นิ้วมือของอาชญากรที่

เก็บไว้ในสารบบได้ด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งผลของการปฏิบัติงานช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถติดตามตัวผู้กระทำความผิดได้เป็นจำนวนมาก (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544)



ภาพที่ 7 เครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ
ที่มา: ภาพถ่ายเครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ ณ กลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝง กองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2561

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

เพ็ญทิพย์ สุตธรรม (2551) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedioneโดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีนินไฮดริน กับวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนกระดาษทั้งหมด 15 ชนิด พบว่า 1,2-อินเดนไดโอน ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้มากถึง 10 ชนิด ได้แก่ กระดาษสีขาว A4 กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว ใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม ส่วนวิธีนินไฮดรินสามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้เพียง 6 ชนิด ได้แก่ กระดาษสีขาว A4 กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว ใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม และเมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง พบว่าบนกระดาษบันทึกรายการเอทีเอ็ม การตรวจด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงในระดับสูงมาก ส่วนวิธีนินไฮดรินให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงในระดับต่ำ (เพ็ญทิพย์ สุตธรรม, 2551)

วิโชติ บุรพชนก (2553) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วยวิธีรมไอโอดีน โดยทำการศึกษาความชัดของลายพิมพ์นิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อนด้วยวิธีรมไอโอดีน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักของแรงกดพิมพ์ลายนิ้วมือที่น้ำหนัก 250 กรัม ให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีความชัดของลายพิมพ์นิ้วมือมากที่สุด สำหรับระยะเวลาของการรมไอโอดีนพบว่า ระยะเวลา 60 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสม และเมื่อศึกษาความคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงพบว่า บนกระดาษที่เก็บเป็นเวลา 1 วัน ให้ลายพิมพ์นิ้วมือที่ชัดเจนมากที่สุด จากการทดลองนี้สรุปว่า วิธีการรมไอโอดีน เป็นวิธีที่สะดวกง่ายในการทำการทดลอง และสามารถหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ดีในกระดาษความร้อน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ (วิโชติ บุรพชนก, 2553)

นันทกาล ตาลจินดา (2555) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 24 ชั่วโมง บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษเอทีเอ็ม กระดาษใบเสร็จจากร้านค้า และกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอนโดยการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการพิมพ์นิ้วชี้ของอาสาสมัคร 10 คน เป็นเพศหญิง 5 คน และเพศชาย 5 คน อายุระหว่าง 20-35 ปี จากการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษพบว่า การตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน ให้คุณภาพความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงมากที่สุด (นันทกาล ตาลจินดา, 2555)

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Wilkinson (2000) ทำการศึกษาวิจัยศักยภาพของ 1,2-อินเดนไดโอน ที่นำมาใช้เป็นสารละลายเพื่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิด นอกเหนือจากการใช้สาร DFO ที่ใช้กันอยู่ การศึกษาครั้งนี้นำไปสู่การค้นพบสารเคมีที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงเกิดการเรืองแสง และสามารถนำมาใช้เป็นระบบการเรียงลำดับสารละลายรีเอเจ้นท์ เพื่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ โดยใช้ 1,2-อินเดนไดโอน ก่อน จากนั้นจึงใช้นินไฮดริน ตามลำดับ ทั้งนี้จะไม่สามารถใช้นินไฮดรินก่อน 1,2-อินเดนไดโอน ได้เลยในกระดาษที่ใช้แล้ว (Wilkinson, 2000)

Wallace-Kankelandothers (2007) ทำการศึกษาวิจัยหาความเหมาะสมของ 1,2-indanedione เพื่อใช้เป็นรีเอเจ้นท์ลายนิ้วมือและประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริง โดยการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูพรุน เช่น กระดาษ เทียบกับ ninhydrin และ DFO โดยนำเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ และเครื่อง Condor Chemical Imaging Macroscopic ส่องตรวจเพื่อให้เห็นลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1,2- indanedione เป็นสารเคมีที่ให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบสูงกว่าการใช้นินไฮดริน และ DFO และมีความว่องไวมากกว่าการใช้วิธีการแบบเดิม (Wallace-Kankel et al., 2007)

Jasuja and Singh (2009) ทำการศึกษาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล โดยที่กระดาษเทอร์มอล (thermal paper) หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า กระดาษสลิป จัดเป็นกระดาษที่นิยมใช้กันมากในชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้กระดาษเทอร์มอลเป็นหนึ่งในวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุที่มีการตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดนี้ โดยในการศึกษาวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงโดยการรมด้วยไอของไอโอดีน ซึ่งพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงมีความคงทน และไม่ทำให้สีของพื้นหลังของกระดาษเทอร์มอลมีการเปลี่ยนแปลง และสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ถูกเก็บไว้เป็นระยะเวลานานได้ถึง 1 ปี โดยในการศึกษานี้ได้อธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนกระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งแบ่งเป็น 4 ประเภท กระดาษแต่ละชนิดจะปรากฏสีของลายนิ้วมือแฝงหลังการรมไอโอดีนแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับการทำปฏิกิริยาของไอโอดีนกับสารเคมีที่มีหมู่โครงสร้างที่แตกต่างกัน โดยการแทนที่ของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ บน leuco dye (lactone ring) ที่อยู่บนกระดาษเทอร์มอล ส่วนรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีสารคัดหลั่งไขมันจะปรากฏรอยลายนิ้วมือชัดเจนกว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ปราศจากสารคัดหลั่งไขมัน และจะแตกต่างกันอย่างชัดเจนในกรณีที่ทดสอบกับรอยลายนิ้วมือแฝงที่ทิ้งไว้เป็นเวลานาน (Jasuja & Singh, 2009)

Lewin-Elardandothers (2017) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจหารอยลายนิ้วแฝงด้วยวิธีการตรวจเก็บด้วยสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน 3 ชนิด คือ วิธีนินไฮดริน วิธี DFO และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนตั๋วรถไฟซึ่งด้านหนึ่งเป็นเยื่อกระดาษ อีกด้านหนึ่งเป็นกระดาษเทอร์มอลโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคุณภาพรอยลายนิ้วแฝงที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ พบว่าวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วแฝงที่เหมาะสมในการตรวจเก็บตั๋วรถไฟด้านที่เป็นเยื่อกระดาษคือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอนวิธีนินไฮดริน และวิธี DFO ตามลำดับ ส่วนตั๋วรถไฟด้านที่เป็นกระดาษเทอร์มอลคือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอนวิธี DFOและวิธีนินไฮดริน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปริมาณของตั๋วรถไฟที่ตรวจเก็บทั้งสองด้านของตั๋วรถไฟแล้วให้คุณภาพรอยลายนิ้วแฝงที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ พบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธี DFO และวิธีนินไฮดริน ตามลำดับ (Lewin-Elard, Liptz, Bar-or, & Almog, 2017)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการวิจัย
2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการวิจัย

ชนิดของกระดาษเทอร์มอลที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย ใช้กระดาษตัวอย่าง 3 ชนิด คือ

1. กระดาษแฟกซ์ จากร้านรับ-ส่งแฟกซ์
2. ใบบันทึกเอทีเอ็ม จากเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติ ธนาคารกรุงไทย
3. ใบเสร็จร้านค้า จากร้าน 7-11

ซึ่งสามารถพบได้ในสถานที่ทำงาน ร้านค้า และที่พักอาศัย ในเขตกรุงเทพมหานคร

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
   1.1 เครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติของ Gemalto N.V.
   1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ของ บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด
   1.3 บีกเกอร์ ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.4 ช้อนตักสาร ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.5 กระบอกตวง ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.6 แท่งแก้วสำหรับคนสารละลาย ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.7 ที่คีบตัวอย่าง ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.8 ขวดสีชาสำหรับใส่สารละลาย ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.9 ภาชนะปิดสำหรับใช้รมไอโอดีน ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
   1.10 ภาชนะใส่สารละลายสำหรับจุ่มตัวอย่าง ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์

1.11 กล้องถ่ายภาพดิจิตอล Nikon รุ่น D800

2. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

2.1 Iodine ของศึกษาภัณฑ์พาณิชย์

2.2 Ninhydrin (2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione) ของ Ajax Finechem Pty Ltd

2.3 1,2-Indanedione ของ BVDA International bv

2.4 Acetic Acidของ QREC (ASIA) SDN BHD

2.5 Petroleum Ether ของ Merck KGaA

2.6 Ethyl Acetate ของ Ajax Finechem Pty Ltd

2.7 Methanol ของ Merck KGaA

2.8 Isopropanol ของ Merck KGaA

2.9 Ethanol ของ Merck KGaA

2.10 Zinc Chloride ของ Ajax Finechem Pty Ltd

2.11 HFE-7100 Solvent (methoxynonafluoroisobutane/methoxynonafluoro - butane) ของ 3M Thailand Limited

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝง

1.1 เตรียมการกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิดได้แก่ กระดาษแฟกซ์ จากร้านรับ-ส่งแฟกซ์ใบบันทึกเอทีเอ็มจากเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติธนาคารกรุงไทยและใบเสร็จร้านค้า จากร้าน 7-11 ชนิดละ 36 แผ่น รวมกระดาษเทอร์มอลทั้งหมด 108 แผ่น

1.2 ให้อาสาสมัครเป็นหญิงไทย อายุ 27 ปี น้ำหนัก 70 กิโลกรัม ส่วนสูง 153 เซนติเมตร รูปร่างอ้วน ลักษณะมีเหงื่อมาก ทำการกดนิ้วหัวแม่มือขวา ด้วยแรง 500 กรัม นาน 10 วินาที ลงบนกระดาษเทอร์มอล และเว้นระยะเวลาการประทับแต่ละตัวอย่างห่างกัน 1 ชั่วโมง ทั้งหมดรวม 108 ตัวอย่าง วางตัวอย่างทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิห้อง

1.3 นำตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดที่ประทับลายนิ้วมือแล้ว ชนิดละ 36 ตัวอย่าง มาแบ่งเป็น 4 ชุดๆ ละ 9 ตัวอย่าง โดยแต่ละชุดเตรียมเพื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน 7 วัน 15 วัน และ 30 วัน

2. เตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายเตรียมตามคู่มืออบรม Fingermark Detection & Enhancement (Stoilovic & Lennard, 2012)

2.1 เตรียมไอโอดีน

ชั่งเกล็ดไอโอดีน 10 กรัม ใส่ลงในภาชนะปิด

2.2 เตรียมสารละลายนินไฮดริน

Stock solution: ชั่งสารเคมีนินไฮดริน 35 กรัม ละลายใน Ethanol 425 มิลลิลิตร เติม Ethyl Acetate35 มิลลิลิตร แล้วเติม Acetic acid40 มิลลิลิตร จะได้สารละลายใสปริมาตรรวม 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและในที่มืด

Working solution: นำ Stock solution ที่เตรียมไว้ 65 มิลลิลิตร มาเจือจางด้วย HFE-7100 935 มิลลิลิตร จะได้สารละลายใสปริมาตรรวม 1,000 มิลลิลิตร

2.3 เตรียมสารละลาย 1,2-อินเดนไดโอน

Stock solution: ชั่งสาร Zinc Chloride 8 กรัม ละลายใน Ethanol 200 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและในที่มืด

Working solution: ชั่งสารเคมี 1,2-อินเดนไดโอน 0.35 กรัม ละลายด้วย Ethyl Acetate40 มิลลิลิตร คนให้ละลาย จากนั้นเติม HFE-7100 Solvent960 มิลลิลิตร แล้วเติม Zinc chloride Stock solution 4 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและในที่มืด

3. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ด้วยวิธีรมไอโอดีน

นำเกล็ดไอโอดีนใส่ลงในภาชนะปิด พร้อมด้วยตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่จะใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง เกล็ดไอโอดีนในภาชนะปิดจะระเหิดเป็นไอไปเกาะไขมันจากเหงื่อที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝง จะปรากฏเห็นเป็นลายนิ้วมือสีน้ำตาลส้ม แล้วถ่ายรูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดทันที ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล Nikon รุ่น D800 แล้วนำภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

3.2 ด้วยวิธีนินไฮดริน

นำตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่จะใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง จุ่มลงในสารละลายนินไฮดริน ทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที ถ่ายรูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษเทอร์มอลตัวอย่างแต่ละชนิดด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล Nikon รุ่น D800 แล้วนำภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

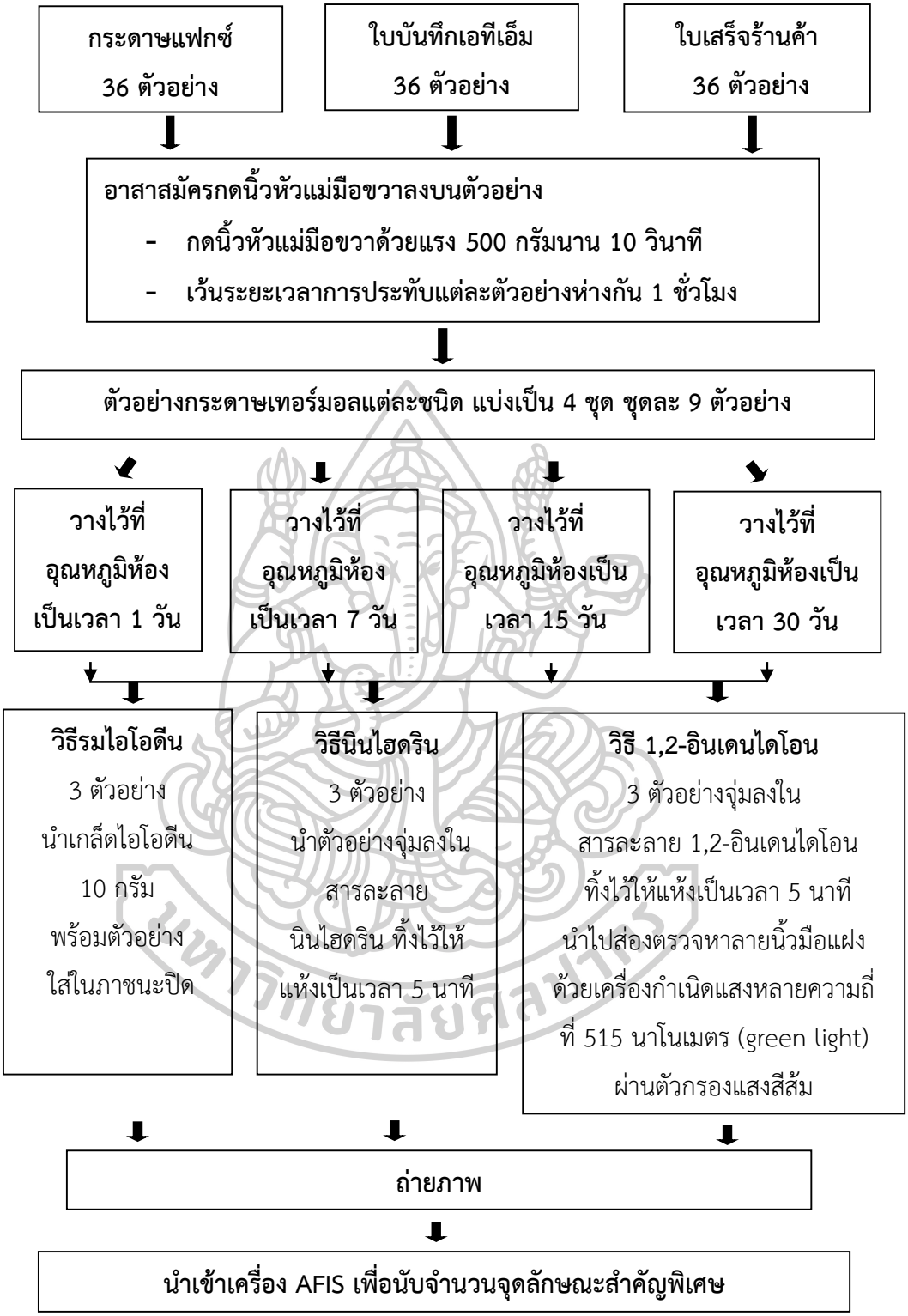
3.3 ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

นำตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่จะใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง จุ่มลงในสารละลาย 1,2-อินเดนไดโอน ทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที นำไปส่องตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ที่ 515 นาโนเมตร (green light) ทำการถ่ายรูปด้วยกล้องถ่ายภาพ

ดิจิตอล Nikon รุ่น D800 ผ่านตัวกรองแสงสีส้ม นำภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้บนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

3.4 การดำเนินการกับตัวอย่าง

ดำเนินการกับตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังภาพ



ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการดำเนินการกับตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ที่วางไว้เป็นระยะเวลา 1, 7, 15 และ 30 วัน แล้วทำการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ทำการตรวจนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ โดยใช้ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ แล้วนำจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมาคำนวณค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ โดยสำหรับประเทศไทย จะใช้รอยลายนิ้วมือแฝงในการยืนยันตัวบุคคลได้ เมื่อมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ตั้งแต่ 10 จุดขึ้นไป (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลของอายุของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน แสดงดังภาพที่ 9-20

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

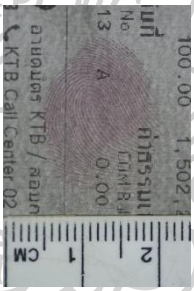
ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลของอายุของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

รอยลายนิ้วมือแฝงจากนิ้วหัวแม่มือขวาของอาสาสมัครหญิงไทย วัย 27 ปี จำนวน 1 คน ที่ประทับด้วยแรง 500 กรัม นาน 10 วินาที ลงบนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า นำมาตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน แต่ละวิธีจะทำการทดสอบกับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ทำการบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล Nikon รุ่น D800 โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง รวมตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่ทำการทดสอบทั้งสิ้น 108 ตัวอย่าง

การทดสอบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน กับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ซึ่งประทับลงบนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า แสดงดังภาพที่ 9-20

วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

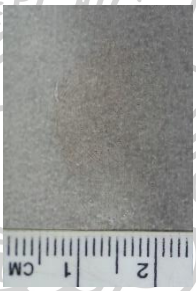
ภาพที่ 9 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

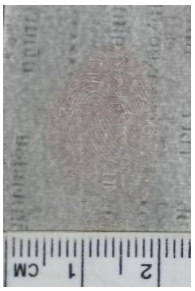
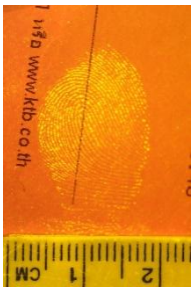
ภาพที่ 10 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

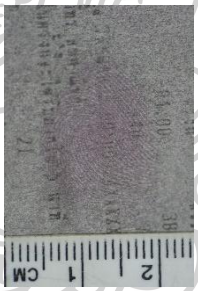
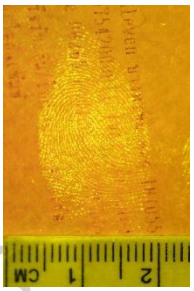
ภาพที่ 11 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

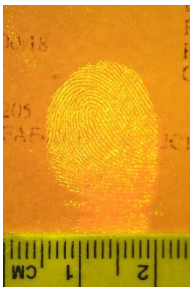
ภาพที่ 12 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

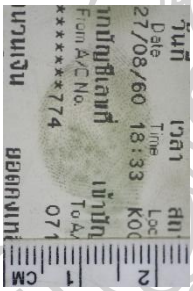
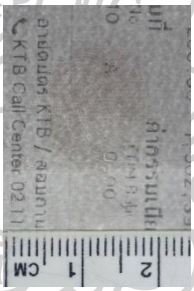
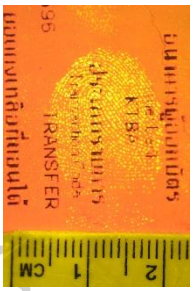
ภาพที่ 13 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

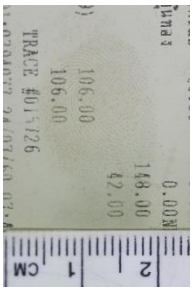
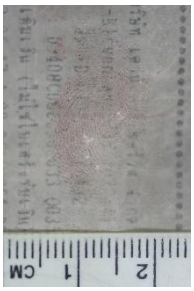
ภาพที่ 14 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

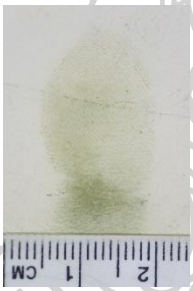
ภาพที่ 15 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

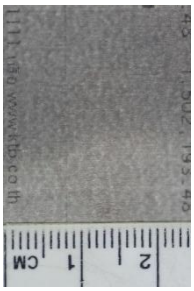
ภาพที่ 16 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ภาพที่ 17 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

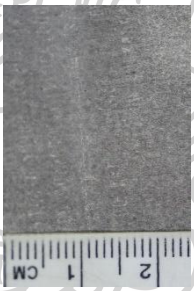
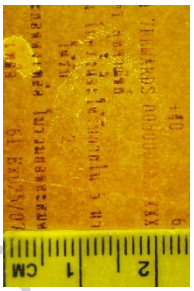
		
วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ภาพที่ 18 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน



วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ภาพที่ 19 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

วิธีรมไอโอดีน	วิธีนินไฮดริน	วิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ภาพที่ 20 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดรินและวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

จากภาพที่ 9, 12, 15 และ 18 จะพบว่าการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ด้วยวิธีรมไอโอดีนจะมีความคมชัดมากที่อายุลายนิ้วมือแฝง 1 วัน โดยความคมชัดจะลดลงเมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น ส่วนการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีนินไฮดรินจะมีความคมชัดน้อยสำหรับอายุลายนิ้วมือแฝง 1 วัน และจะไม่สามารถมองเห็นรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุตั้งแต่ 7 วันขึ้นไป ส่วนการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

จะมีความคมชัดสูงจนถึงอายุลายนิ้วมือแฝง 15 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน สำหรับลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน จะมีความคมชัดน้อยมาก

จากภาพที่ 10, 13, 16 และ 19 จะพบว่าการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็ม จะมีความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น โดยวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงมีความคมชัดมากที่สุด สำหรับลายนิ้วมือแฝงทุกช่วงอายุ ได้แก่วิธี วิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไอดริน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ที่ทำการตรวจเก็บทั้ง 3 วิธี จะมีความคมชัดน้อยมาก

จากภาพที่ 11, 14, 17 และ 20 จะพบว่าการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านค้า จะมีความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น โดยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน และ 7 วัน การตรวจเก็บทั้ง 3 วิธี จะมีความคมชัดใกล้เคียงกัน ส่วนลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน การตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน จะมีความคมชัดใกล้เคียงกัน ในขณะที่การตรวจเก็บด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีความคมชัดน้อยกว่ามาก นอกจากนี้ยังพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ที่ทำการตรวจเก็บทั้ง 3 วิธี จะมีความคมชัดน้อยมาก

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ผลการวิเคราะห์การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างทั้งหมด 108 ตัวอย่าง ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล Nikon รุ่น D800 นำภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 1-6

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนกระดาษแฟกซ์ (n=3)

วิธี	1 วัน		7 วัน		15 วัน		30 วัน	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
วิธีรมไอโอดีน	49.33	4.16	31.67	2.08	22.67	2.52	3.67	1.53
วิธีนินไฮดริน	3.67	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2-อินเดนไดโอน	47.67	2.52	45.67	1.53	41.00	3.00	3.67	1.53

จากตารางข้างต้นพบว่า

รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น โดยการตรวจเก็บด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงมากกว่า 40 จุด จนถึงอายุลายนิ้วมือแฝง 15 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่าวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน นอกจากนี้ยังพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีนินไฮดริน ในทุกช่วงอายุลายนิ้วมือแฝงจะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุด และเมื่อพิจารณาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน จะพบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุดในทุกวิธีการตรวจเก็บซึ่งไม่สามารถนำไปตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม (n=3)

วิธี	1 วัน		7 วัน		15 วัน		30 วัน	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
วิธีรมไอโอดีน	42.33	4.04	31.33	1.52	21.00	2.00	2.00	1.00
วิธีนินไฮดริน	42.00	3.00	29.67	2.89	10.33	1.53	0.00	0.00
1,2-อินเดนไดโอน	55.00	2.65	37.33	0.58	31.00	5.29	6.33	3.79

จากตารางข้างต้นพบว่า

รอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มจะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน พบว่ามีเพียงการตรวจเก็บด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงมากกว่า 30 จุด ส่วนวิธีนินไฮดริน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเกือบต่ำกว่า 10 จุด และเมื่อพิจารณาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน จะพบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุด ในทุกวิธีการตรวจเก็บ ซึ่งไม่สามารถนำไปตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนใบเสร็จร้านค้า (n=3)

วิธี	1 วัน		7 วัน		15 วัน		30 วัน	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
วิธีรมไอโอดีน	40.67	1.52	30.67	2.08	20.33	2.52	2.00	1.73
วิธีนินไฮดริน	42.33	4.73	29.00	4.00	19.00	3.00	0.00	0.00
1,2-อินเดนไดโอน	37.67	2.31	30.67	2.08	10.33	2.31	2.00	1.00

จากตารางข้างต้นพบว่า

รอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านค้าจะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน พบว่ามีเพียงการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงมากกว่า 20 จุด ส่วนวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเกือบต่ำกว่า 10 จุด และเมื่อพิจารณาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน จะพบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุด ในทุกวิธีการตรวจเก็บ ซึ่งไม่สามารถนำไปตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน

ชนิดกระดาษ	1 วัน		7 วัน		15 วัน		30 วัน	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	49.33	4.16	31.67	2.08	22.67	2.52	3.67	1.53
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	42.33	4.04	31.33	1.52	21.00	2.00	2.00	1.00
ใบเสร็จร้านค้า	40.67	1.52	30.67	2.08	20.33	2.52	2.00	1.73

จากตารางข้างต้น พบว่า

รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้าที่มีอายุ 1, 7 และ 15 วัน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่า 40, 30 และ 20 จุดตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน ไม่สามารถใช้ตรวจเก็บ

ลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนกระดาษทั้ง 3 ชนิดได้ เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุด

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธีนินไฮดริน

ชนิดกระดาษ	1 วัน		7 วัน		15 วัน		30 วัน	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	3.67	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	42.00	3.00	29.67	2.89	10.33	1.53	0.00	0.00
ใบเสร็จร้านค้า	42.33	4.73	29.00	4.00	19.00	3.00	0.00	0.00

จากตารางข้างต้น พบว่า

รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีนินไฮดริน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้าที่มีอายุ 1, 7 และ 15 วัน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่า 40, 20 และ 10 จุด ตามลำดับ แต่จะสังเกตพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มที่มีอายุ 15 วัน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเกือบต่ำกว่า 10 จุดนอกจากนี้ยังพบว่าการตรวจเก็บด้วยวิธีนินไฮดรินไม่สามารถใช้ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนกระดาษทั้ง 3 ชนิดได้ เนื่องจากไม่สามารถตรวจพบจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ

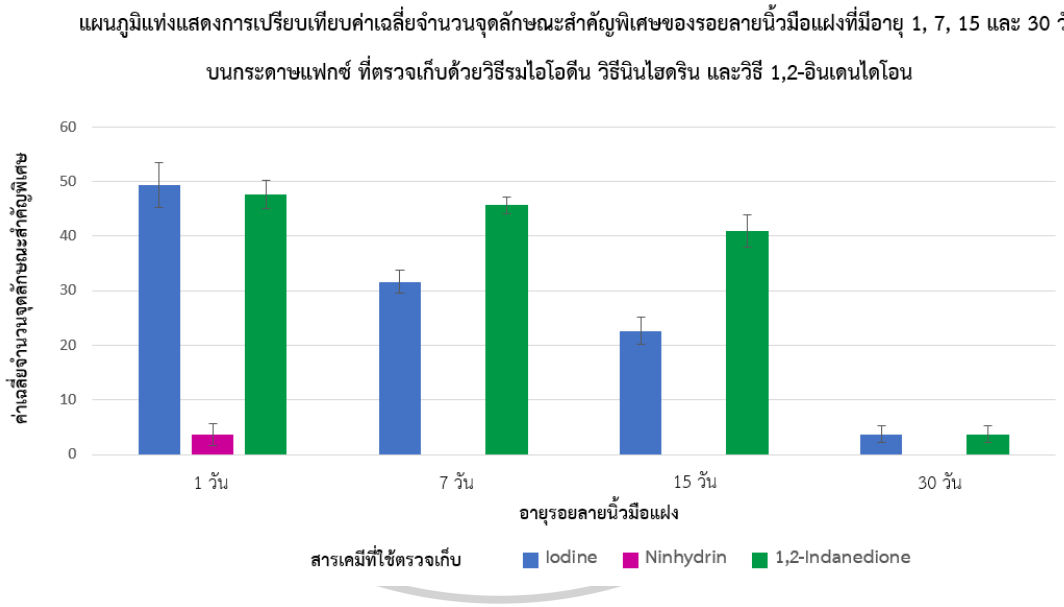
ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ชนิดกระดาษ	1 วัน		7 วัน		15 วัน		30 วัน	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	47.67	2.52	45.67	1.53	41.00	3.00	3.67	1.53
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	55.00	2.65	37.33	0.58	31.00	5.29	6.33	3.79
ใบเสร็จร้านค้า	37.67	2.31	30.67	2.08	10.33	2.31	2.00	1.00

จากตารางข้างต้น พบว่า

รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอนบนกระดาษแฟกซ์ และใบบันทึกเอทีเอ็ม ที่มีอายุต่ำ 15 วัน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่า 40 และ 30 จุด ตามลำดับ ส่วนรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านค้าที่มีอายุ 15 วัน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเกือบต่ำกว่า 10 จุด นอกจากนี้ยังพบว่าการตรวจเก็บด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอนไม่สามารถใช้ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน บนกระดาษทั้ง 3 ชนิดได้ เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุด

แสดงในรูปของแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ได้ดังนี้

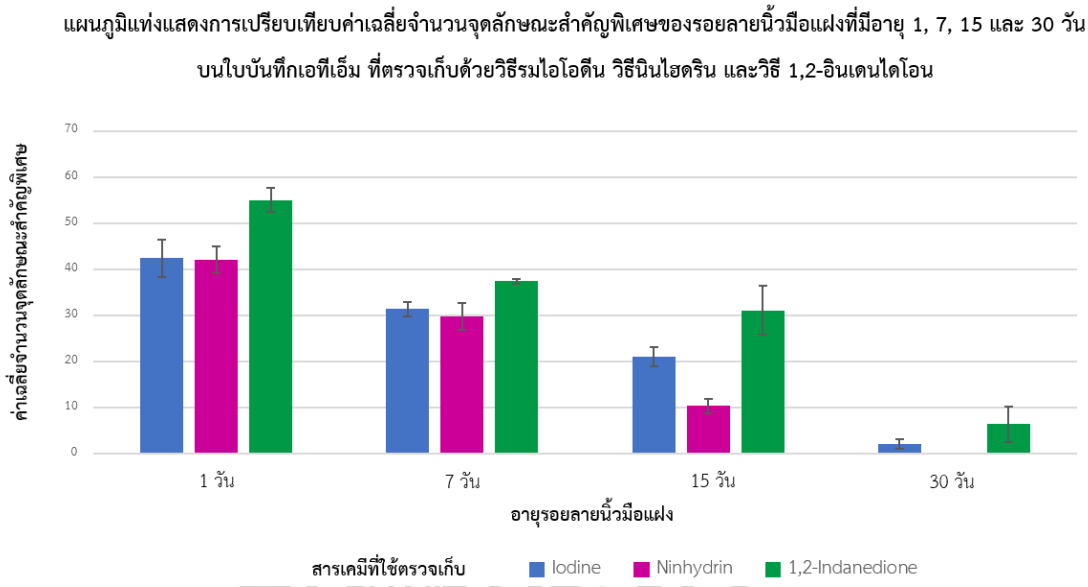


ภาพที่ 21 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3)

จากภาพที่ 21 เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจเก็บบนกระดาษแฟกซ์ พบว่า วิธี 1,2-อินเดนไดโอน มีความสามารถในการตรวจเก็บมากที่สุด เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงถึง 41.00 จุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าวิธีรมไอโอดีนและวิธีนินไฮดริน สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elardandothers (2017)

ซึ่งพบว่าวิธี1,2-อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอล มากกว่าวิธีนินไฮดริน (Lewin-Elard et al., 2017)

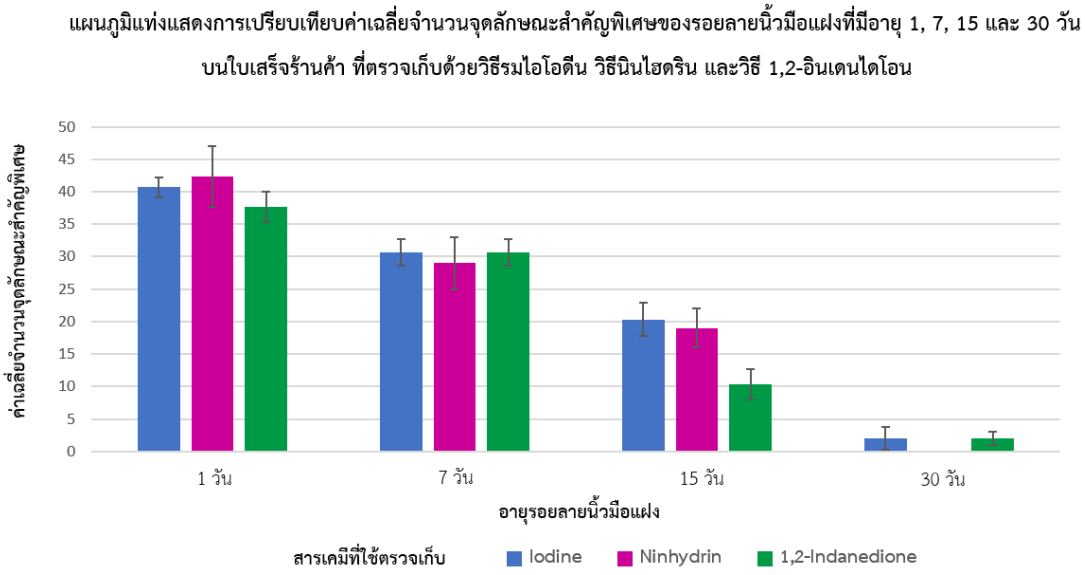
แสดงในรูปของแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ได้ดังนี้



ภาพที่ 22 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3)

จากภาพที่ 22 เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจเก็บบนใบบันทึกเอทีเอ็ม พบว่า วิธี 1,2-อินเดนไดโอน มีความสามารถในการตรวจเก็บมากที่สุด เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่าวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน ในทุกอายุของรอยลายนิ้วมือแฝง โดยสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 31.00 จุด สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elardandothers (2017)ซึ่งพบว่าวิธี1,2-อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอล มากกว่าวิธีนินไฮดริน (Lewin-Elard et al., 2017)

แสดงในรูปของแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ได้ดังนี้



ภาพที่ 23 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนใบเสร็จร้านค้า ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3)

จากภาพที่ 23 เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจเก็บบนใบเสร็จร้านค้า พบว่า วิธีรมไอโอดีน มีความสามารถในการตรวจเก็บมากที่สุด เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง15วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 20.33จุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าวิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นันทกาล ตาลจินดา ที่พบว่าการตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีรมไอโอดีนให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงดีกว่าวิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (นันทกาล ตาลจินดา, 2555)

นอกจากนี้ จากภาพที่ 21-23 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ลดลง เมื่ออายุของรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 5
สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า และเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ทั้งนี้ เพื่อนำไปประยุกต์เลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล เพิ่มความสามารถในการจับกุมผู้กระทำความผิดในคดีอาชญากรรม เป็นการสร้างความยุติธรรมให้กับผู้บริสุทธิ์หรือผู้ถูกกล่าวหา

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จากการนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ผลการวิจัยพบว่า รอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลงเมื่ออายุของรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น

วิธีการตรวจเก็บที่มีความเหมาะสมมากที่สุดบนกระดาษแฟกซ์ คือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอน เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 41.00 จุด ซึ่งสูงกว่าวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดรินและสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elardandothers (2017) ซึ่งพบว่าวิธี 1,2-อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอล มากกว่าวิธีนินไฮดริน (Lewin-Elard et al., 2017)

วิธีการตรวจเก็บที่มีความเหมาะสมมากที่สุดบนใบบันทึกเอทีเอ็ม คือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอน เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 31.00 จุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน โดยพบว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เพ็ญทิพย์ สุตธรรม ที่ทำการวิจัยเรื่อง การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วยวิธี 1,2-Indanedione ที่มีการตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็มด้วยวิธี 1,2-Indanedione ได้คุณภาพความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (เพ็ญทิพย์ สุตธรรม, 2551) และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elardandothers (2017) ซึ่งพบว่าวิธี 1,2-อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอลมากกว่าวิธีนินไฮดริน (Lewin-Elard et al., 2017)

วิธีการตรวจเก็บที่มีความเหมาะสมมากที่สุดบนใบเสร็จร้านค้า คือ วิธีรมไอโอดีน เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 20.33 จุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าวิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ส่วนรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ที่มีอายุนาน 30 วัน ไม่สามารถตรวจเก็บได้ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่ำกว่า 10 จุด ซึ่งไม่สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

จึงสามารถสรุปได้ว่าจากผลการวิจัย การตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน สามารถนำไปประยุกต์เลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า เพื่อเพิ่มคุณค่าของวัตถุพยานที่เป็นกระดาษเทอร์มอล นำไปสู่การจับกุมผู้กระทำความผิดในคดีอาชญากรรม สร้างความยุติธรรมให้กับผู้บริสุทธิ์หรือผู้ถูกกล่าวหาได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาโดยใช้ลายนิ้วมือแฝงที่ประทับใหม่บนกระดาษเทอร์มอล แต่ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบในที่เกิดเหตุบางครั้งเป็นลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิววัสดุประเภทรูพรุนชนิดอื่น จึงควรศึกษาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุประเภทรูพรุนชนิดอื่นเพิ่มเติม

2. การวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จึงอาจทำการศึกษาการตรวจเก็บด้วยวิธีอื่นๆ เพิ่มเติม

3. ควรทำการศึกษาด้วยตัวอย่างของจริงที่ตรวจเก็บจากสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งไม่ได้มีการควบคุมตัวแปรต่างๆ เช่น น้ำหนักแรงกดในการหยิบจับกระดาษเทอร์มอล ลักษณะการประทับรอยลายนิ้วมือแฝง ปริมาณเหงื่อ อุณหภูมิในสถานที่เกิดเหตุ เป็นต้น

ภาคผนวก

ตารางที่ 7 ตารางบันทึกข้อมูลจำนวนจุดลักษณะลักษณะสำคัญพิเศษบนลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจพบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ชนิดของกระดาษ/ อายุลายนิ้วมือ	วิธีรมไอโอดีน			วิธีนินไฮดริน			วิธี 1,2-อินเดนไดโอน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1.กระดาษแฟกซ์/ 1 วัน									
2.ใบบันทึกเอทีเอ็ม/1 วัน									
3.ใบเสร็จร้านค้า/1 วัน									
4.กระดาษแฟกซ์/ 7 วัน									
5.ใบบันทึกเอทีเอ็ม/7 วัน									
6.ใบเสร็จร้านค้า/7 วัน									
7.กระดาษแฟกซ์/ 15 วัน									
8.ใบบันทึกเอทีเอ็ม/15 วัน									
9.ใบเสร็จร้านค้า/15 วัน									
10.กระดาษแฟกซ์/ 30 วัน									
11.ใบบันทึกเอทีเอ็ม/30 วัน									
12.ใบเสร็จร้านค้า/30 วัน									

ตารางที่ 8 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	48	54	46	49.33	4.16
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	46	38	43	42.33	4.04
ใบเสร็จร้านค้า	41	39	42	40.67	1.52

ตารางที่ 9 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	31	30	34	31.67	2.08
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	30	33	31	31.33	1.52
ใบเสร็จร้านค้า	29	30	33	30.67	2.08

ตารางที่ 10 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	23	20	25	22.67	2.52
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	21	23	19	21.00	2.00
ใบเสร็จร้านค้า	18	20	23	20.33	2.52

ตารางที่ 11 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ด้วยวิธีรมไอโอดีน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	5	4	2	3.67	1.53
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	3	1	2	2.00	1.00
ใบเสร็จร้านค้า	1	4	1	2.00	1.73

ตารางที่ 12 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	3	2	6	3.67	2.08
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	42	39	45	42.00	3.00
ใบเสร็จร้านค้า	37	46	44	42.33	4.73

ตารางที่ 13 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	0	0	0	0.00	0.00
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	33	28	28	29.67	2.89
ใบเสร็จร้านค้า	33	25	29	29.00	4.00

ตารางที่ 14 แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	0	0	0	0.00	0.00
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	12	9	10	10.33	1.53
ใบเสร็จร้านค้า	22	19	16	19.00	3.00

ตารางที่ *15* แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ด้วยวิธีนินไฮดริน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	0	0	0	0.00	0.00
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	0	0	0	0.00	0.00
ใบเสร็จร้านค้า	0	0	0	0.00	0.00

ตารางที่ *16* แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	50	48	45	47.67	2.52
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	56	52	57	55.00	2.65
ใบเสร็จร้านค้า	39	39	35	37.67	2.31

ตารางที่ *17* แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 7 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	44	47	46	45.67	1.53
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	37	37	38	37.33	0.58
ใบเสร็จร้านค้า	29	30	33	30.67	2.08

ตารางที่ *18* แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	44	41	38	41.00	3.00
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	35	25	33	31.00	5.29
ใบเสร็จร้านค้า	9	13	9	10.33	2.31

ตารางที่ *19* แสดงชนิดของกระดาษเทอร์มอล กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ชนิดกระดาษ	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบ			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_1	X_2	X_3	$\bar{X}$	SD
กระดาษแฟกซ์	5	2	4	3.67	1.53
ใบบันทึกเอทีเอ็ม	8	2	9	6.33	3.79
ใบเสร็จร้านค้า	3	2	1	2.00	1.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Jasuja, O. P., & Singh, G. (2009). Development of latent fingermarks on thermal paper: Preliminary investigation into use of iodine fuming. *Forensic Science International, 192*(1-3), e11-e16.

Lewin-Elard, M., Liptz, Y., Bar-or, K. L., & Almog, J. (2017). 1,2-Indanedione - A winning ticket for developing fingermarks: A validation study. *Forensic Science International, 271*, 8-12.

Schwarz, L., & Klenke, L. (2010). Improvement in latent fingerprint detection on thermal paper using a one-step ninhydrin treatment with polyvinylpyrrolidones (PVP). *Journal of Forensic Sciences, 55*(4), 1076-1079.

Stoilovic, M., & Lennard, C. (2012). *Fingerprint Detection & Enhancement, Incorporating Light Theory and General Forensic Applications of Optical Enhancement Techniques* (6th ed.). Canberra: Australian Federal Police.

Wallace-Kankel, C., Lennard, C., & Roux, C. (2007). Optimisation and Evaluation of 1,2-indanedione for use as a fingermark reagent and its application to real samples. *Forensic Science International, 168*(1), 14-26.

Wilkinson, D. (2000). Spectroscopic study of 1,2-indandione. *Forensic Science International, 114*(3), 123-132.

นันทกาล ตาลจินดา. (2555). การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี *1,2* อินเดนไดโอน. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์), มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บริษัท เจ เค เปเปอร์ จำกัด. (2561). กระดาษความร้อน. Retrieved from http://www.jkpaper.co.th/thermal.html

เพ็ญทิพย์ สุตธรรม. (2551). การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย *1,2-indanedione.* (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิโชติ บุรพชนก. (2553). การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วยวิธีรมไอโอดีน. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์), มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ. (2544). นิติวิทยาศาสตร์ *2* เพื่อการสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด.

อัมพา สำโรงทอง. (2549). ลายนิ้วมือเกิดขึ้นได้อย่างไร? Retrieved from http://www.dss.go.th/images/st-article/pep_1_2550_palmprint.pdf

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ว่าที่ ร้อยตำรวจเอกหญิง สมภัทร สุขพาณิชย์
วัน เดือน ปี เกิด	14 ตุลาคม 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) สาขาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	269/187 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 35 ถนนริมคลองชักพระ แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร