



การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione

โดย

เพ็ญทิพย์ สุตธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione

โดย

เพ็ญทิพย์ สุตธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**DEVELOPING LATENT FINGERPRINTS ON VARIOUS TYPES OF PAPERS BY USING
1,2-INDANEDIONE**

**By
Pentip Suttatham**

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Program of Forensic Science

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2008

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การตรวจหา
ลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione ” เสนอโดย นางเพ็ญทิพย์ สุทธธรรม เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง
2. รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์
3. พันตำรวจโทหญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

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

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วีรชัย พุทธวงศ์)

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

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

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

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์)

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

..... กรรมการ

(พันตำรวจโทหญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์)

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

50312319 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : ลายนิ้วมือแฝง, 1,2-indanedi-one

นางเพ็ญทิพย์ สุตธรรม : การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedi-one. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ. ดร. ศิริรัตน์ ชุสกุลเกรียง, รศ. พ.ต.อ. สันต์ สุขว้าง และ พ.ต.ท. หญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์. 91 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษและคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง ด้วยวิธี 1,2-indanedi-one ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ เปรียบเทียบกับวิธี ninhydrin ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป โดยเตรียมตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 15 ชนิด และทำการนับจำนวนจุด minutiae ด้วยระบบ Automated Fingerprint Identification System (AFIS) และนำจุด minutiae ที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

จากการศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงพบว่า วิธีการ 1,2-indanedi-one ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถใช้ตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้มากถึง 10 ชนิด ส่วน วิธี ninhydrin สามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้เพียง 6 ชนิด และเมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ได้ ผู้วิจัยได้แบ่งระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงออกเป็น 5 ระดับตามจำนวนจุด minutiae คือ ระดับ A คือ มีคุณภาพสูงมาก ระดับ B คือ มีคุณภาพสูง ระดับ C คือ มีคุณภาพปานกลาง ระดับ D คือ มีคุณภาพต่ำ และ ระดับ E คือ มีคุณภาพต่ำมาก ผลการทดลองพบว่าวิธี 1,2-indanedi-one ให้คุณภาพที่ระดับ A ในกระดาษ 7 ชนิด ระดับ B ในกระดาษ 1 ชนิด ที่ระดับ C ในกระดาษ 1 ชนิด ที่ระดับ D ในกระดาษ 1 ชนิด และที่ระดับ E ในกระดาษ 5 ชนิด ส่วนวิธี ninhydrin ให้คุณภาพที่ระดับ B ในกระดาษ 4 ชนิด ที่ระดับ C ในกระดาษ 1 ชนิด ที่ระดับ D ในกระดาษ 1 ชนิด และที่ระดับ E ในกระดาษ 9 ชนิด

กล่าวโดยสรุป วิธี 1,2 indanedi-one ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงและให้ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง ที่ดีมากกว่า วิธี ninhydrin บนกระดาษหลายชนิด

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. 2. 3.

50312319 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORD: LATENT FINGERPRINT, 1,2-INDANEDIONE

PENTIP SUTTATHAM : DEVELOPING LATENT FINGERPRINTS ON VARIOUS TYPES OF PAPERS BY USING 1,2-INDANEDIONE. THESIS ADVISORS : SIRIRAT CHUSAKULKRENG, Ph.D., ASSOC. PROF. POL.COL. SANT SUKHAWAT, AND POL.LT.COL. WIWAN SUWANSAMRITH. 91pp.

The objective of this research was to investigate the quality of latent fingerprints developed by using 1,2-indanedione coupled with an alternate light source on various types of papers. The results were compared with those obtained from the widely used ninhydrin method. The latent fingerprint samples were prepared on 15 types of papers and were detected for minutiae points by an Automated Fingerprint Identification System (AFIS). The results were then taken for statistical analyses.

The method of 1,2-indanedione with the alternate light source could detect the latent fingerprints on 10 types of papers while the ninhydrin method detected the latent fingerprints on 6 types of papers. In order to compare the quality of the latent fingerprints observed by the two methods, the degree of quality was graded into 5 levels, according to the numbers of minutiae points, as A for the very high quality, B for the high quality, C for the moderate quality, D for the low quality and E for the very low quality.

It was found that the method of 1,2-indanedione was graded as A level on 7 types of papers, as B, C and D levels, each on 1 type of paper and as E level on 5 types of papers. The ninhydrin method showed the results that can be graded as B level on 4 types of papers, as C and D levels on 1 type of paper and as E level on 9 types of papers.

In conclusion, the quality of latent fingerprints developed on various types of papers using 1,2-indanedione with alternate light source was found to be better than those obtained from the ninhydrin method.

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2008

Student's signature.....

Thesis Advisors' signature 1. 2. 3.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณทั้งหลายที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือ ที่อุทิศทั้งแรงกายแรงใจให้เสมอมา

ขอขอบพระคุณ ดร. ศิริรัตน์ ชุตกุลเกรียง รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์ และ พันตำรวจโทหญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งอุทิศเวลาในการตรวจทาน ให้ความรู้ พร้อมคำปรึกษาและแนะนำ แก่ไขในส่วนที่บกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี ประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร. วีรชัย พุทธวงศ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เสียสละเวลาในการตรวจสอบ ให้คำแนะนำและปรับปรุง แก่ไข อันทำให้การเรียนรู้และการวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ด้านวิชานิติวิทยาศาสตร์อันเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณบุคลากรสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ เนตรนภิส มณฑา อารีย์ เหลี่ยมปาน ประภาพรรณ เพชรเรืองรอง ร้อยตำรวจโท มนตรี ดอนฟุ้งไพร ทัสสินต์ คงอยู่ และ ขอขอบคุณมากเป็นพิเศษโดยเฉพาะธงชัย ทองทวี สำหรับความช่วยเหลือ และน้ำใจที่งดงามที่มีให้เสมอมา

ขอขอบคุณบุคลากรศูนย์ตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือและฝ่ามืออัตโนมัติโดยเฉพาะ ร้อยตำรวจเอกหญิง พนิดา โพธิพันธ์ุ ภทัยรัตน์ ศรีสังวาลย์ อรทัย นามโคตร และกริช สัตถาผล ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และ ขอขอบคุณศูนย์ตรวจสอบสารพันธุกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ รุ่น 3 มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับมิตรภาพและสีสันในการเรียน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ และผู้มีพระคุณทุกท่านซึ่งได้เอาใจใส่และมอบความรักให้เสมอมา และที่ขาดไม่ได้เลยต้องขอขอบคุณอย่างมากในขวัญและกำลังใจจากครอบครัว ที่เป็นพลังแรงผลักดันทั้งหมดทั้งปวงของการศึกษาวิจัยครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการศึกษา.....	3
ขอบเขตของการศึกษา	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
ข้อจำกัดในการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ.....	6
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะพื้นผิววัสดุ.....	28
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระดาดเบื้องต้น.....	32
แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
3 วิธีดำเนินการวิจัย	46
วัสดุที่ใช้ในการวิจัย	46
อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	48
วิธีการทดลอง	48
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล เหน้การประเมิน และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	51

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	52
ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ	53
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแต่ละชนิด	55
5 สรุปและอภิปรายผล	55
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	55
ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก	83
ภาคผนวก ก ข้อมูลสารเคมี 1,2-indanediaone และ ninhydrin	84
ภาคผนวก ข ภาพปฏิบัติการในการทำวิจัยครั้งนี้	88
ประวัติผู้วิจัย.....	91

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางเคมีของสารคัดหลั่งที่ได้จากต่อม Eccrine gland, Apocrine glands และ Sebaceous glands	27
2	การจำแนกพื้นผิววัสดุและลักษณะของลายนิ้วมือแฝงที่อยู่บนพื้นผิวแต่ละประเภท ..	29
3	แสดงความยาวคลื่นและความถี่ของแสง.....	41
4	แหล่งที่มาของกระดาดตัวอย่าง.....	46
5	สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	48
6	สูตรการเตรียมสารละลาย	49
7	แสดงชนิดของกระดาดกับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการใช้สารเคมี เรืองแสง 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm	53
8	แสดงชนิดของกระดาดกับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการใช้สารเคมี ninhydrin	54
9	แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm.....	55
10	แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี ninhydrin.....	57
11	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm เปรียบเทียบกับวิธี ninhydrin	59
12	สรุปผลการตรวจหาลายนิ้วมือบนกระดาดด้วยวิธี 1,2-indanedione เปรียบเทียบกับ วิธี ninhydrin.....	75

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2	ภาพเขียนหินแห่งทะเลสาบเกอิมกุจิก	6
3	ลายแกะโครงสร้างลายนิ้วมือสลักหินตั้ง L'ille Gavrinis	7
4	เนเฮเมียห์ เกรว์ (Nehemiah Grew)	7
5	โกวาร์ด บิดโล (Govard Bidlo)	8
6	ศาสตราจารย์ เมลปีคกี (Marcello Malpighi)	8
7	ศาสตราจารย์เพอकिनเจ (John Veangelist Purkinje)	9
8	ดร.เฮนรี ฟาวลด์ (Henry Fauld).....	10
9	เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชล (Sir William Herschel)	10
10	อัลโฟนเซ เบอร์ติลลอน (Alphonse Bertillon)	11
11	ระบบเบอร์ติลลอนหรือ การวัดร่างกายของมนุษย์	11
12	เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton).....	12
13	เซอร์ เอ็ดเวิร์ด เฮนรี (Sir Edward Henry).....	13
14	สัญลักษณ์ของสถาบัน IAI	13
15	แสดงโครงสร้างของชั้นผิวหนัง	15
16	ชั้นผิวหนังกำพวด	15
17	Volar pads ของทารกในครรภ์ในสัปดาห์ที่ 11-12.....	16
18	เซลล์ชั้นหนังกำพวดที่เริ่มขยายกลายเป็น primary ridge	16
19	การพัฒนาต่อมเหงื่อบน primary ridges	17
20	Secondary ridge (SR) มีลักษณะเหมือน primary ridge แต่ตื้นกว่าและไม่มีต่อมเหงื่อ.....	17
21	แรงดันและพื้นผิวเป็นตัวกำหนดลายเส้นที่จะเกิดขึ้น	18
22	พื้นผิวของ Volar pads ที่นิ้วทารกในครรภ์เปลี่ยนแปลงไปตามอายุครรภ์.....	18
23	Volar pads: Symmetrical pads, Asymmetrical pads และ Low volar pads	19
24	แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	20
25	แสดงภาพลายนิ้วมือ 9 ชนิด	21
26	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดโค้งราบ	22
27	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดโค้งกระโจມ.....	22

ภาพที่		หน้า
28	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปิดขวา	23
29	A, E และ F แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปิดซ้าย B, C และ D แสดงภาพ ลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปิดขวา.....	23
30	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดก้นหอยธรรมดา.....	24
31	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดก้นหอยกระเป๋ากลาง	25
32	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดก้นหอยกระเป๋ข้าง.....	25
33	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดมัดหวายคู่.....	26
34	แสดงภาพลายนิ้วมือชนิดแบบจับซ้อน	26
35	การเปลี่ยนแปลงของลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวมีรูพรุนและไม่มีรูพรุน	30
36	รอยนิ้วมือแฝงที่เป็นรอยเลอะ.....	31
37	แสดงโครงสร้างทางเคมีของนินไฮดรินและการเกิดปฏิกิริยาระหว่างนินไฮดริน และกรดอะมิโนได้สีม่วงที่เรียกว่า Ruhemann's purple.....	35
38	Sticky-side Powder	36
39	โครงสร้างทางเคมีของ DFO (1, 8-Diazafluoren-9-one)	37
40	โครงสร้างทางเคมีของ 1, 2-indanedione.....	38
41	Scenescope.....	39
42	เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ Polilight รุ่น Mini-CrimeScope 400 W ของ บริษัท SPEX.....	40
43	ความยาวคลื่นและความถี่ของแสงสีต่าง ๆ	41
44	กระดาษตัวอย่าง 15 ชนิด ที่ใช้ในการวิจัย	47
45	แผนภาพวิธีการทดลอง	50
46	แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี 1,2-indanedione และวิธี ninhydrin จากจำนวนจุด minutiae ที่ตรวจพบ บนกระดาษแต่ละชนิด.....	58
47	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm ก่อนและหลัง การตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาษชนิด กระดาษสีขาวA4 (Double A)	60

ภาพที่		หน้า
48	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศถนอมสายตา	61
49	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศถอนเงินธนาคารกรุงไทย.....	62
50	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศซองไปรษณีย์สี่เหลี่ยม	63
51	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศหนังสือพิมพ์	64
52	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศโฆษณาเคลือบมัน	65
53	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศปกนิตยสาร	66
54	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศอาร์ดเคลือบมันสีชมพู.....	67

ภาพที่		หน้า
55	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศของเอกสารสีน้ำตาล	68
56	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศกล่องไปรษณีย์สีขาว	69
57	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	70
58	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศปกแฟ้มแขวนสีแดง.....	71
59	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศปกแฟ้มแขวนสีเขียว.....	72
60	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศใบบันทึกการเอทีเอ็ม	73
61	แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ515 nm ก่อนและหลังการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิดกระดาศธนบัตรฉบับละ 20 บาท	74

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการคลี่คลายปัญหาในกระบวนการสืบสวนสอบสวนเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับประชาชน สำหรับวัตถุพยานประเภทลายนิ้วมือ เป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่มีความน่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับในหน่วยงานระดับสากล เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้แน่นอนที่สุด เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Galton 1892) นักมนุษยวิทยาชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์บทความวิชาการเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือกล่าวว่าลายนิ้วมือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของบุคคล ไม่ซ้ำกัน และ ลายนิ้วมือไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต ปัจจุบันถึงแม้จะมีวิธีการมากมาย ที่นักนิติวิทยาศาสตร์นำมาใช้เพื่อตรวจหาลายนิ้วมือบนพื้นผิววัสดุชนิดต่าง ๆ ซึ่งมี ทั้งแบบมีรูพรุน (porous surface) แบบกึ่งรูพรุน (semi porous surface) แบบไม่มีรูพรุน (non porous surface) แต่การพัฒนาขีดความสามารถในการตรวจพิสูจน์ด้านลายนิ้วมือ ก็ยังมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อพัฒนาการตรวจพิสูจน์ด้านลายนิ้วมือให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากบางครั้ง ลายนิ้วมือที่ได้ยังไม่มีคุณสมบัติ และไม่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะเห็นลายเส้น และจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae point) บนลายนิ้วมือหรือบางครั้งก็มองไม่เห็นเลย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเทคนิคอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มศักยภาพ และความรวดเร็ว ทันสมัยให้กับการตรวจพิสูจน์ การตรวจหาวัตถุพยานประเภทนี้ปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวแปรสำคัญคือ ลักษณะพื้นผิวที่ลายนิ้วมือประทับ อาทิ พื้นผิวจำพวก กระดาษ ชนิดต่าง ๆ ไฟเบอร์ สิ่งทอต่าง ๆ ไม้ หนัง พลาสติก แผ่นกาว หรือ ผิวหนังมนุษย์ เป็นต้น (Worley et al. 2006) ลายนิ้วมือที่ปรากฏบนพื้นผิวแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ลายนิ้วมือสามมิติ (plastic print) ลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (visible print) และลายนิ้วมือแฝง (latent print) สำหรับลายนิ้วมือที่เห็นเป็นสามมิติ ซึ่งเป็นผลมาจากพื้นผิววัสดุจำพวกกึ่งของแข็ง อาทิเช่น ดินเหนียว ขี้ผึ้ง เป็นต้น ส่วนลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ก็คือลายนิ้วมือที่ปรากฏให้เห็นได้เลยโดยไม่ต้องใช้วิธีการใด ๆ เข้ามาช่วยให้เกิดรอยภาพ ในขณะที่ลายนิ้วมือแฝงจะเป็นลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือเห็นได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกระบวนการตรวจพิสูจน์ใด ๆ ที่จะทำให้อยู่ลายนิ้วมือปรากฏอย่างคมชัดขึ้นมาจึงจะสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ (Seah et al. 2005) สำหรับวิธีการที่นิยมใช้เพื่อตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูพรุนประเภทกระดาษ ได้แก่

ninhydrin, iodine หรือ 1,8-Diazofluoren-9-one (DFO) เป็นต้น สำหรับการตรวจหาลายนิ้วมือบนพื้นผิวกระดาษบางครั้งเกิดความยุ่งยากต่อการตรวจพิสูจน์ อาทิ ลายนิ้วมือบนกล่องกระดาษ ลายนิ้วมือบนปกนิตยสารหลากสี หรือ ซองกระดาษสีน้ำตาล ในบางครั้งวิธีการทางเคมีให้ผลได้ไม่ดี จากผลการวิจัยที่ผ่านมา (ภัทรรัตน์ หอมกระจ่าง 2548 : v) พบว่า การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษบางชนิดด้วยเทคนิคการใช้สารเคมี ninhydrin อาทิ กระดาษกล่องสีน้ำตาล กระดาษซองจดหมายสีน้ำตาล ไม่สามารถเห็นลายนิ้วมือได้ชัดเจน เนื่องจากสีลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากปฏิกิริยาไม่เด่นชัดเพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์ เมื่อปี 2007 มีรายงานการศึกษาของ Wallace-Kunkel Cristei และคณะ พบว่าการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยสารเคมีเรืองแสง 1,2-indanedione ประยุกต์ใช้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีทางแสง สามารถทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏเรืองแสงได้อย่างชัดเจนมากกว่า ninhydrin โดยสารเคมีเรืองแสง 1,2-indanedione จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือแฝง เมื่อนำมาถ่ายภาพภายใต้แสงที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะได้ภาพลายนิ้วมือแฝงที่คมชัด อีกทั้งสารเคมีชนิดใหม่นี้ ยังสามารถประหยัดเวลาในการตรวจพิสูจน์ได้มากกว่า และแม้ว่านักวิจัยทั่วโลกได้วิจัยเกี่ยวกับการนำสารเคมีเรืองแสง 1,2-indanedione มาใช้เพื่อการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุต่าง ๆ และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพื้นผิววัสดุประเภทกระดาษ แต่การวิจัยกลับมีความแตกต่างกันใน 4 ทวีป ทั้ง ออสเตรเลีย ยุโรป เอเชีย และ อเมริกาเหนือ ทั้งนี้ส่วนผสมและองค์ประกอบของกระดาษที่มีความหลากหลายตามแหล่งผลิตแต่ละที่และตามสถานที่ตั้งตามภูมิศาสตร์ อาทิเช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ ในออสเตรเลียจะมีการเรืองแสงได้ดีภายใต้สภาวะที่ใช้ทดสอบ

ในประเทศไทยมีคดีและเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมายที่มีลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุประเภทกระดาษ เข้ามาเกี่ยวข้องในเหตุการณ์ อาทิ เหตุการณ์ความไม่สงบในจังหวัดชายแดนภาคใต้ การเขียนบัตรสนเท่ห์ คดีลักทรัพย์ คดีแพ่ง คดีอาชญากรรม เป็นต้น ซึ่งกระดาษบางชนิดไม่สามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้ด้วยวิธีเดิม ดังนั้นจึงเป็นที่มาของความต้องการที่จะศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ ด้วยสารเคมีเรืองแสง 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ เพื่อหาวิธีการมาประยุกต์ และพัฒนาเทคนิคใหม่ ๆ ในการตรวจหาและวิเคราะห์ลายนิ้วมือแฝงได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น และ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับสามารถใช้เป็นแนวทางให้กับหน่วยงาน ห้องปฏิบัติการ และบุคลากรด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงนำไปประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่เหมาะสมต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วยวิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่และวิธีการใช้ ninhydrin
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง บนกระดาษแต่ละชนิดจากวิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่และวิธีการใช้ ninhydrin

3. สมมติฐานของการศึกษา

1. วิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้จำนวนหลายชนิดมากกว่าวิธีการใช้ ninhydrin
2. วิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถตรวจหาคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงได้ในระดับที่สูงกว่าวิธีการใช้ ninhydrin เมื่อเปรียบเทียบบนกระดาษแต่ละชนิด

4. ขอบเขตของการศึกษา

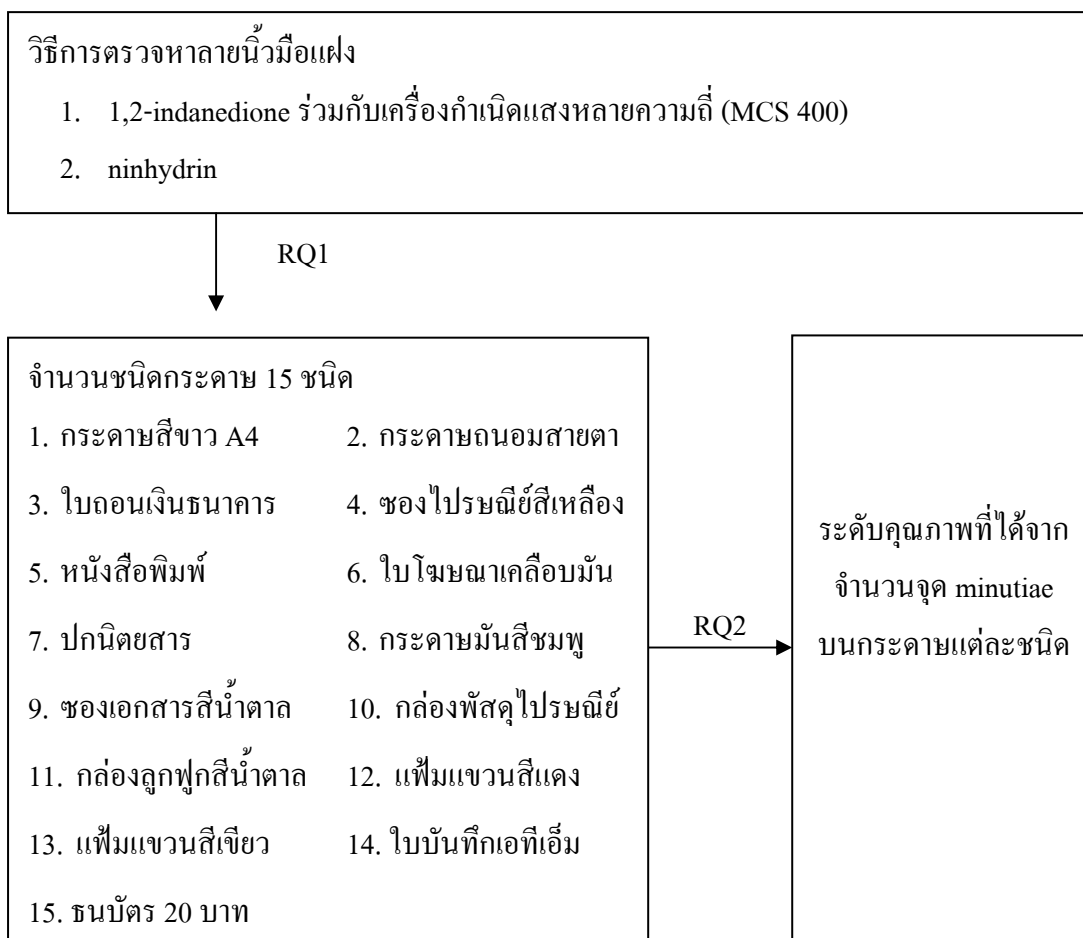
ขอบเขตของตัวอย่าง กระดาษทั้งหมด 15 ชนิด ที่สามารถพบได้ทั่วไปในสำนักงานครัวเรือนและ ห้างร้าน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ โดยนับจากจำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจพบลายนิ้วมือแฝง และทำการเปรียบเทียบระดับคุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงจากจำนวนจุด minutiae บนกระดาษแต่ละชนิด จากวิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ และวิธีการใช้ ninhydrin โดยทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างลายนิ้วมือที่เตรียมขึ้นบนกระดาษจำนวน 15 ชนิด โดยใช้ตัวอย่างจากนิ้วหัวแม่มือมือขวาของชายไทยวัย 39 ปี ที่มีลักษณะผิวมีเหงื่อมาก ประทับนิ้วลงบน กระดาษ

ขอบเขตด้านช่วงเวลา 1 เมษายน พ.ศ. 2551 ถึง วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2552

5. ข้อตกลงเบื้องต้น

5.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

5.2 เกณฑ์การวิเคราะห์สำหรับวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือ

งานวิจัยครั้งนี้กำหนดเกณฑ์การนับจำนวนชนิดกระดาดที่ผ่านดังนี้

“Y” (YES) คือ กระดาดตัวอย่าง สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงที่มีจำนวนจุด minutiae มากกว่าหรือเท่ากับ 10 จุด

“N” (NO) คือ กระดาดตัวอย่าง สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง ที่มีจำนวนจุด minutiae น้อยกว่า 10 จุด

ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยเล่มนี้เท่านั้น อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ IAI (The Standardization Committee of The International Association for Identification, 1973 quoted in Olsen 1977: 27) ระบุว่า ไม่มีค่าทางวิทยาศาสตร์ใด ที่ระบุเพื่อยืนยันถึงจำนวนจุด minutiae ที่น้อยที่สุด ที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์ว่าลายนิ้วมือสองรอยตรงกัน

6. ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างลายนิ้วมือด้วยนิ้วโป้งมือขวา บนกระดาษมีแตกต่างกันบ้างเนื่องด้วยการควบคุมปริมาณเหงื่อไม่สามารถทำให้เท่ากันได้ใน การประทับนิ้วแต่ละครั้ง
2. ชนิดของพื้นผิววัสดุรูปทรงประเภทกระดาษที่นำมาวิจัยทั้งหมด 15 ชนิด ซึ่งนำมาจากสำนักงาน ห้างร้านและสถานที่ต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้มุ่งเน้นศึกษาถึงแหล่งที่มา วัตถุประสงค์ และกรรมวิธี และองค์ประกอบในการผลิตกระดาษ ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Wallace-Kunkel et al., 2007) ตัวแปรเหล่านี้มีผลต่อความคมชัดและจุดลักษณะสำคัญพิเศษ อีกทั้ง ลวดลายไม่เหมือนกันซึ่งส่งผลต่อความคมชัด และจุด minutiae ได้
3. ไม่สามารถเลือกกระดาษทุกชนิดมาทำการวิจัยได้ กระดาษที่เลือกมาเป็นกระดาษที่พบได้ทั่วไปในสำนักงาน ห้างร้านและครัวเรือน

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

AFIS หมายถึง เครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System)

AFP หมายถึง Australian Federal Police ประเทศออสเตรเลีย

FBI หมายถึง Federal Bureau of Investigation ประเทศสหรัฐอเมริกา

MCS 400 หมายถึง เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ Mini-Crimescope รุ่น MCS 400 ที่ความยาวคลื่น (λ) 515 nm.

PSDB หมายถึง The UK Police Scientific Development Branch ประเทศอังกฤษ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาจาก ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะพื้นผิววัสดุ
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระดาด
4. แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมือมีประวัติความเป็นมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังปรากฏหลักฐานภาพเขียนหินแห่งทะเลสาบเกจิมกูจิก (Kejimkujik Lake Petroglyph) ลายแกะสลักหินตั้ง L'ille Gavrinis พบทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของฝรั่งเศส ตราประทับของชาวจีน และหลักฐานที่ชาวจีนสมัยโบราณใช้รอยพิมพ์นิ้วหัวแม่มือบนดินเหนียวที่ปิดผนึกหีบใส่เงิน



ภาพที่ 2 ภาพเขียนหินแห่งทะเลสาบเกจิมกูจิก (Kejimkujik Lake Petroglyph)

ที่มา : David R. Ashbaugh. Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology (Florida: CRC Press LLC, 1999.), 12.



ภาพที่ 3 ลายแกะโครงสร้างลายนิ้วมือสลักหินตั้ง L'ille Gavrinis

ที่มา : David R. Ashbaugh. Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology (Florida: CRC Press LLC, 1999.), 12.

1.1 ประวัติความเป็นมาของลายนิ้วมือ

ปี ค.ศ. 1684 เนเฮเมียห์ เกรว์ (Nehemiah Grew) นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ เขียนบทความเกี่ยวกับลายนิ้วมือไว้ใน Philosophical Transactions of the Royal Society of London แม้ว่าท่านจะเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านพืช แต่ท่านก็สนใจในแบบลายนิ้วเล็ก ๆ ที่สังเกตเห็นบนนิ้วมือทุกคน Grew ได้รับการพิจารณาว่าเป็นหนึ่งในผู้บุกเบิกลายนิ้วมือในยุคแรกสุด บุคคลอื่นหลายคนเริ่มสังเกตและตรวจสอบลายนิ้วมือโดยการไต่บทความของท่าน มากกว่า 300 ปีแล้วที่ท่านเข้าใจความสำคัญของงานตีพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์และแบ่งปันงานที่สังเกตพบเป็นแนวทางให้นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ ดำเนินแนวทาง



ภาพที่ 4 เนเฮเมียห์ เกรว์ (Nehemiah Grew)

ที่มา : Wikimedia Foundation Inc, the free encyclopedia. Nehemiah Grew [Online], accessed 26 October 2008. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Nehemiah_Grew

ปี ค.ศ. 1685 โกวาร์ด บิดโล (Govard Bidlo) นักกายวิภาคที่อัมสเตอร์ดัม ฮอลแลนด์ ได้ตีพิมพ์หนังสือกายวิภาคมนุษย์ แสดงลายเส้นนิ้วมืออย่างละเอียดถี่ถ้วนอย่างมีศิลปะและบรรยายรายละเอียดของลายเส้นนูนและโครงสร้างรูต่อมเหงื่อ



ภาพที่ 5 โกวาร์ด บิดโล (Govard Bidlo)

ที่มา : Wikimedia Foundation Inc. [Govard Bidlo](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Govard_Bidloo_portrait.jpg) [Online], accessed 26 October 2008. Available from http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Govard_Bidloo_portrait.jpg

ปี ค.ศ. 1686 เมลปีคิ (Marcello Malpighi) ศาสตราจารย์ด้านกายวิภาค มหาวิทยาลัยโบโลกนา อิตาลี เขียนหนังสือเกี่ยวกับลายนูนบนมือมีเพื่อการจับบนฝ่าเท้ามีเพื่อการลากเท้าและยังได้ระบุถึงลายเส้นนิ้วมือ ลายนิ้วแบบมัดหวายและแบบก้นหอยไว้ ชื่อของเขาได้นำมาตั้งเป็นชื่อของชั้นผิวหนังที่เรียกว่า “Malpighi layer” ซึ่งมีความหนาประมาณ 1.8 มม.



ภาพที่ 6 ศาสตราจารย์ เมลปีคิ (Marcello Malpighi)

ที่มา : Greg Moore. [The History of Fingerprints](http://onin.com/fp/fphistory.html) [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1823 เพอคินเจ (John Veangelist Purkinje) ศาสตราจารย์ด้านกายวิภาค ชาวสโลวัก มหาวิทยาลัยเบสสโล (University of Breslau) เยอรมันนี เขียนหนังสืออธิบายแบบแผนลายนิ้วมือพื้นฐาน 9 แบบตามรูปร่างและลักษณะลายเส้น การจำแนกนี้แสดงให้เห็นว่าลายนิ้วมือมีแนวโน้มของการไหลหรือการวิ่งของลายนิ้วมือที่เหมือนกัน สิ่งนี้ก็นำมาสู่การจัดระบบจัดการแฟ้มลายนิ้วมือในเวลาต่อมาซึ่งเขาก็คงไม่ได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการระบุเอกลักษณ์บุคคล



ภาพที่ 7 ศาสตราจารย์เพอคินเจ (John Veangelist Purkinje)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1880 ดร.เฮนรี ฟาวลด์ (Henry Fauld) ศัลยแพทย์ชาวอังกฤษ ได้ศึกษารอยย่นของผิวหนัง “skin-furrows” ดร.ฟาวลด์อธิบายถึงระบบการจำแนกประเภทลายนิ้วมือและ ตีพิมพ์บทความลงในวารสารทางวิทยาศาสตร์ชื่อ “Nature” (เนเจอร์) อธิบายไว้ว่าลายนิ้วมือสามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อระบุตัวบุคคลได้ ด้วยการใช้หมึกพิมพ์ในการคัดลอกลายนิ้วมือ งานวิจัยที่มีชื่อเสียงชิ้นหนึ่งคือการให้นักศึกษาแพทย์ขูดลายนิ้วมือบนฝ่ามือออกด้วยหินปูน ซึ่งการทดลองนี้ได้พิสูจน์ว่าลายเส้นบนมือหายดีแล้วลายเส้นจะกลับมามีรูปร่างเหมือนเดิม จึงพิสูจน์ความจริงที่ว่าลายนิ้วมือไม่เปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 8 ดร.เฮนรี ฟาวด์ (Henry Fauld)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1858 เซอร์วิลเลียม เฮอ์เชล (Sir William Herschel) ชาวอังกฤษ คนแรกที่นำลายนิ้วมือมาใช้ประโยชน์เพื่อพิสูจน์บุคคล โดยใช้ลายนิ้วมือลงนามในคู่สัญญากับคนพื้นเมือง ในมุมมองของท่านเห็นว่าลายนิ้วมือทั้งหมดมีลักษณะเฉพาะตัวในแต่ละบุคคลและคงอยู่ถาวรไม่เปลี่ยนแปลงกระทั่งสิ้นอายุขัย ท่านได้พิมพ์ลายนิ้วมือตนเองไว้เมื่อ 50 ปีผ่านไป นำมาเปรียบเทียบกับพบว่ายังตรงกันอยู่ ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจให้ท่านนำมาขยายเพื่อใช้ประโยชน์มากขึ้น



ภาพที่ 9 เซอร์วิลเลียม เฮอ์เชล (Sir William Herschel)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1882 อัลฟอนเซ เบอ์ติลลอน (Alphonse Bertillon) นายทะเบียนสำนักงานตำรวจกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ได้คิดค้นระบบการจำแนก อันป็นที่รู้จักในสาขาการวัดระยางของ

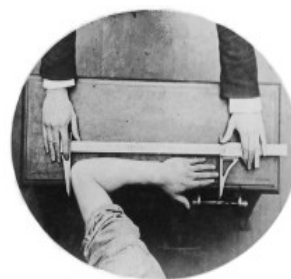
มนุษย์ (Antropometry) ที่เรียกว่า ระบบเบอร์ติลลอน (Bertillon system) ซึ่งเป็นการวัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ระบบเบอร์ติลลอน ประกอบด้วย การวัดส่วนของร่างกาย อาทิ ความยาวของศีรษะ ความกว้างของศีรษะ ความยาวของนิ้วกลาง ความยาวของเท้าซ้าย และความยาวของแขนจากศอก จนสุดปลายนิ้วกลาง ในปี 1888 เบอร์ติลลอน ได้ก่อตั้งแผนการระบุตัวบุคคลอย่างยุติธรรมขึ้น ซึ่งท่านได้ใช้การวัดระยางของมนุษย์ เข้ามาเป็นวิธีการหลักในการระบุตัวบุคคล ซึ่งภายหลังท่านได้นำเสนอการใช้ลายนิ้วมือเข้าช่วย แต่จัดให้อยู่ในการปฏิบัติขั้นที่สองของหมวดสัดส่วนซึ่งบ่งพิเศษ



ภาพที่ 10 อัลฟอนเซ เบอร์ติลลอน (Alphonse Bertillon)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

การระบุอาชญากรโดยการวัดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Bertillon Signalment) นี้จะวัดและบันทึกสัดส่วนของร่างกายทั้งหมด 11 ส่วน นำมาใช้ทดแทนวิธีการที่หาผลด้วยการสักและติตรา วิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลา เมื่อความก้าวหน้าและความเข้าใจด้านลายพิมพ์นิ้วมือมากขึ้น จึงได้นำมาใช้ระบุตัวบุคคลทดแทนวิธีการดังกล่าวนี้



ภาพที่ 11 ระบบเบอร์ติลลอน หรือ การวัดระยางของมนุษย์

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1892 เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Galton, 1892) นักมานุษยวิทยาชาวอังกฤษ ญาติ เซอร์ชาลส์ ดาร์วิน ได้ศึกษาข้อมูลลายนิ้วมือในปี 1880 มาใช้ร่วมกับการทดลอง ได้ตีพิมพ์บทความ วิชาการเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือที่สามารถระบุบุคคลได้ด้วยลักษณะพิเศษ ของลายเส้นบนลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่เรียกว่า จุดสำคัญ (minutiae point; มินูเชีย) ซึ่งสามารถอยู่ได้ทนทานถาวรตลอดอายุของบุคคลนั้น หลักการของกาลตันที่ใช้จุดสำคัญ นี้ยังคงใช้ อยู่จนทุกวันนี้ ท่านได้ส่งเสริมกฎการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ 2 ข้อที่มีความสำคัญมาก คือ

1. ไม่มีลายนิ้วมือ 2 ลายนิ้วมือที่ซ้ำกัน ธรรมชาติไม่สร้างสิ่งที่ซ้ำกันอย่างสมบูรณ์
2. ลายนิ้วมือไม่เปลี่ยนแปลง คือ แบบโค้ง มัดหอย และก้นหอย จะเป็นเหมือนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงไป ถ้าลายนิ้วมือมีบาดแผลไม่ลึก ลายเส้นเดิมจะเกิดขึ้นมาปรากฏแทน ถ้ามี บาดแผลสาหัส และลายเส้นถูกทำลาย แบบลายนิ้วมือจะผิดรูปไปอย่างถาวร



ภาพที่ 12 เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1897 เซอร์ เอ็ดเวิร์ด เฮนรี (Sir Edward Henry) แห่งสหราชอาณาจักร ได้จัดตั้ง ระบบการจัดจำแนกแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือเป็นระบบและสามารถสืบค้นได้ โดยไม่ต้องใช้ดัชนีชื่อของ ผู้ต้องขัง แต่ใช้ค่าตัวเลขของแบบลายนิ้วมือก้นหอยและแบบอื่น ๆ แทน ทำให้สามารถสืบค้น ลายนิ้วมือจากแฟ้มได้ ระบบการจัดจำแนกแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือหรือ Henry Classification ยังคงเป็น ที่รู้จักกันในปัจจุบันนี้ และยังคงใช้อยู่ในประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษ การคิดค้นระบบนี้ทำให้ระบบ เบอร์ตียองค่อย ๆ หายไป



ภาพที่ 13 เซอร์ เอ็ดเวิร์ด เฮนรี่ (Sir Edward Henry)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

ปี ค.ศ. 1915 ผู้ตรวจการณ์ Herry H. Caldwell ประจำหน่วยพิสูจน์หลักฐานกรมตำรวจเมืองโอ๊คแลนด์ แคริฟอร์เนีย ได้ส่งหนังสือเชิญผู้ตรวจพิสูจน์อาชญากรรม (Criminal Identification Operators) เพื่อก่อตั้งองค์การของผู้เชี่ยวชาญการตรวจ และก่อตั้ง International Association for Criminal Identification ขึ้น ในปี ค.ศ. 1918 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น International Association for Identification (IAI) เนื่องจากขอบข่ายงานที่ไม่ใช่ด้านอาชญากรรมที่มากขึ้น สัญลักษณ์ของสถาบันมีลายนิ้วมือขาวของเซอร์กัลตันปรากฏอยู่



ภาพที่ 14 สัญลักษณ์ของสถาบัน International Association for Identification (IAI)

ที่มา : Greg Moore. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>

1.2 ประวัติลายนิ้วมือในประเทศไทย

พ.ศ. 2444 มีการก่อตั้งกองพิมพ์ลายนิ้วมือขึ้นในกองลหุโทษเป็นครั้งแรก โดยกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์ เสนาบดีกระทรวงยุติธรรมในสมัยนั้นได้ให้เจ้ากรมกองลหุโทษในสมัยนั้นจัดการทดลองพิมพ์ลายนิ้วมือของตนนำไปถวาย และเมื่อทรงตรวจแล้วเห็นว่าใช้ได้ จึงได้ทรงเป็นผู้ดำเนินการแนะนำอบรมสั่งสอนข้าราชการพิมพ์ลายนิ้วมือด้วยพระองค์เอง โดยทรงให้จัดการพิมพ์ลายนิ้วมือตามระบบเฮนรี ของนักโทษที่กำลังจะพ้นโทษเก็บไว้เพื่อใช้เป็นหลักฐานว่าได้เคยกระทำความผิดมาก่อน จึงนับได้ว่าพระองค์ทรงเป็นผู้ให้กำเนิดการพิมพ์ลายนิ้วมือขึ้นเป็นพระองค์แรกในประเทศไทย เปรียบเสมือนพระองค์เป็นพระบิดาแห่งวิชาลายนิ้วมือของประเทศไทย

พ.ศ. 2447 กองพิมพ์ลายนิ้วมือได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นกรมพิมพ์ลายนิ้วมือ

พ.ศ. 2455 เริ่มมีการดำเนินการอบรมเจ้าหน้าที่ วิธีการ ปรับเปลี่ยนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ลายนิ้วมือ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2500

พ.ศ. 2457 กรมพิมพ์ลายนิ้วมื่อย้ายมาสังกัดกรมราชทัณฑ์

พ.ศ. 2473 กรมพิมพ์ลายนิ้วมูกดฐานะเป็นกองทะเบียนพิมพ์ลายนิ้วมือ สังกัดกรมตำรวจภูบาล

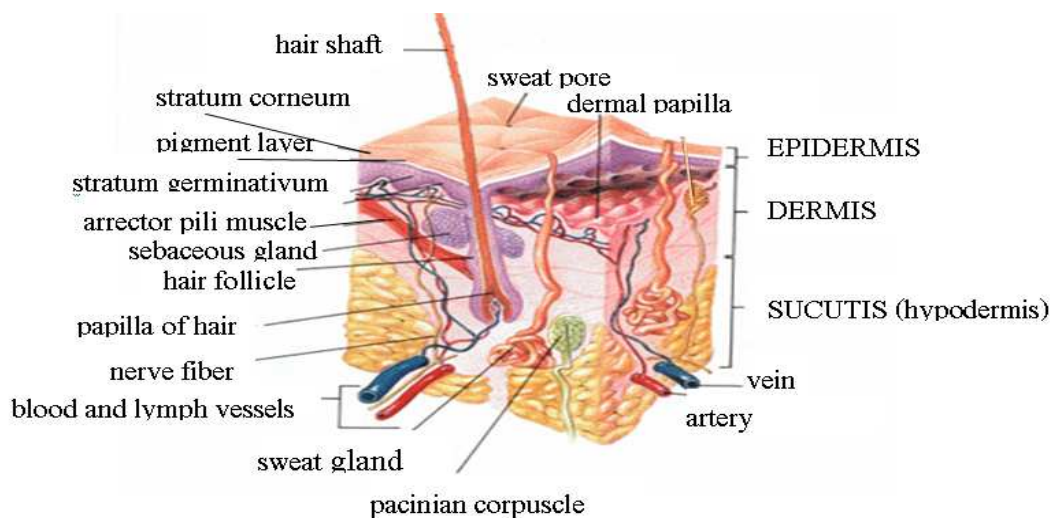
พ.ศ. 2475 มีการเปลี่ยนแปลงการปกครอง กรมตำรวจภูบาลถูกเปลี่ยนเป็นกองตำรวจสันติบาล กองทะเบียนพิมพ์ลายนิ้วมือ จึงเปลี่ยนชื่อเป็น กองทะเบียนประวัติอาชญากร ปัจจุบันกองนี้สังกัดสำนักงานวิทยาการตำรวจ หรือ สำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจ ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2548) มีหน่วยงานสูงสุดคือ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

พ.ศ. 2500 ยูซอมได้ส่งเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญมาช่วยแนะนำและอบรมสั่งสอน วางหลักเกณฑ์ให้ตามแบบอย่างการเก็บพิมพ์ลายนิ้วมือของตำรวจเอฟบีไอ

พ.ศ. 2501 ยูซอมได้ส่งเครื่องมือเครื่องใช้เกี่ยวกับการดำเนินการเก็บพิมพ์ลายนิ้วมือตามแบบอย่างของเอฟบีไอ มาให้ และกองทะเบียนพิมพ์ลายนิ้วมือได้เริ่มทำการตรวจสอบและเก็บแบบพิมพ์ลายนิ้วมือ ตามแบบอย่างและวิธีการของตำรวจเอฟบีไอ

2.แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลายนิ้วมือ

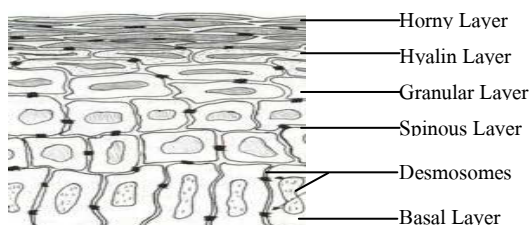
2.1 โครงสร้างของชั้นผิวหนัง ผิวหนังมีอยู่ 2 ชั้นหลัก ๆ คือ ชั้นผิวหนังกำพ่ำ (Epidermis) และ ชั้นผิวหนังแท้ (Dermis)



ภาพที่ 15 แสดงโครงสร้างของชั้นผิวหนัง

ที่มา : Wikimedia Foundation Inc. [skin](http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Skin.jpg) [Online], accessed 29 October 2008. Available from <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Skin.jpg>

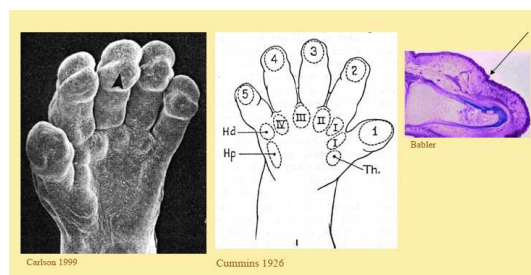
ชั้นผิวหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นผิวหนังชั้นนอกสุด มีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 0.4 ถึง 1.5 มิลลิเมตร เทียบกับความหนาทั้งหมดของผิวหนัง (skin) ซึ่งมีความหนาเฉลี่ยโดยประมาณ 1.5-4.0 มิลลิเมตร แต่ความหนาของชั้นหนังกำพร้านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณของร่างกาย ทำให้สามารถแบ่งผิวหนังตามความหนาของชั้นหนังกำพร้าออกเป็น 2 ชนิด คือ หนังกำพร้าที่หนา (thick epidermis) ที่พบบริเวณที่ฝ่ามือ (palms) และฝ่าเท้า (soles) และหนังกำพร้าที่บาง (thin epidermis) พบที่บริเวณส่วนอื่น ๆ ของร่างกายนอกเหนือจากบริเวณหนังกำพร้าที่หนา 2 แห่งดังกล่าวข้างต้น



ภาพที่ 16 ชั้นผิวหนังกำพร้า

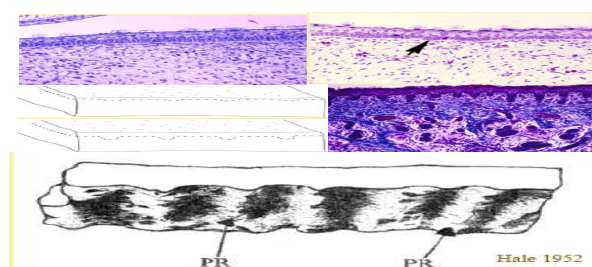
ที่มา : David R. Ashbaugh. [Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology](#) (Florida: CRC Press LLC, 1999.), 68.

โครงสร้างทางกายภาพที่สำคัญ ๆ ของฝ่ามือฝ่าเท้า ได้แก่ volar pads หรือเนินที่อยู่บนพื้นผิวของฝ่ามือซึ่งเป็นตำแหน่งที่สามารถระบุได้อย่างแน่นอน มีความแตกต่างจากเนินกล้ามเนื้อตรงที่ volar pads เป็นเนื้อเยื่อและไขมันใต้ผิวหนัง ในมนุษย์ volar pads จะถูกพบที่ปลายนิ้ว (apical pads) ส่วนปลายของฝ่ามืออยู่ระหว่างนิ้ว (interdigital pads) และในบริเวณของ thenar และ hypothenar pads สำหรับทารกในครรภ์ volar pads จะเริ่มตั้งแต่ตั้งครรภ์ได้ 7 สัปดาห์และจะมีการเจริญเติบโตขึ้น โดยจะปรากฏให้เห็นในตำแหน่งที่สูงขึ้น เป็นเนินกลม ๆ เล็ก ๆ ต่อมาเนินนี้จะเล็กลง เห็นชัดเจนน้อยลง และส่วนฐานจะรวมเข้ากับเนื้อเยื่อรอบ ๆ ในสัปดาห์ที่ 10 basal layer ของชั้นหนังกำพร้าจะเริ่มเห็นเป็นคลื่นเล็ก ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเรียกว่า primary ridges (PR) ซึ่งเป็นฐานของการสร้างลายเส้นนิ้วมือ



ภาพที่ 17 Volar pads ของทารกในครรภ์ในสัปดาห์ที่ 11-12

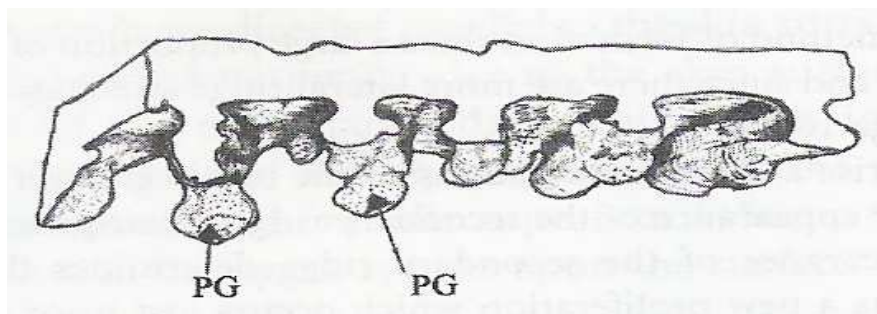
ที่มา : Sara B. Holt, The Genetics of Demal Ridges [Online], accessed 31 October 2008. Available from <http://www.interpol.int/Public/Forensic/fingerprints/Conference/May2006/presentations/2AliceMaceoPart1.pdf>



ภาพที่ 18 เซลล์ชั้นหนังกำพร้าที่เริ่มขยายกลายเป็น primary ridge

ที่มา : Sara B. Holt, The Genetics of Demal Ridges [Online], accessed 31 October 2008. Available from <http://www.interpol.int/Public/Forensic/fingerprints/Conference/May2006/presentations/2AliceMaceoPart1.pdf>

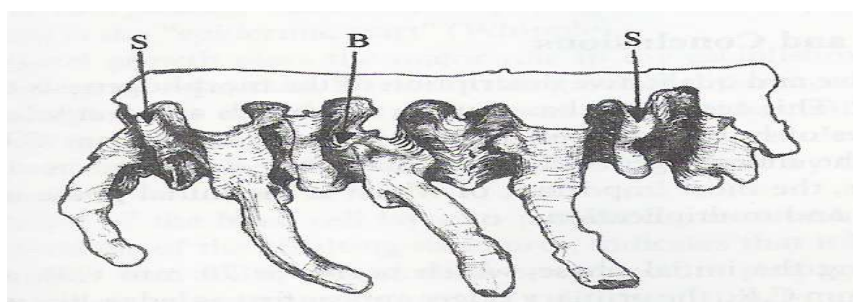
primary ridge จะหยุดพัฒนาเมื่ออายุครรภ์ประมาณ 19 สัปดาห์ รูปแบบลายนิ้วมือจะเริ่มปรากฏให้เห็นบนผิวหนังและจะไม่เปลี่ยนแปลง ช่วงสัปดาห์ที่ 14 ต่อมเหงื่อ (proe gland, PG) จะถูกสร้างจากจุดที่ต่ำที่สุดของ primary ridge ลงสู่ชั้นผิวหนังแท้ และเพิ่มเซลล์ขึ้นอย่างรวดเร็วใน primary ridge เชื่อว่าเป็นการสร้างให้เกิดรูปแบบลายนิ้วมือบนชั้นผิวหนัง



ภาพที่ 19 การพัฒนาต่อมเหงื่อบน primary ridges

ที่มา : David R. Ashbaugh. Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology (Florida: CRC Press LLC, 1999.), 55.

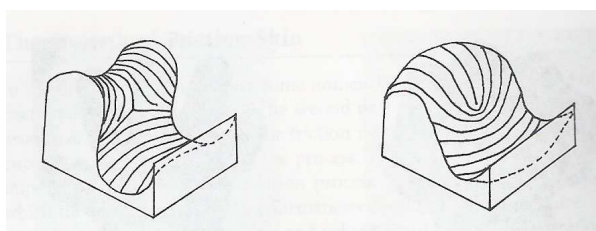
ช่วงสัปดาห์ที่ 16 หลังจาก primary ridge สิ้นสุดการสร้าง secondary ridge (S) จะค่อย ๆ พัฒนาระหว่าง primary ridge โดยมีลักษณะเหมือน primary ridge แต่ตื้นกว่าและไม่มีต่อมเหงื่อ secondary ridge สามารถพบได้ในช่วงอายุครรภ์ 24 สัปดาห์ นอกจากนี้แล้วยังมีการแยกกิ่ง branching (B) ออกไปอีก ส่วนของต่อมเหงื่อจะพัฒนาลงลึกไปยังชั้นหนังแท้



ภาพที่ 20 Secondary ridge (S) มีลักษณะเหมือน primary ridge แต่ตื้นกว่าและไม่มีต่อมเหงื่อ

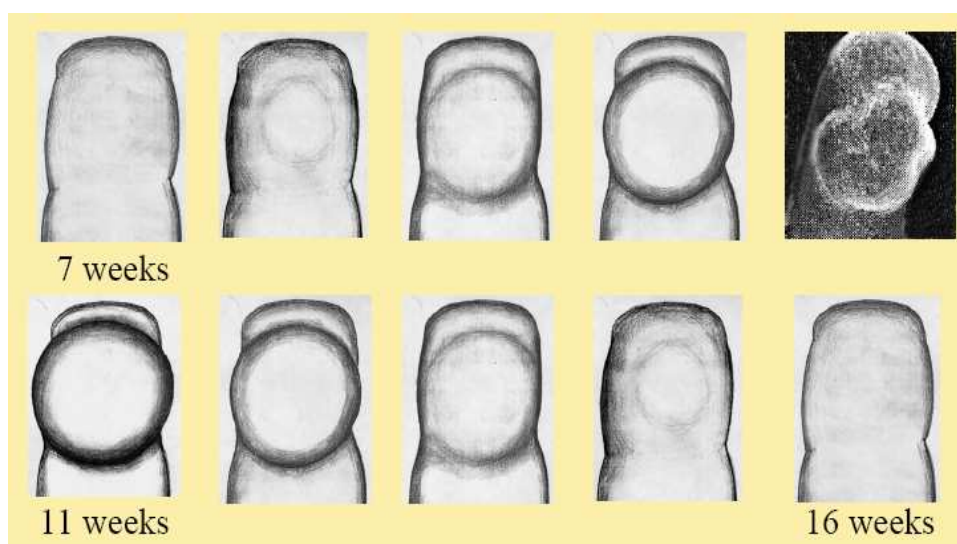
ที่มา : David R. Ashbaugh. Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology (Florida: CRC Press LLC, 1999.), 55.

2.2 การเกิดรูปแบบของลายนิ้วมือ แรงดันและพื้นผิวหน้า volar surface ที่แตกต่างกันจะเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของลายนิ้วมือ ซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมอื่นมาเกี่ยวข้องด้วย ดังตัวอย่างประกอบด้านล่าง ภายใต้อาณัติและพื้นผิวที่แตกต่างกัน ลายเส้นที่จะเกิดขึ้นจะเป็นรูปสามเหลี่ยม ดังภาพด้านซ้าย และเป็นรูปโค้งดังภาพด้านขวา ลายเส้นจะมีแนวโน้มไหลไปตามพื้นผิวภายใต้อาณัติที่บังคับกับ พื้นผิวของ volar pads ในแต่ละแห่งจะเป็นตัวกำหนดให้การเจริญเติบโตถูกบังคับ ภายใต้อาณัติที่กระทำทำให้เกิดรูปแบบลายนิ้วมือแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 21 แรงดันและพื้นผิวเป็นตัวกำหนดลายเส้นที่จะเกิดขึ้น

ที่มา : David R. Ashbaugh. Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology (Florida: CRC Press LLC, 1999.), 77.



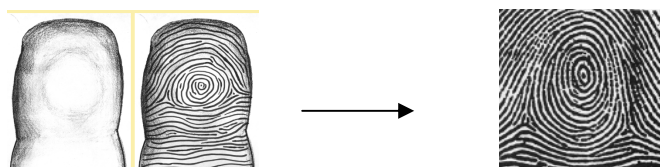
ภาพที่ 22 พื้นผิวของ Volar pads ที่นิ้วทารกในครรภ์เปลี่ยนแปลงไปตามอายุครรภ์

ที่มา : Sara B. Holt, The Genetics of Demal Ridges [Online], accessed 31 October 2008. Available from <http://www.interpol.int/Public/Forensic/fingerprints/Conference/May2006/presentations/2AliceMaceoPart1.pdf>

Volar pads ที่สมมาตร (Symmetrical pads)

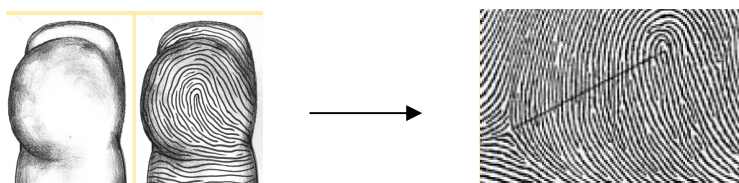


High, symmetrical pads tend to make big wholes

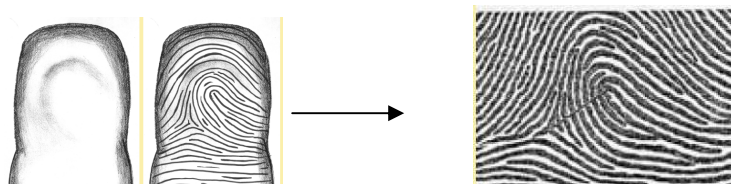


Low, symmetrical pads tend to make little wholes

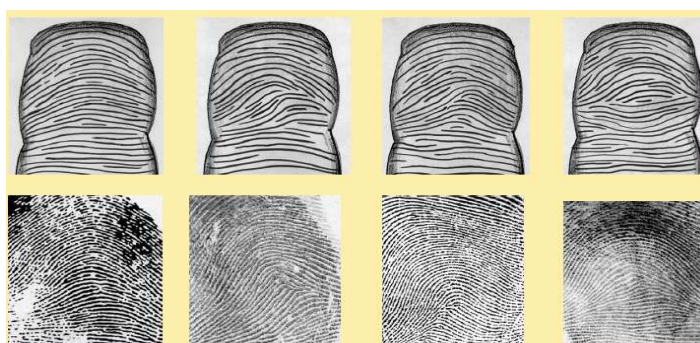
Volar pads ที่ไม่สมมาตร (Asymmetrical pads)



Big asymmetrical pads make large loops



Small asymmetrical pads make small loops



Low volar pads make low intensity patterns

ภาพที่ 23 volar pads: Symmetrical pads, Asymmetrical pads และ Low volar pads

ที่มา : Sara B. Holt, The Genetics of Demal Ridges [Online], accessed 31 October 2008. Available <http://www.interpol.int/Public/Forensic/fingerprints/Conference/May2006/presentations/2AliceMaceoPart1.pdf>

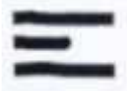
2.3 ประเภทของลายนิ้วมือ

ผิวหนังตรงบริเวณลายนิ้วมือ ฝ่ามือนิ้วเท้า ฝ่าเท้า ของมนุษย์ประกอบด้วยลายเส้น 2 ชนิด คือ เส้นนูนและเส้นร่อง

เส้นนูน (Friction ridge) คือ รอยนูนที่อยู่สูงกว่าผิวหนังส่วนนอก

เส้นร่อง (Groove or furrow) คือ รอยลึกที่อยู่ต่ำกว่าระดับของเส้นนูน

จุดสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ (Special characteristic of minutiae) ลายเส้นที่อยู่บนลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า จะประกอบด้วยลายเส้นที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิหรือมินูเชีย ดังต่อไปนี้

จุดสำคัญพิเศษ (Minutiae)	ตัวอย่าง	จุดสำคัญพิเศษ (Minutiae)	ตัวอย่าง
เส้นหยุด (ridge ending)		สะพาน (bridge)	
เส้นแยก (bifurcation)		เส้นแยกสองชั้น (double bifurcation)	
จุด (dot)		สามง่าม (trifurcation)	
เส้นสั้น (island (short ridge))		เส้นแยกตรงข้าม (opposed bifurcations)	
เกาะ (lake (enclosure))		เส้นไขว้ (ridge crossing)	
ตะขอ (hook (spur))		รัศมีสามแฉก (opposed bifurcation/ridge ending)	

ภาพที่ 24 แสดงจุดลักษณะสำคัญพิเศษ

ที่มา : C.J. Lennard and T. Patterson, Fingerprint Identification Basic and composite ridge characteristics (minutiae), [Online], accessed 3 January 2009. Available <http://www.policensw.com/info/fingerprints/finger08.html>

ประเภทของลายนิ้วมือยังได้จำแนกเป็น 3 ประเภทหลักและแบ่งโดยละเอียดออกเป็น 9 ชนิด คือ

2.3.1 ประเภทโค้ง (arch) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

โค้งราบ (plain arch)

โค้งกระโจม (tented arch)

2.3.2 ประเภทมัดหอย (loop) ได้แก่

มัดหอยปัดขวา (right slant loop)

มัดหอยปัดซ้าย (left slant loop)

2.3.3 ประเภทก้นหอย (whorl) ได้แก่

ก้นหอยธรรมดา (plain whorl)

ก้นหอยมัดหอยแฝด (Twinned loop)

ก้นหอยกระเป๋ากลาง (central pocket loop whorl)

ก้นหอยกระเป๋าด้านข้าง (lateral pocket loop)

ก้นหอยซับซ้อน (accidental whorl)



โค้งราบ (Plain arch)



โค้งกระโจม (Tented arch)



มัดหอยปัดขวา (Plain loop)



มัดหอยปัดซ้าย (Plain loop)



ก้นหอยธรรมดา (Whorl)



ก้นหอยกระเป๋ากลาง
(Central pocket loop)



ก้นหอยกระเป๋าด้านข้าง
(Lateral pocket loop)



ก้นหอยมัดหอยแฝด
(Twinned loop)

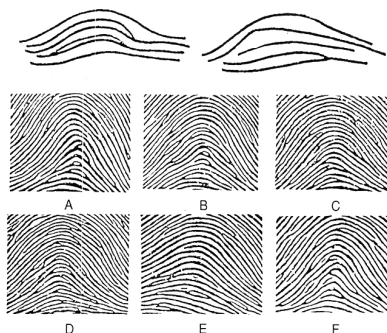


ก้นหอยแบบซับซ้อน
(Accidental)

ภาพที่ 25 แสดงภาพลายนิ้วมือ 9 ชนิด

ที่มา : C.J. Lennard and T. Patterson, Fingerprint Identification Basic and composite ridge characteristics (minutiae), [Online], accessed 3 January 2009. Available <http://www.policensw.com/info/fingerprints/finger08.html>

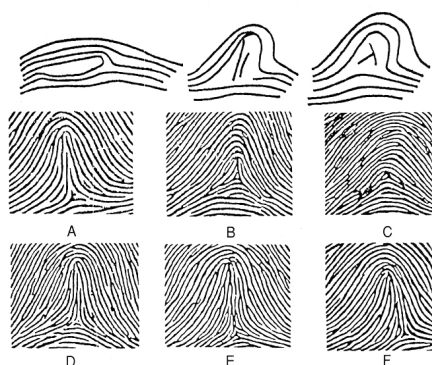
โค้งราบ (plain arch) คือ ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือที่ตั้งต้นจากขอบเล็บข้างหนึ่ง แล้ววิ่งหรือไหลออกไปอีกข้างหนึ่ง ไม่มีเส้นเกือกม้าไม่เกิดมุมแหลมคมที่เห็นได้ชัดตรงกลาง หรือไม่มีเส้นพุ่งสูงขึ้นตรงกลาง ไม่มีจุดตันคอน



ภาพที่ 26 แสดงลายนิ้วมือชนิดโค้งราบ

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 4.

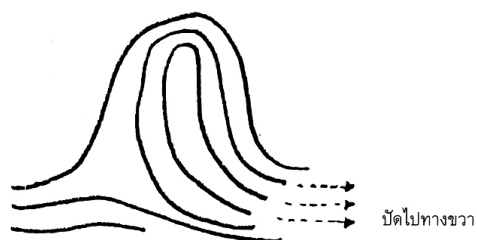
โค้งกระโจม (tented arch) คือ ลักษณะลายเส้นในลายนิ้วมือ มีลายเส้นเส้นหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งอยู่ตอนกลางไม่ได้วิ่งหรือไหลออกไปยังอีกข้างหนึ่ง หรือ ลายเส้นที่อยู่ตรงกลางของลายนิ้วมือ เส้นหนึ่งหรือมากกว่า เกิดเป็นเส้นพุ่งขึ้นจากแนวนอน หรือ มีเส้นสองเส้นมาพบกันตรงกลางเป็นมุมแหลมคมหรือมุมฉาก



ภาพที่ 27 แสดงลายนิ้วมือชนิดโค้งกระโจม

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 4.

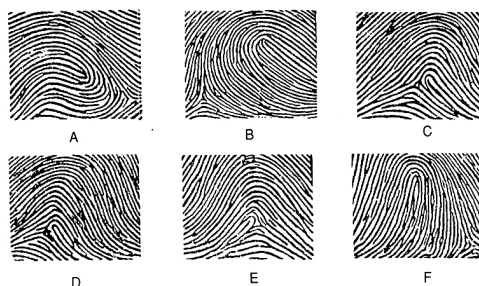
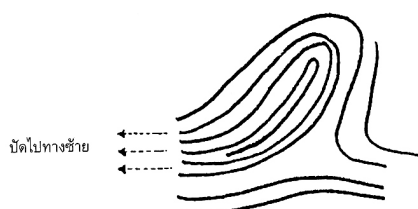
มัดหวายปัดขวา (right slant loop) ลายพิมพ์นิ้วมือมัดหวายรูปใดที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดไปทางมือขวา เรียกว่ามัดหวายปัดขวา



ภาพที่ 28 แสดงลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปัดขวา

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 5.

มัดหวายปัดซ้าย (left slant loop) ลายพิมพ์นิ้วมือมัดหวายรูปใดที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดไปทางมือซ้าย เรียกว่ามัดหวายปัดซ้าย

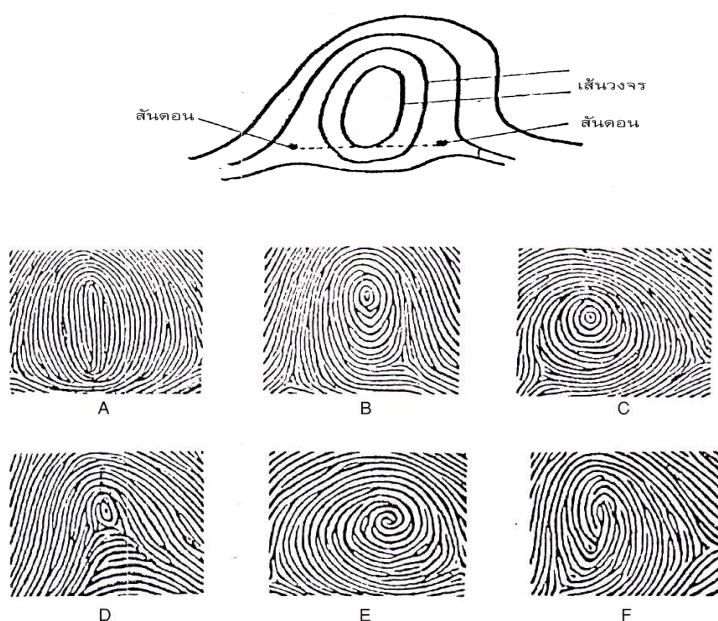


ภาพที่ 29 A, E และ F แสดงลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปัดซ้าย B, C และ D แสดงลายนิ้วมือชนิดมัดหวายปัดขวา

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 6.

การเป็นมัดหอย คือ ต้องมีสันดอนข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียว ต้องมีเส้นวงกลับที่เห็นได้ชัดอย่างน้อย 1 รูป และ ต้องมีจุดใจกลางและต้องนับเส้นจากจุดสันดอนไปถึงจุดใจกลางได้อย่างน้อย 1 เส้น โดยเส้นที่นับนี้ต้องเป็นเส้นของเส้นวงกลับที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้น

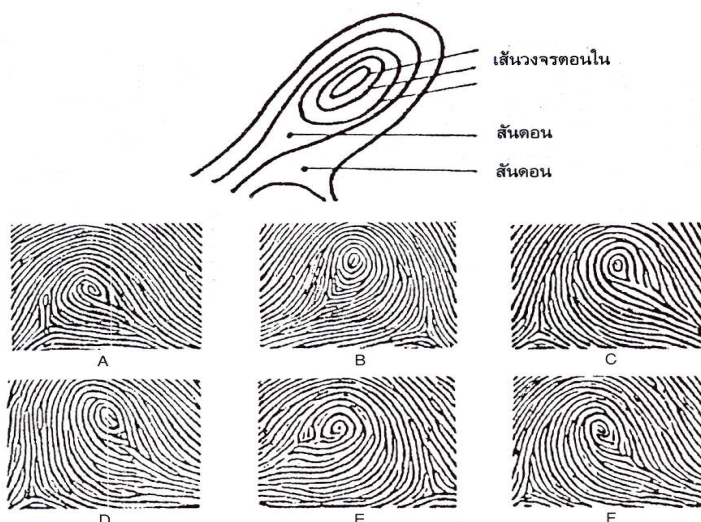
ก้นหอยธรรมดา (plain whorl) คือ ลายนิ้วมือที่มีเส้นเวียนรอบเป็นวงจร วงจรนี้อาจมีลักษณะเหมือนลานนาฬิกา เหมือนรูปไข่ เหมือนวงกลม ลักษณะสำคัญได้แก่ ต้องสันดอน 2 แห่ง และหน้าจุดสันดอนเข้าไปจะต้องมีรูปวงจรหรือเส้นเวียนอยู่ข้างหน้าจุดสันดอนทั้ง 2 จุด และถ้าลากเส้นสมมุติจากจุดสันดอนข้างหนึ่งไปยังสันดอนอีกข้างหนึ่ง เส้นสมมุติจะต้องสัมผัสเส้นวงจรหน้าจุดสันดอนทั้ง 2 ข้างอย่างน้อย 1 เส้น



ภาพที่ 30 แสดงลายนิ้วมือชนิดก้นหอยธรรมดา

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 6-7.

ก้นหอยกระเป๋ากลาง (central pocket loop whorl) คือ ลายนิ้วมือแบบก้นหอยธรรมดานั่นเอง แต่ผิดกันตรงที่ลากเส้นสมมุติจากสันดอนหนึ่งไปยังสันดอนหนึ่ง เส้นสมมุติจะไม่สัมผัสกับเส้นวงจรที่อยู่ตอนใน



ภาพที่ 31 แสดงลายนิ้วมือชนิดก้นหอยกระเป๋ากลาง

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 7.

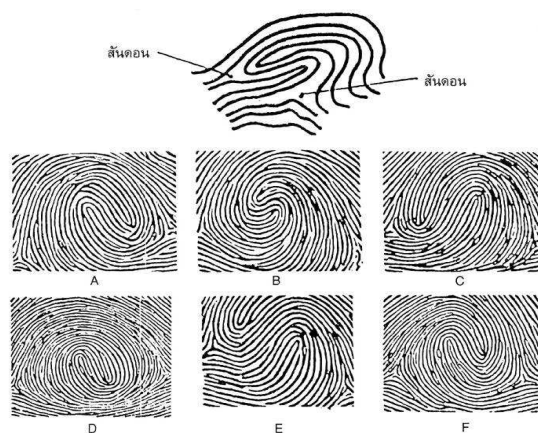
ก้นหอยกระเป๋ายาว (lateral pocket loop) คือ ลายนิ้วมือชนิดมัดหยาขลุ่ แต่มีสันดอนอยู่ข้างเดียวกัน



ภาพที่ 32 แสดงลายนิ้วมือชนิดก้นหอยกระเป๋ายาว

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 8.

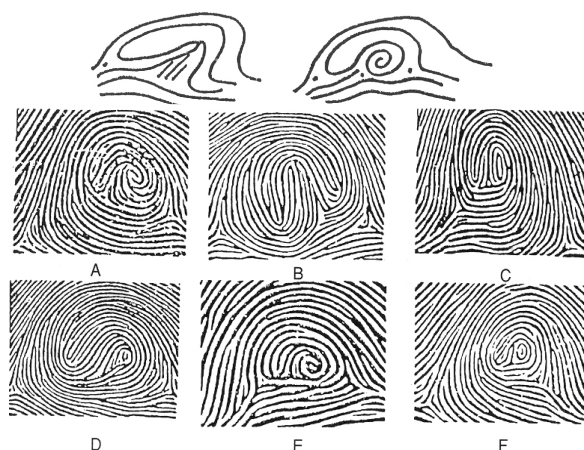
มัดหยาขลุ่ หรือมัดหยาแฝด (double loop/twin loop) คือ ลายนิ้วมือที่มีรูปคล้ายกับลายนิ้วมือแบบมัดหยา 2 รูป มากอดหรือมากล้ากัน เป็นลายนิ้วมือที่มีสันดอน 2 สันดอน และมัดหยาไม่จำเป็นจะต้องมีขนาดเท่ากัน



ภาพที่ 33 แสดงลายนิ้วมือชนิดมัดหยาขู่

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 8.

แบบจับซ้อน (accidental whorl) เป็นลายนิ้วมือที่ประกอบด้วยลายนิ้วมือแบบผสมกัน และมีสันคอง 2 สันคอง หรือมากกว่า ยกเว้นลายนิ้วมือที่ผสมกับโค้งราบจะไม่ใช่กันหอยจับซ้อน



ภาพที่ 34 แสดงลายนิ้วมือแบบจับซ้อน

ที่มา : พลตำรวจเอก อรรถพล เข้มสุวรรณวงศ์ และคณะ, นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (Forensic Science 2 for Crime Investigation) (กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546), 9.

กล่าวโดยสรุปกันหอย (whorl) เป็นแบบแผนลายนิ้วมือที่พบประมาณ 30% ส่วนมัดหอยพบประมาณ 65 % ที่เหลือจะเป็นแบบโค้ง

2.4 ลายนิ้วมือแฝง (Latent fingerprints) ลายนิ้วมือแฝง ประกอบไปด้วย ส่วนผสมของสารคัดหลั่งจากร่างกายและส่วนที่เจือปนที่มาจากสิ่งแวดล้อมรอบข้าง ในส่วนผสมของสารคัดหลั่งจากร่างกายจะมาจากการหลั่งของต่อม 3 ประเภทคือ

eccrine glands เป็นต่อมที่พบได้ทั่วร่างกายซึ่งทำหน้าที่ผลิตเหงื่อโดยไม่มี การสูญเสียเซลล์ไซโตพลาสซึม

apocrine glands เป็นต่อมที่พบในบริเวณขาหนีบ รักแร้ และรอบทวารหนัก โดยจะผลิตเหงื่อพร้อมกับการสูญเสียเซลล์ไซโตพลาสซึมด้วย

Sebaceous glands เป็นต่อมที่พบที่หน้าอก แผ่นหลัง หน้าผาก อวัยวะเพศ และหัวนม จะผลิตสารคัดหลั่งที่เป็นไขมันออกมาหรือที่เรียกว่า ซีบัม (sebum)

สารคัดหลั่งจากต่อม eccrine glands และ sebaceous glands พบได้บ่อยในลายนิ้วมือ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสารคัดหลั่งจากต่อม apocrine glands จะพบได้น้อยในลายนิ้วมือ แต่กลับพบได้ ในอาชญากรรมอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาชญากรรมทางเพศ

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของสารคัดหลั่งที่ได้จากต่อม Eccrine gland, Apocrine glands และ Sebaceous glands

ประเภทของต่อมคัดหลั่ง	ส่วนประกอบของสารคัดหลั่ง	
	สารอนินทรีย์	สารอินทรีย์
Eccrine glands	สารประกอบคลอไรด์ ไอออนของโลหะ (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) สารประกอบซัลเฟต แอมโมเนีย น้ำ (>98%)	กรดอะมิโน ยูเรีย กรดยูริก กรดแลคติก น้ำตาล ครีเอตินินและ โคลีโน
Apocrine glands	เกลือ น้ำ	โปรตีน คาร์โบไฮเดรต สเตียรอยด์
Sebaceous glands	-	กรดไขมัน กลีเซอไรด์ ไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะพื้นผิววัสดุ

ในการตรวจหาลายนิ้วมือ สามารถจำแนกพื้นผิวที่ลายนิ้วมือประทับอยู่ออกเป็น 3 ประเภทคือ พื้นผิวที่มีรูพรุน, กึ่งรูพรุน และไม่มีรูพรุน ดังนี้

2.1 พื้นผิวที่มีรูพรุน (Porous Surface) เป็นลักษณะของพื้นผิวต่าง ๆ ที่สามารถดูดซับเอาเหงื่อบนลายนิ้วมือได้อย่างรวดเร็ว อาทิ กระดาษ ผ้า สำหรับสิ่งที่ละลายอยู่ในน้ำ (water-soluble deposit-WSD) จะถูกดูดซับเข้าไปในชั้นของพื้นผิวเพียงไม่กี่วินาที หลังจากนั้นน้ำจะค่อย ๆ ระเหยออก และเหลือสิ่งที่ปะปนอยู่ไว้ อันได้แก่ กรดอะมิโน ยูเรีย และคลอไรด์ (โซเดียมคลอไรด์) องค์ประกอบเหล่านี้เป็นที่มาของรูปพรรณสัณฐานของลายนิ้วมือแฝง การคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ และความเป็นรูพรุน เมื่อลายนิ้วมือถูกดูดซับไว้บนพื้นผิว ในภาวะที่ปกติรอยลายนิ้วแฝงซึ่งถือเป็น WSD จะไม่ถูกลบหรือเลื่อนได้ง่าย ๆ แต่สามารถถูกทำลายได้จากการชะล้างด้วยน้ำ ในสภาวะปกติที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 % ลายนิ้วมือที่ถูกประทับไว้ระยะเวลาหนึ่ง กรดอะมิโนจะยังคงฝังอยู่ในวัสดุรูพรุน รอยแฝงของลายนิ้วมือจะยังคงอยู่เป็นเวลานานได้ ซึ่งเคยค้นพบลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุกว่า 30 ปีแล้วยังสามารถนำมาพัฒนาด้วย ninhydrin ได้ ส่วนประกอบอย่างอื่น เช่น ยูเรียและโซเดียมคลอไรด์ จะเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่อง ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นสัมพัทธ์ ที่สูง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้น ในสภาวะที่ปกติที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 80 % ลายนิ้วมืออายุ ประมาณ 1 สัปดาห์จะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ส่วนลายนิ้วมือที่อายุมากกว่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงของยูเรียและคลอไรด์ได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้ภาพลายนิ้วมือไม่คมชัด ส่วนประกอบที่ไม่ละลายในน้ำ (non-Water-soluble deposit-NWSD) ได้แก่ ส่วนผสมกึ่งของแข็งจำพวกไขมัน ไข และแอลกอฮอล์ จะเหลือร่องรอยไว้บนพื้นผิววัสดุยาวนานกว่า การเปลี่ยนแปลงของ NWSD จะขึ้นกับอุณหภูมิแวดล้อม ที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียสรอยนิ้วจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ และ NWSD จะอยู่ได้หลายวันบนพื้นผิวนั้น แต่อย่างไรก็ตามมันจะเปลี่ยนไปอย่างมากหาก NWSD นั้นอยู่ในอุณหภูมิที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ในสภาวะปกติ NWSD แม้ปริมาณเล็กน้อยจะยังคงอยู่บนพื้นผิววัสดุได้เป็นเวลาหลายปี แต่ด้วยปริมาณที่น้อยอาจจะปัดฝุ่นไม่พบ แต่มันสามารถใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าได้ อาทิเช่น การใช้เทคนิคของ physical developer (Champod et al. 2004)

2.2 พื้นผิวไม่มีรูพรุน (Non-Porous Surface) เป็นลักษณะของพื้นผิวต่าง ๆ ที่ไม่สามารถดูดซับเอาส่วนประกอบใด ๆ ของรอยลายนิ้วมือแฝงได้ อาทิเช่น ถุงพลาสติกประเภท polyethylene (polythene) กระamik และพื้นผิวโลหะเคลือบเงาทั้งหลาย ส่วนผสมที่เป็นอิมัลชัน (emulsion) ระหว่าง ส่วนที่ละลายน้ำกับส่วนที่ไม่ละลายน้ำในลายนิ้วมือแฝงจะอยู่ส่วนบนของพื้นผิวประเภทนี้เป็นเวลาช้านานได้หากไม่ถูกลบทิ้งออกจากผิวไปก่อนหรืออาจจะมีการ

เปลี่ยนแปลงไปได้ด้วยกาลเวลาหรือผลกระทบจากสภาวะแวดล้อม สิ่งทั้งหลายทั้งหมดยกเว้นพื้นผิวไม่มีรูพรุนจะบอบบางและอ่อนไหวมากต้องปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง อีกทั้งรอยนิ้วมืออาจถูกทำลายด้วยสารละลายอินทรีย์บางประเภทได้ ในขณะที่เดียวกันน้ำอาจจะไปเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของส่วนที่ละลายน้ำได้ ส่วนองค์ประกอบที่ไม่ละลายน้ำเองก็อาจไม่ถูกกระทบจากน้ำ (Champod et al. 2004)

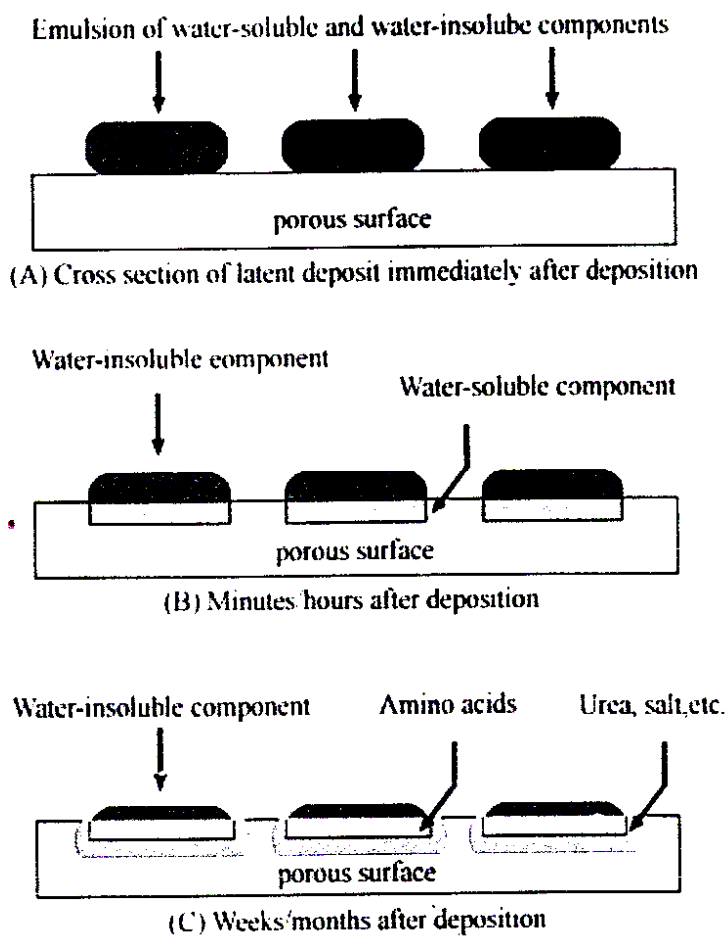
2.3 พื้นผิวกึ่งรูพรุน (Semiporous Surface) เป็นลักษณะของพื้นผิวที่มีคุณลักษณะก้ำกึ่งระหว่างพื้นผิวที่มีรูพรุนและพื้นผิวไม่มีรูพรุน อาทิเช่น พื้นผิวที่ถูกทาสีบางประเภท ธนบัตรที่ทำจากโพลิเมอร์ และกระดาษห่อของที่เคลือบไข เป็นต้น พื้นผิวประเภทนี้จะดูดซับเอาส่วนประกอบที่ละลายน้ำได้ แต่เป็นไปอย่างช้า ๆ เมื่อเทียบกับพื้นผิวที่มีรูพรุน ส่วนองค์ประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะยังคงติดอยู่ส่วนบนของพื้นผิวได้เป็นเวลานานกว่าพื้นผิวที่มีรูพรุน แต่ไม่เท่าพื้นผิวไม่มีรูพรุน

ตารางที่ 2 การจำแนกพื้นผิววัสดุและลักษณะของลายนิ้วแฝงที่อยู่บนพื้นผิวแต่ละประเภท

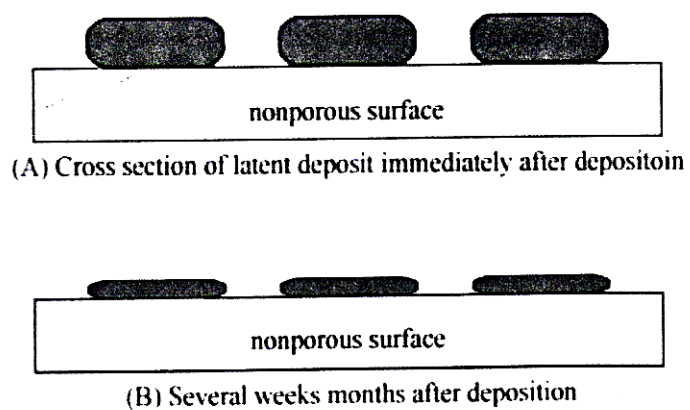
ประเภทของพื้นผิววัสดุ		
พื้นผิวที่มีรูพรุน	พื้นผิวกึ่งรูพรุน	พื้นผิวไม่มีรูพรุน
- พื้นผิวรูพรุนจะดูดซับเอา WSD ได้อย่างรวดเร็ว (ภายในไม่กี่วินาที) หลังการประทับ - NWSD จะติดอยู่บนส่วนบนของพื้นผิววัสดุในระยะเวลานาน (ครึ่งวันถึงหนึ่งวัน)	- พื้นผิวกึ่งรูพรุนจะดูดซับเอา WSD ได้ช้า (จากไม่กี่นาทีถึงชั่วโมง ๆ) หลังการประทับ - NWSD จะติดอยู่บนส่วนบนของพื้นผิววัสดุเป็นเวลานาน (หนึ่งวันถึงหลายวัน)	- พื้นผิวไม่มีรูพรุนจะไม่ดูดซับองค์ประกอบลายนิ้วมือแฝงเลย - ทั้ง WSD และ NWSD จะเป็นส่วนผสมอิมันชั้นติดบนพื้นผิวเป็นเวลานาน (กระทั่งสลายไป)
ตัวอย่างของพื้นผิว : - กระดาษทั่วไป, กระดาษแข็ง - เส้นใยบางประเภทไม้ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการใด ๆ	ตัวอย่างของพื้นผิว : - พื้นผิวที่เคลือบ ไข พลาสติก ไม้บาง ๆ ผนังทาสีและวอลล์เปเปอร์ ไม้ที่เคลือบเงา ฯลฯ	ตัวอย่างของพื้นผิว : - พลาสติกชนิดต่าง ๆ แก้ว, สีนํ้ามันวัสดุเคลือบโลหะ เครื่องเซรามิก ฯลฯ

หมายเหตุ : WSD คือ ส่วนผสมที่ละลายน้ำได้ NWSD คือ ส่วนผสมที่ไม่ละลายน้ำ

ที่มา : Christophe Champod et al., *Fingerprint and other ridge skin impressions* (Florida: CRC Press LL, 2004), 109.



การเปลี่ยนแปลงของลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูพรุน เช่น กระดาษ



การเปลี่ยนแปลงของลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน เช่น แก้ว

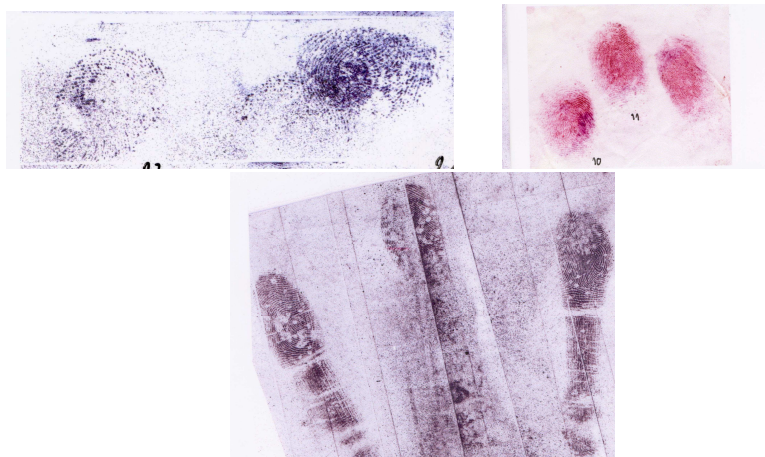
ภาพที่ 35 การเปลี่ยนแปลงของลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวมีรูพรุน และไม่มีรูพรุน

ที่มา : Christophe Champod et al., *Fingerprint and other ridge skin impressions* (Florida: CRC Press LL, 2004), 110.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อลายนิ้วมือแฝง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อลายนิ้วมือแฝง ประกอบด้วย พื้นผิวที่ลายนิ้วมือแฝงประทับอยู่ เช่น พื้นผิวรูปพรุน ไม่มีรูปพรุน หรือกึ่งรูปพรุน นอกจากนี้ก็มีปัจจัยด้านอื่นอีก เช่น ปริมาณเหงื่อ ปริมาณไขมัน เลือด ลักษณะการจับวัตถุ ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และวัตถุที่จับหรือสัมผัส สภาพอากาศ สภาพร่างกาย สภาพของพื้นผิววัตถุเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ผิววัตถุจะต้องสะอาดและเรียบ มิฉะนั้นแล้วจะไม่ติดรายละเอียดของลายเส้น สำหรับลายนิ้วมือที่มี เหงื่อ หรือน้ำมัน เลือด ฝุ่น ฯลฯ บนผิวของลายเส้นนั้นมากเกินไปจนครอบคลุมเส้นร่องของลายนิ้วมือ เมื่อนิ้วมือสัมผัสผิววัตถุ

สภาพอากาศมีผลต่อลายนิ้วมือหลายลักษณะ อากาศอาจทำให้ลายนิ้วมือแห้งหรือชะล้างลายนิ้วมือ ความชื้นทำให้ลายนิ้วมือบนกระดาษเป็นรอยเปื้อน หรือหายไป เนื่องจากลักษณะกระดาษนั้นเป็นรูปพรุน ความชื้นสามารถเข้าไปได้ทุกทิศทาง และซึมเข้าไปในลายนิ้วมือ ทำให้ลายเส้นกระจายตัวจนกระทั่งไม่สามารถมองออกได้ว่าเป็นลายนิ้วมือ ไขมันที่ติดอยู่บนลายนิ้วมือ จะทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏอยู่ได้นานขึ้น องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเหงื่อคือน้ำ ไขมันเบาว่าน้ำ จะลอยอยู่ข้างบนของน้ำและลดอัตราการระเหยของน้ำ หลังน้ำระเหยไป ไขมันจะยังคงปรากฏอยู่และค่อนข้างเหนียว ทำให้การปิดลายนิ้วมือด้วยผงฝุ่นได้ลายเส้นที่ชัดเจนกว่าลายนิ้วมือที่ไม่มีไขมันติดอยู่ (พ.ต.ท.หญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ : 35)



ภาพที่ 36 ภาพแสดงตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีการปิดผงฝุ่นดำ และวิธีนินไฮดริน
ที่มา : ศูนย์ตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือและฝ่ามืออัตโนมัติ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์, ภาพส่วนบุคคล. “ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีการปิดผงฝุ่นดำ และวิธีนินไฮดริน”

3.แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระดาษเบื้องต้น

องค์ประกอบของกระดาษ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ องค์ประกอบที่เป็นเส้นใย (fibrous materials) และองค์ประกอบที่ไม่ใช่เส้นใย (non fibrous materials) องค์ประกอบที่เป็นเส้นใยได้แก่ เส้นใยธรรมชาติ (natural fiber) และเส้นใยสังเคราะห์ (synthetic fiber) ซึ่งเส้นใยธรรมชาติได้มาจาก เส้นใยสัตว์ (animal fiber) เส้นใยพืช (wood fiber) และเส้นใยจากแร่ (mineral fiber) ส่วนเส้นใยสังเคราะห์เกิดจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มนุษย์นำมาผลิตเส้นใยจากวัตถุดิบจำพวกสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เส้นใยในกลุ่มนี้มีมากมายเช่น Viscose-rayon, Nylon Acrylic, Elastomer และ Glasofiber แหล่งเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษได้มาจาก ไม้ (wood) ถือว่าเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำเยื่อกระดาษ (wood pulp) ไม้ทุกชนิดสามารถนำมาทำเป็นเยื่อกระดาษได้ทั้งไม้เนื้ออ่อน (softwood) และไม้เนื้อแข็ง (hardwood) รวมทั้งไม้ล้มลุก (non-wood)

ส่วนองค์ประกอบที่ไม่ใช่เส้นใยเรียกว่า สารเติมแต่ง (Additive) เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารเติมแต่งหลัก (Functional additive) และ สารเติมแต่งเสริม (Chemical processing aids) โดยสารเติมแต่งหลัก จะทำหน้าที่ปรับปรุงคุณสมบัติเฉพาะอย่างของกระดาษ แบ่งย่อยได้เป็น 6 ชนิด คือ สารด้านการซึมน้ำ (sizing agent) ทำให้กระดาษต้านทานการซึมน้ำ ตัวเติม (filler) ผงสีขาวใช้อุดรู ร่อง ช่องว่างระหว่างเส้นใย สารเพิ่มความเหนียว (dry strength agent) ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง สารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก (wet strength agent) ได้แก่ เรซินสังเคราะห์ สารสีย้อม (dyes) ทำให้กระดาษมีสีตามต้องการ และสารฟอกขาว (optical brightening agent) ช่วยลดการสะท้อนแสงของกระดาษ ส่วนสารเติมแต่งเสริมจะทำหน้าที่ช่วยเสริมให้สารเติมแต่งหลักทำหน้าที่เฉพาะอย่างได้ดีขึ้น แบ่งย่อยได้เป็น 6 ชนิดเช่นกัน คือ สารเพิ่มการดกค้าง (retention aid) สารด้านการเกิดฟอง (deformers) สารควบคุมจุลชีพ (microbiological control agent) สารควบคุมการเกิดตาปลา (pitch control agent) สารช่วยแยกน้ำ (drainage aids) และสารช่วยกระจายตัว (formation aids)

กระดาษแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่

1. กระดาษไม่เคลือบผิว (uncoated paper) เป็นกระดาษที่ผิวไม่เรียบ มีหลายแบบ ขึ้นกับกระบวนการสุดท้ายในการผลิต อาทิเช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ 45-50 แกรม กระดาษปอนด์ 60-120 แกรม กระดาษการ์ด 190-360 แกรม กระดาษใบเบิล 25-59 แกรม กระดาษแอร์เมล์ 28-32 แกรม กระดาษปอนด์ 35-105 แกรม ใช้พิมพ์ธนบัตร ใบหุ้न แบบฟอร์ม

2. กระดาษเคลือบผิว (coated paper) เป็นกระดาษที่กระบวนการสุดท้ายจะผ่านสารเคลือบผิวและขัดผิวด้วยลูกกลิ้งในขั้นสุดท้าย อาทิเช่น กระดาษอาร์ตมัน gloss coating 85-160

แกรม กระดาษอาร์ตด้าน Matte coating 85-160 แกรม กระดาษอาร์ตแก้ว cast coating 120 แกรม
อาร์ตการ์ดหน้าเดียว หรือ 2 หน้า 190-360 แกรม

3. กระดาษแข็ง (board paper) เป็นกระดาษที่มีความแข็งแรง มีน้ำหนักตั้งแต่ 250 แกรม
ขึ้นไป นิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์ เช่น กระดาษกล่องแป้น กระดาษลูกฟูก กระดาษกล่องแป้นหลังขา

4. กระดาษพิเศษ เป็นกระดาษที่สร้างขึ้นมามีงานเฉพาะ ตามคุณสมบัติพิเศษ อาทิเช่น
กระดาษกันปลอมต่าง ๆ เช่น ธนบัตร เช็ค ตั๋วแลกเงิน แสตมป์ รวมทั้งกระดาษสำเนาในตัว กระดาษ
คาร์บอน กระดาษที่สังเคราะห์จากพลาสติก กระดาษ dupo

ข้อเปรียบเทียบระหว่างกระดาษเคลือบผิวและกระดาษไม่เคลือบผิว กระดาษเคลือบผิว
จะมีราคาแพง ผิวหน้าเรียบ ผิวหน้าแข็งแรง ดูดซึมหมึกน้อย ให้ภาพที่มีคุณภาพ มันวาวสูง กระดาษ
ไม่เคลือบผิว จะมีราคาถูกกว่า ผิวหน้าหยาบ ผิวหน้าไม่แข็งแรง ดูดซึมหมึกได้มากกว่า ให้ภาพที่มี
คุณภาพต่ำกว่า มันวาวต่ำ

4. แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ

การตรวจเก็บลายนิ้วมือ สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับพื้นผิว (International
Association for Identification , www.cbdi.org ; US Department of Justice, 2001) ดังนี้

การตรวจเก็บลายนิ้วมือบนพื้นผิวรูพรุน เช่น กระดาษ พื้นไม้ที่ยังไม่ผ่าน
กระบวนการใดๆ มีหลายวิธีดังนี้

1. มองด้วยตาเปล่า (Visual)
2. รมไอโอดีน (Iodine fuming)
3. DFO (1,8-Diazafluoren-9-one)
4. นินไฮดริน (Ninhydrin)
5. 1,2-Indanedione
6. Silver nitrate
7. Physical developer

การตรวจเก็บลายนิ้วมือบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน เช่น กระจก และพื้นผิว
โลหะเคลือบเงา มีหลายวิธีดังนี้

1. มองด้วยตาเปล่า (Visual)
2. Powder
3. รมกาว (Cyanoacrylate fuming)
4. Gentian violet

5. Small particle reagent
6. ส่องด้วยเครื่องเลเซอร์หรือเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่

การตรวจเก็บลายนิ้วมือบนพื้นผิวถึงรูปพรุน เช่นพื้นผิวที่ถูกทาสีบางประเภท ธนบัตรที่ทำจากโพลิเมอร์ และกระดาษห่อของที่เคลือบไข มีหลายวิธีดังนี้

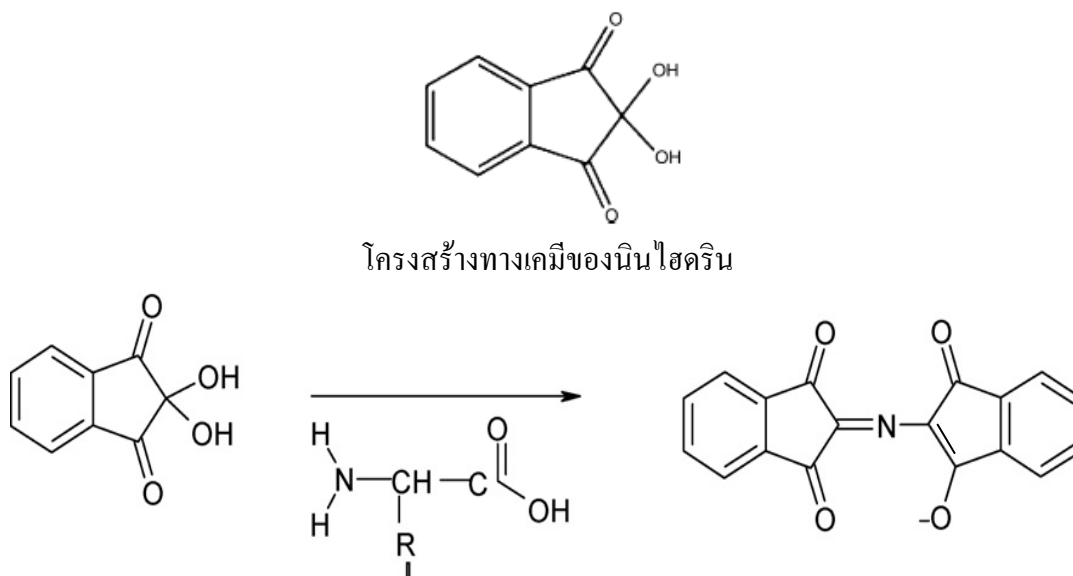
1. มองด้วยตาเปล่า (Visual)
2. ส่องด้วยเครื่องเลเซอร์หรือเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (Laser or alternate light)
3. รมไอโอดีน
4. รมกาว superglue (Cyanoacrylate fuming)
5. Magnetic powder
6. นินไฮดริน (Ninhydrin)
7. Physical developer

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยผงฝุ่น เช่น ผงฝุ่นดำ ผงฝุ่นลูมิเนสเซนซ์ ผงฝุ่นแม่เหล็ก และผงฝุ่นเรืองแสงต่าง ๆ

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยสารเคมี

ไอโอดีน (Iodine) มีลักษณะเป็นเกล็ดสีน้ำตาล วิธีการรมไอโอดีนเหมาะกับตัวอย่างประเภท กระดาษ ผิวน้ำ ฯลฯ เมื่อได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยจะระเหิดเป็นไอ ไปสัมผัสกับของกลางที่คิดว่ามีลายนิ้วมือแฝงติดอยู่ ไอโอดีนจะไปเกาะกับไขมันหรือสารที่มีความมันจะดูดซับไอของไอโอดีน เมื่อรมควันวัตถุพยานด้วยไอโอดีน ลายนิ้วมือแฝงที่มีน้ำมันหรือไขมันจะดูดซับไอของไอโอดีนทำให้ลายนิ้วมือปรากฏเป็นสีน้ำตาลแดง (บนพื้นดำ) ลายนิ้วมือที่ปรากฏนี้ไม่ถาวรลายเส้นจะค่อยจางหายไปเมื่อหยุดรมควัน ดังนั้นการตรวจเก็บจึงต้องเตรียมกล้องบันทึกภาพไว้ให้พร้อมเพื่อการบันทึกภาพทันที การจะทำให้ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏด้วยไอโอดีนคงอยู่ไม่จางหายไปจะต้องใช้สารหยุดการจาง ได้แก่ สารละลาย 7,8-benzoflavone การรมไอโอดีนต้องใช้ภาชนะปิดมิดชิดเช่น ตู้รมควัน หรือ iodine gun ในห้องที่มีตู้ดูดควันหรือบริเวณที่อากาศถ่ายเท การสูดไอของไอโอดีนเล็กน้อยไม่มีอันตราย แต่การสูดไอโอดีนเป็นเวลานานจะทำให้เกิดการระคายเคืองของผิวหนังระบบทางเดินหายใจ (พ.ต.ท.หญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ : 48)

นินไฮดริน (Ninhydrin) มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีเหลืองอ่อน เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษและเอกสารต่าง ๆ นินไฮดรินจะไปทำปฏิกิริยากับ กรดอะมิโนในเหงื่อ ทำให้ลายนิ้วมือแฝง เปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีม่วง การเตรียมสารละลาย ninhydrin ละลายนินด้วยตัวทำละลาย ได้แก่ acetone หรือ ethyl alcohol petroleum ether และ 7100-HFE



ภาพที่ 37 แสดงโครงสร้างทางเคมีของนินไฮดรินและการเกิดปฏิกิริยาระหว่างนินไฮดรินกับกรดอะมิโน ได้สีม่วง ที่เรียกว่า Ruhemann's purple

ที่มา : Christie Wallace-Kunkel et al. "Optimization and evaluation of 1,2-indanedione for use as a fingerprint reagent and its application to real samples" *Forensic science international*, 168 (2007): 14-26 [Online]. Available from ScienceDirect File.

ซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate) เหมาะกับตัวอย่างประเภทกระดาษ ไม่ โดยจะทำปฏิกิริยากับเกลือโซเดียมคลอไรด์ในเหงื่อ ให้ซิลเวอร์คลอไรด์ (silver chloride) มีสีขาว ไม่เสถียร เมื่อได้รับแสงจะแตกตัวเป็น ซิลเวอร์ (silver) และคลอไรด์ (chloride) ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏออกมาเป็นสีแดงน้ำตาลดำ

Physical Developer เป็นของเหลวที่มีเงิน (Silver) เป็นหลัก ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบไขมัน น้ำมันที่อยู่ในลายนิ้วมือให้สีเทาของเงินปรากฏขึ้น ใช้กับกระดาษหรือพื้นผิวรูพรุนอื่น ๆ โดยใช้หลังจากใช้ DFO และนินไฮดริน ซึ่งจะช่วยให้ลายนิ้วมือปรากฏเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากสารตัวนี้ทำปฏิกิริยากับสารหลายตัวที่แตกต่างกันในลายนิ้วมือ สารตัวนี้ให้ผลดีกับลายนิ้วมือบนกระดาษที่เปียก

Gentian Violet or Crystal violet เป็นสีย้อมที่ใช้ย้อมสีลายนิ้วมือแฝง โดยเหมาะกับรอยลายนิ้วมือแฝง ที่ติดอยู่บนด้านเหนียวของเทปใส เทปพันสายไฟ ที่เหนียวไม่ละลายน้ำ ซึ่งไม่สามารถเก็บโดยวิธีการปัดฝุ่นได้

Sticky-side Powder ใช้หาลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทปได้ลายเส้นลายนิ้วมือที่ชัดเจนกว่าวิธีอื่น ๆ ใช้ผสมกับน้ำและ Photo-Flo ในปริมาณที่เท่ากัน ทาด้วยแปรงลงบนด้านเหนียวของเทปใส ทิ้งไว้ประมาณ 10-15 วินาที ล้างออกด้วยน้ำ



ภาพที่ 38 Sticky-side Powder

ที่มา : BVDA, Sticky-side Powder [Online], accessed 24 November 2008. Available from <http://www.bvda.com/EN/sect1/blank.htm>

Small Particle Reagent (SPR) ประกอบด้วยสารแขวนลอยของผง molybdenum disulfide ในสารละลายสบู่ ซึ่งยึดติดกับส่วนประกอบของไขมันในลายนิ้วมือสีเทา เมื่อจะใช้ให้ผสม SPR กับน้ำและ Kodak Photo-Flo 200 ใส่ขวดสเปรย์ เขย่าให้เข้ากัน ฉีดพ่นไปบนบริเวณที่ต้องการหาลายนิ้วมือแล้วฉีดน้ำล้าง รอให้แห้งแล้วบันทึกภาพถ่าย หรือเก็บรอยที่แห้งด้วยเทปใส ใช้หาลายนิ้วมือบนกระดาษแข็ง โลหะที่เป็นสนิม คอนกรีต พลาสติก ไวนิล ไม้ แก้ว กระป๋องโซดา กระดาษไข วัตถุผิวเปื่อย

Sudan Black เป็นสีย้อมองค์ประกอบของไขมันของต่อมไขมันให้มีสีน้ำเงินเข้ม ใช้หาลายนิ้วมือบนวัตถุผิวเรียบ ผิวหยาบ ผิวไม่มีรูพรุนที่เปื้อนไขมัน หรือสารที่มีความเหนียว ใช้ได้กับบนแก้ว โลหะ พลาสติก พื้นผิวมัน เช่น กระดาษออบไช

ซูเปอร์กลู หรือ กาว (Super glue or Cyanoacrylate ester) เหมาะกับของกลางประเภทเครื่องหนัง, กระดาษ, กระจกพลาสติก, แก้ว, ผ้า, ไม้, โลหะต่าง ๆ เป็นต้น หรือลายนิ้วมือที่เป็นรอยเก่าบนวัตถุพยานที่ปิดผนึกไม่สนิท เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยเป็นควันไอสีขาว ซึ่งมีความเข้มข้นสูงแล้วทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนและน้ำในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝง ปรากฏเป็นลายเส้นสีขาว การรมควัน super glue กระทำในภาชนะที่ปิดมิดชิด อาจเป็นตู้กระจกหรือตู้พลาสติก หรือตู้อบ superglue หลังจากนั้นทำการบันทึกภาพถ่ายลายนิ้วมือ ก่อนที่จะนำไปทำการปิดผนึก หรือ ย้อมสีเรืองแสงหรือวิธีการอื่น ๆ

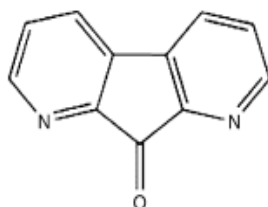
Amino Black เป็นสีย้อมโปรตีนที่อยู่ในเลือดหรือ body fluid อื่น ๆ ให้สีน้ำเงินเข้ม amino black ไม่ทำปฏิกิริยาใด ๆ กับสารในลายนิ้วมือ ช่วยทำให้ลายนิ้วมือที่เปื้อนเลือดแม้จะมองไม่เห็นให้ปรากฏเห็นชัดเจนขึ้น ใช้ได้บนวัตถุผิวรูพรุนและผิวไม่มีรูพรุน เช่น สฟ ไม้ กระดาษ (พ.ต.ท.หญิง วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ : 62)

วิธีการการตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยสารเคมีเรืองแสง (Fluorescent chemicals for latent print development)

Rhodamine 6G เป็นผงเรืองแสงที่ให้ผลดีที่สุดตัวหนึ่งเมื่อใช้กับแสงเลเซอร์ หรือ Forensic Light Source อื่น ๆ ง่ายต่อการใช้งาน โดยผสม 0.1 กรัมในตัวทำละลาย 2-3 ลิตร ใช้ย้อมสี โลหะ แก้ว ผนัง พลาสติก หรือ วัตถุอื่น ๆ ควรทดสอบอัตราส่วนก่อนว่าอัตราส่วนเท่าใดเหมาะสมกับผิววัตถุชนิดหนึ่ง ๆ สามารถใช้ Rhodamine 6G ปิดบนผิววัตถุได้โดยตรง

Ardrox เป็นของเหลวเรืองแสงซึ่งใช้ร่วมกับ Forensic Light Source และ UV Lamp ลายนิ้วมือแฝงที่รมด้วย Super Glue ย้อมสีด้วย Ardrox จะเรืองแสงภายใต้แสง 365 nm, 450-480 nm

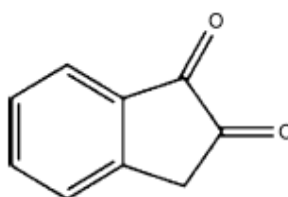
DFO (1,8-Diazafluoren-9-one) ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือซึ่งมองไม่เห็นในแสงปกติ แต่จะเรืองแสงชัดเจนในแสงพิเศษ DFO จะทำให้ลายนิ้วมือปรากฏบนกระดาษ มากกว่าใช้นินไฮดรินเพียงอย่างเดียว 2.5-3 เท่า ถ้าใช้ร่วมกับนินไฮดรินจะต้องใช้วิธี DFO ก่อน DFO ถูกนำมาใช้โดย Pounds และคณะในปี 1989 (Pounds et al., 1990) โดยจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนที่มีในรอยลายพิมพ์นิ้วมือแฝงแล้วจะให้สีชมพูสด ๆ ขึ้นตามร่องสัน โดยจะขึ้นอยู่กับความร้อนที่ถูกมาใช้ด้วย การเรืองแสงในอุณหภูมิห้องที่สูง ๆ ก็จะเกิดขึ้นได้เช่นกันโดยไม่ต้องมีการย้อมใด ๆ เพิ่มเติม DFO reagent ได้รับการยอมรับว่าไวไวมากกว่าเมื่อเทียบกับ ninhydrin แต่อย่างไรก็ตาม ninhydrin กลับเป็นตัวที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางมากกว่าเนื่องจากปัจจัย ด้านราคา และสี ที่เกิดขึ้นในขั้นแรกที่เข้มกว่า



ภาพที่ 39 โครงสร้างทางเคมีของ DFO (1, 8-Diazafluoren-9-one)

ที่มา : Wikipedia, [1, 8-Diazafluoren-9-one](http://en.wikipedia.org/wiki/1,8-Diazafluoren-9-one) [Online], accessed 24 November 2008. Available from <http://en.wikipedia.org/wiki/1,8-Diazafluoren-9-one>

1,2-indanedione ถูกนำมาใช้เป็นสารเคมีข่มลายนิ้วมือเมื่อปี 1997 โดย Ramotowski และคณะ โดยต่อ ยอดจากการวิจัยสารที่มีส่วนคล้ายคลึงกับ ninhydrin (ninhydrin analogues) ของ Jouille ร่วมกับเพื่อน ๆ ของหน่วยงาน US Secret Service ซึ่งการค้นคว้านี้ได้นำมาใช้เป็นแนวทางการวิจัย เพื่อหาขีดความสามารถ 1,2-indanedione ในการใช้ตรวจหาลายนิ้วมือ Hague และคณะ ได้ทดลองเพื่อหาระดับของ 1,2-indanedione ในการข่มสีกรดอะมิโนเมื่อปี 1998 ในการวิจัยเบื้องต้นพบว่าความเข้มข้นของ 1,2-indanedione ในระดับต่าง ๆ กันที่นำมาทดลองนั้นทำให้การข่มเกิดการเรืองแสงได้มากกว่า DFO อย่างไรก็ดีตาม ก็ไม่มีความเข้มข้นในระดับใดเลยที่จะทำให้สีที่เกิดขึ้นในขั้นแรกได้เข้มมากกว่า ninhydrin การทดลองครั้งแรกได้กระทำขึ้นใน Israel ซึ่งบอกได้ว่า 1,2-indanedione ไม่ได้ด้อยไปกว่า DFO สารเคมี 1,2-indanedione ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น ในปี 2002 สารเคมี 1,2-indanedione มีการผลิตเพื่อการค้าโดยบริษัท BVDA International ประเทศเนเธอร์แลนด์



ภาพที่ 40 โครงสร้างทางเคมีของ 1, 2-indanedione

ที่มา : Kiriya-chemi, 1,2 – IND [Online], accessed 24 November 2008. Available from www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q54.html

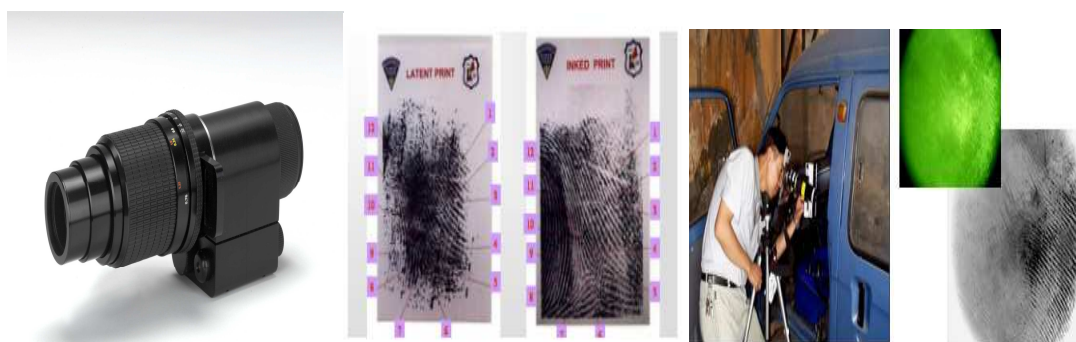
ในปี 2000, Roux และคณะ ได้เปรียบเทียบ 1,2-indanedione (5,6-dimethoxy-1,2-Indanedione) ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทียบกับ DFO และ ninhydrin สรุปได้ว่า reagent ใหม่นี้ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏเรืองแสงได้ชัดเจนกว่ารอยพิมพ์จาก DFO แต่ลายนิ้วมือแฝงที่ข่มสีด้วย ninhydrin ยังคงให้สีในขั้นแรกเข้มกว่า 1,2-indanedione ตัวทำละลายพาหะชนิดต่าง ๆ (acetone, methanol , petroleum ether, HFE 7100 และ HFC 4310mee) เพื่อที่ใช้กับ 1,2 -indanedione พบว่า HFE 7100 เพิ่มความสว่างจากการเรืองแสงของลายพิมพ์นิ้วมือได้ใกล้เคียงกับ HFC 4310mee สูตรที่แนะนำให้ใช้คือ 0.3 % (w/v) 1,2-indanedione, 1% (v/v) acetic acid ,50% (v/v) methanol ผสมกับตัวทำละลายพาหะ HFE 7100 ในปี 2002 Roux และคณะได้ใช้ 1,2-indanedione ต่อจากการใช้ DFO และ ninhydrin สรุปได้ว่า 1,2-indanedione สามารถใช้ใน

ลำดับขั้นเรียงจาก DFO ได้ แต่ไม่สามารถนำไปใช้ในลำดับขั้นต่อ ninhydrin ได้เพราะสีที่เข้มกว่า และการเรืองแสงที่จะถูกรบกวนทำให้ไม่สามารถนำ 1,2-indanedione มาใช้ในลำดับขั้นตอนต่อเนื่องจากนั้นได้ Among และคณะ ทำการทดลองเพื่อยืนยันว่า indanedione ข้อมลายนิ้วมือที่ผ่านการข้อมจาก ninhydrin มาแล้วจะไม่ได้ผลดี บอกได้ว่าปฏิกิริยาได้เกิดขึ้นสมบูรณ์แล้ว สำหรับลำดับที่ใช้กับลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่มีรูพรุนเป็นข้อเสนอจากงานวิจัยของ Stoilovic และ Lennard การทดสอบเพื่อหาตำแหน่ง 1,2-indanedione ว่าจะใช้ก่อนหรือหลัง DFO ในลำดับการใช้ทดสอบนั้นสามารถอธิบายได้ว่า indanedione สามารถใช้แทนที่ DFO ได้

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยเครื่องมือ

เลเซอร์ (Laser) แสงเลเซอร์เป็นแสงที่มีสีเดียว มีความยาวคลื่นเดียวหรือความยาวคลื่นแคบที่สุด แสงเลเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงมีสีเขียว λ 488.0 – 514.5 nm การใช้แสงเลเซอร์จะต้องทำในที่มืด สามารถใช้แสงเลเซอร์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานเบื้องต้นได้ทุกประเภท เพราะแสงเลเซอร์ไม่ทำให้วัตถุพยานเปลี่ยนสภาพ

RUVIS (Reflected Ultra-Violet Imaging System) เป็นกล้องส่องหาลายนิ้วมือโดยใช้หลักการสะท้อนแสง UV สามารถส่องเห็นลายนิ้วมือบนผิววัตถุไม่ดูดซับโดยไม่ต้องใช้สารเคมีใดๆ ก่อน ได้แก่ เครื่อง Scenescop ของบริษัท SPEX ประเทศฝรั่งเศส-สหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 41 Scenescop

ที่มา : SPEX Forensics Group. [Scenescop](http://www.forensic.e-symposium.com/articles/e2004/oct31.html) [Online], accessed 24 November 2008. Available from <http://www.forensic.e-symposium.com/articles/e2004/oct31.html>

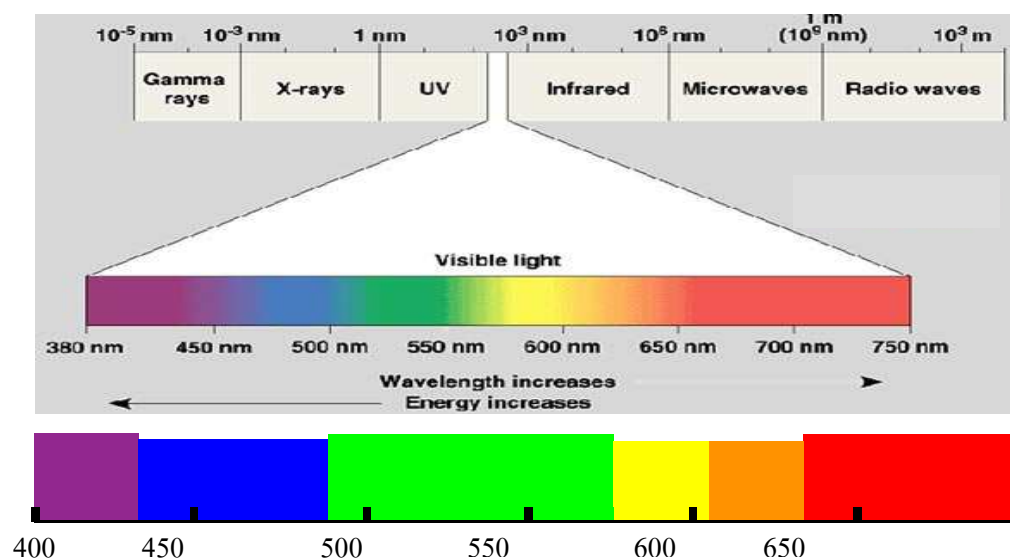
เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (Alternate light source) ใช้ตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานต่าง ๆ เช่น รอยลายนิ้วมือแฝงติดคราบโลหิต คราบอสุจิ พลาสติก รอยร่องเท้า เอกสาร

ต่าง ๆ เป็นต้น ได้แก่ เครื่อง Polilight ของบริษัท Rofin ประเทศออสเตรเลีย เครื่อง Crimescope ของบริษัท SPEX ประเทศฝรั่งเศส-สหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 42 เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ Polilight รุ่น Mini-CrimeScope 400 W ของบริษัท SPEX ที่มา : SPEX Forensics Group. Crimescope [Online], accessed 21 November 2008. Available from <http://www.crimescope.com/march%2015/homemar.htm>

สเปกตรัม คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงจะเดินทางเป็นคลื่น ช่วงคลื่นแสงที่สามารถมองเห็นได้เรียกว่า แสงขาว (white light) ซึ่งเป็นช่วงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงหนึ่งเท่านั้น ช่วงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่น ได้แก่ รังสีคอสมิก รังสีแกมมา (gamma rays) รังสีเอ็กซ์ (X-rays) อุลตราไวโอเลต (ultraviolet) อินฟราเรด (infrared) คลื่นไมโครเวฟ (microwaves) และคลื่นวิทยุ (radio wave) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีความถี่ต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกช่วงความถี่เหล่านี้ว่า "สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า" ในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีชื่อต่าง ๆ กัน ดังภาพ



ภาพที่ 43 ความยาวคลื่นและความถี่ของแสงสีต่าง ๆ

ที่มา : ฟิสิกส์ราชมงคล. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 3 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก www.rmutphysics.com/physics/oldfront/100/electromagnetic-wave2.htm - 64k

ตารางที่ 3 แสดงความยาวคลื่นและความถี่ของแสง

สี	ความยาวคลื่น (10^{-7} m)	ความถี่ (10^{14} Hz)
ม่วง	3.90 - 4.55	6.59 - 7.69
น้ำเงิน	4.55 - 4.92	6.10 - 6.59
เขียว	4.92 - 5.77	5.20 - 6.10
เหลือง	5.77 - 5.97	5.03 - 5.20
ส้ม	5.97 - 6.22	4.82 - 5.03
แดง	6.22 - 7.80	3.84 - 4.82

ที่มา : ฟิสิกส์ราชมงคล. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 3 พฤษภาคม 2552. Available เข้าถึงได้จาก www.rmutphysics.com/physics/oldfront/100/electromagnetic-wave2.htm - 64k

เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ MCS 400 ของบริษัท SPEX ประเทศฝรั่งเศส-สหรัฐอเมริกา เป็นเครื่องที่ให้ความยาวคลื่นในช่วง visible light หรือ แสงขาว ประกอบด้วย UV (300-400) 415 445 CSS 475 515 และ white

ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System (AFIS))

ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีซอฟต์แวร์ลักษณะพิเศษเฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับลายพิมพ์นิ้วมือ เพื่อให้การตรวจสอบเป็นไปด้วยความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว ระบบการทำงานของระบบ AFIS จะค้นหาจุดสำคัญบนลายนิ้วมือและหาความสัมพันธ์ระหว่างจุดต่าง ๆ เหล่านั้น ซึ่งจุดสำคัญดังกล่าวจะหาได้จากตำแหน่งของลายเส้นที่เป็นจุดปลายหรือ จุดแยก โดยอาศัยหลัก ความสัมพันธ์หรือ Relation

การทำงานของเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติประกอบด้วย การตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุกับลายพิมพ์นิ้วมือ ที่เก็บไว้ในสารบบ เรียกว่า Latent to Tenprint Inquiry และ การตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือ ของอาชญากรหรือผู้ต้องสงสัยกับลายนิ้วมือแฝงที่เก็บไว้ในสารบบ วิธีนี้เรียกว่า Tenprint to Latent inquiry ส่วนการตรวจเปรียบเทียบลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้วของอาชญากรในสารบบเป็นการตรวจยืนยันตัวบุคคล วิธีการนี้เรียกว่า Tenprint to Tenprint Inquiry และการตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝงในคดีหนึ่งกับลายนิ้วมือแฝงในคดีอื่น ๆ ที่เก็บไว้ในสารบบ เนื่องจากยังไม่สามารถระบุตัวผู้กระทำความผิดได้ เพื่อทราบว่าคดีต่างคดีกันได้เกิดขึ้นโดยบุคคลเดียวกันหรือไม่ วิธีการนี้เรียกว่า Latent to Latent Inquiry

ขั้นตอนการตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมือด้วยระบบ AFIS แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การบันทึกข้อมูลและการนำเข้าข้อมูล เป็นขั้นตอนในการแปลงข้อมูลจากกระดาษเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยการ Scan หรือการนำเข้าของ File ภาพลายพิมพ์นิ้วมือ

ขั้นตอนที่ 2 การปรับแต่งรายละเอียดจุดสำคัญบนลายนิ้วมือ ซึ่งการปรับแต่งข้อมูลเพิ่มเติม ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ตรวจพิสูจน์

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบผล (matching)

ประโยชน์ของเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) จัดได้ว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อเจ้าหน้าที่ในการสืบสวนสอบสวนติดตามผู้กระทำความผิด

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

อิสรา วารีเกษม (2533) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมือโดยมนุษย์และระบบตรวจสอบอัตโนมัติ ด้วยการรวบรวมข้อมูลรายงานสถิติผลของการตรวจสอบแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้ว จากกองทะเบียนประวัติอาชญากร กรมตำรวจ พบว่า ระบบ

ตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) มีประสิทธิภาพที่เหนือกว่าการตรวจวิเคราะห์ลายพิมพ์นิ้วมือโดยมนุษย์ ในด้าน มีความถูกต้อง แม่นยำ ความรวดเร็ว

ร.ต.อ. สุวิระ ทรงเมตตา (2534) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบตรวจสอบอัตโนมัติ (AFIS) มาใช้ในกรมตำรวจ ผลการวิจัยพบว่า การนำระบบตรวจสอบอัตโนมัติ (AFIS) มาใช้ในกรมตำรวจ สามารถทำให้ได้ผลการตรวจสอบแม่นยำ รวดเร็ว เพียงตรง

ร.ต.อ. อุกฤษฏ์ ศรีเสือขาม (2541) ศึกษาวิจัยเรื่อง ประมวลลายพิมพ์นิ้วมือเบื้องต้นสำหรับระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ พบว่าลายพิมพ์นิ้วมือที่พิมพ์ชัดเจนและมีคุณภาพดีจะให้ผลลัพธ์ที่เท่าเทียมกับการใช้คนเป็นผู้ดำเนินการ ส่วนภาพที่มีคุณภาพรองลงมาจะให้คุณภาพที่ใกล้เคียงกันแต่ยังด้อยกว่าการใช้คนเป็นผู้พิจารณา ในด้านความเชื่อถือ กฎหมายลักษณะพยานวางข้อกำหนดในเรื่องการรับรองเอกสาร และข้อกำหนดเกี่ยวกับผู้ชำนาญการพิเศษและผู้เชี่ยวชาญซึ่งกำหนดให้ต้องใช้บุคลากรที่ได้รับการยอมรับจากศาลเป็นผู้พิจารณาและรับรองผลลัพธ์ในขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะนำไปใช้เป็นพยานหลักฐานในชั้นศาล เป็นเครื่องชี้ได้ว่า ยังไม่มีวิธีการและเครื่องมือใดที่มีคุณภาพเพียงพอที่จะใช้เป็นตัววัดและแสดงให้ศาลสถิติยุติธรรมและประชาชนทั่วไปยอมรับได้ว่า การใช้เครื่องจักรในการประมวลผลภาพเบื้องต้นสำหรับระบบตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติจะสร้างความเชื่อถือได้เท่าเทียมหรือดีกว่าการใช้คนเป็นผู้พิจารณา

ร.ต.อ.หญิง ศิริลักษณ์ บุญภูมิ (2544) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การประเมินผลการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการตรวจสอบประวัติลายพิมพ์นิ้วมือของกองทะเบียนประวัติอาชญากรพบว่าในส่วนของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบประวัติลายพิมพ์นิ้วมือ หากแผ่นพิมพ์ลายนิ้วมือที่ส่งมาขอรับบริการ การพิมพ์ลายนิ้วมือไม่เป็นไปตามหลักของการพิมพ์ลายนิ้วมือ เช่น พิมพ์สูงหรือต่ำกว่ากรอบสี่เหลี่ยมในแบบฟอร์มของแผ่นพิมพ์ลายนิ้วมือทำให้พิมพ์ทับตัวหนังสือ ลักษณะของการพิมพ์หรือการกลิ้งนิ้วมือไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด เช่น การบีบหรือกดนิ้วผู้ถูกพิมพ์มากเกินไป ทำให้ลายพิมพ์นิ้วมือผิดรูปไป การพิมพ์สลับมือ การใช้หมึกสำหรับพิมพ์จางหรือเข้มเกินไปมีผลต่อความชัดเจนของลายพิมพ์นิ้วมือ

ภัทรารัตน์ หอมกระจ่าง (2550) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของนินไฮดรินในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน เอธิลแอลกอฮอล์และปิโตรเลียมอีเธอร์และหาความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับกระดาษ 13 ชนิด พบว่า ปิโตรเลียมอีเธอร์เป็นตัวทำละลายดีที่สุดเพราะไม่ละลายหมึกจากลายมือเขียน ในส่วนของกระดาษพบว่า กระดาษซองจดหมายสีส้ม กระดาษโน้ตและกระดาษเขียน

รายงาน สามารถเห็นลายนิ้วมือได้ชัดเจน ส่วน Transfer sheet พบว่าสามารถช่วยแก้ปัญหาตัวทำละลายอะซิโตนและเอซิลแอลกอฮอล์ที่ละลายหมึกได้

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Wilkinson, 2000 ศึกษาวิจัยโครงสร้างทางสเปกโตรสโคปี ของ 1, 2-indandione โดยใช้เครื่องมือ 2 เครื่อง คือ nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) และ mass spectroscopy (MS). โดยนำสารเคมี 1,2-indandione มาละลายในเมทานอล, NMR และ MS แสดงให้เห็นรูปแบบโครงสร้างที่เป็นวงคล้ายคลึงกับโครงสร้างของ DFO ที่ละลายในเมทานอลเช่นกัน สิ่งที่แตกต่างกันคือ DFO เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนด้วยโครงสร้างที่เป็นวงในตัวทำละลายประเภทแอลกอฮอล์ ส่วนปฏิกิริยาของ 1,2-indandione กับกรดอะมิโนจะลดลงเล็กน้อยจากผลของโครงสร้างที่เป็นวง และควรหลีกเลี่ยงการใช้แอลกอฮอล์ในการเตรียม 1,2-indandione

Wiesner et al., 2001 ศึกษา ศักยภาพของ 1,2-indandione ที่นำมาใช้เป็นสารละลายเพื่อ การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลาย ๆ ชนิด นอกเหนือจากการใช้สาร DFO ที่ใช้กันอยู่ การศึกษาครั้งนี้นำไปสู่การค้นพบสารเคมีที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงเกิดการเรืองแสงได้และสามารถ นำมาใช้เป็นระบบการเรียงลำดับสารละลายรีเอเจนต์ (reagent sequence) เพื่อการตรวจหาลายนิ้วมือ แฝงได้ โดยใช้ 1,2-indandione ก่อน จากนั้นจึงใช้ ninhydrin ตามลำดับ ทั้งนี้จะไม่สามารถใช้ ninhydrin ก่อน indandione ได้เลย ในตัวอย่างกระดาษที่ใช้แล้ว เช่น เชือกที่ใช้ indandione สามารถ วิเคราะห์ระบุลายนิ้วมือแฝงของบุคคลได้ถึง 46% ซึ่งมากกว่าการใช้ Sequence ของ DFO-ninhydrin

Alaoui et al., 2004 ศึกษา mass spectra และเวลาการเกิดการเรืองแสงทางสเปกโตรสโคปีของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไกลซีนกับ 1,2-indandione ในเมทานอล ภายใต้ อุณหภูมิห้องโดยใช้การกระตุ้นและคายพลังงาน เพื่อศึกษาเวลาการเกิดการเรืองแสงทางสเปกโตรสโคปี ใช้เครื่องมือ GC/MS วิเคราะห์สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยา คือ 2-carboxy-methyliminoindanone และ 1,2-di(carboxymethylimino)indane สารประกอบที่วิเคราะห์ได้เรืองแสง ภายใต้อุณหภูมิห้องมีช่วงอายุ ที่ $t_1 = 7.69$ ns และ $t_2 = 1.27$ ns

Payne et al., 2004 ศึกษาวิจัยวิธีการตรวจพิสูจน์และการเพิ่มความคมชัดของลายนิ้วมือ แฝงด้วยกระบวนการดูดกลืนแสงช่วง visible และสารเคมีเรืองแสงเพื่อประยุกต์วิธีการให้ภาพ ปรากฏโดยใช้ร่วมกับกล้องระบบ Condor macroscopic imaging system เพื่อพัฒนาวิธีการให้ มองเห็นภาพได้ทั้งลายนิ้วมือแฝงที่ยังไม่ผ่านกระบวนการใด ๆ และที่ผ่านกระบวนการด้วยสารเคมี DFO, ninhydrin, cyanoacrylate และ cyanoacrylate ร่วมกับ rhodamine 6G ผลการทดลองพบว่า ระบบ Condor macroscopic imaging system ให้ผลดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งลายนิ้วมือที่ตรวจยาก ๆ ทั้งหลาย อาทิ ลายนิ้วมือที่พิมพ์เบา ๆ หรือลายนิ้วมือที่ประทับอยู่บนพื้นผิวที่เรืองแสงได้มาก ๆ เป็นต้น

Wallace-Kunkel et al., 2007 ศึกษาวิจัยหาความเหมาะสมของ 1,2-indanedione เพื่อใช้เป็นรีเอเจนต์ลายนิ้วมือและประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริง โดยการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูปทรงเช่น กระดาษ เปรียบเทียบกับ ninhydrin และ DFO โดยนำเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่และเครื่อง Condor Chemical Imaging Macroscopic ต้องตรวจเพื่อให้เห็นลายนิ้วมือแฝงปรากฏเด่นชัดมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยพบว่า สารเคมี 1,2-indanedione เป็นสารเคมีที่ให้ประสิทธิภาพตรวจสอบสูงกว่า และ มีความว่องไวมากกว่าการใช้วิธีการแบบเดิม

บทที่ 3

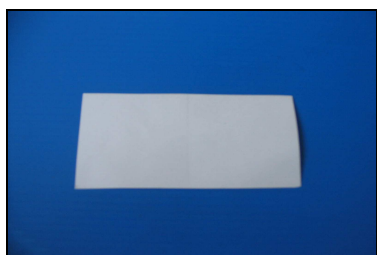
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงการทดลอง เพื่อศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง บนกระดาษ ชนิดต่าง ๆ มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

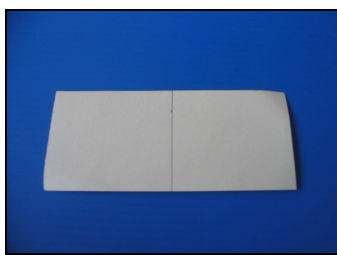
1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการทดลอง
4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย พื้นผิววัสดุที่ใช้ในการวิจัยเป็นกระดาษตัวอย่าง 15 ชนิด ดังแสดงในตารางตารางที่ 4 แหล่งที่มาของกระดาษตัวอย่าง

กระดาษตัวอย่าง		แหล่งที่มา
1	กระดาษสีขาวA4	Double A
2	กระดาษถนอมสายตา Green Read สีขาวนวล	บริษัทผลิตภัณฑ์กระดาษไทย จำกัด
3	ใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย	บมจ. ธนาคารกรุงไทย (ENG.004724)
4	กระดาษของไปรษณีย์ไทยสีเหลือง	บริษัทไปรษณีย์ไทย (C4 229x324 มม)
5	กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ 14 ส.ค. 51
6	กระดาษโฆษณาเคลือบมัน	เดอะมอลล์เฟรชมาร์ท9-15 ต.ค.51 Vol.19
7	ปกนิตยสาร CLEO	CLEO magazine ฉบับเดือน July 2007
8	กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาสีชมพูเข้ม	แอลเอสเอสเซ็นเนอรี่
9	กระดาษของเอกสารสีน้ำตาล	ไทยมิคซูสเปเชียลตี้เคมีคอล จำกัด
10	กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว	บริษัทไปรษณีย์ไทย
11	กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	กล่องพัสดุ
12	กระดาษปกแฟ้มแขวนสีแดง	Thai-Tai suspension folder No. HFL-1
13	กระดาษปกแฟ้มแขวนสีเขียว ตราช้าง 095 เอฟ	บริษัท ดีเอสเอ สยามวาตา จำกัด
14	กระดาษใบบันทึกการเอทีเอ็มกรุงไทย	ธนาคารกรุงไทย
15	ธนบัตรฉบับละ 20 บาท	ธนาคารแห่งประเทศไทย



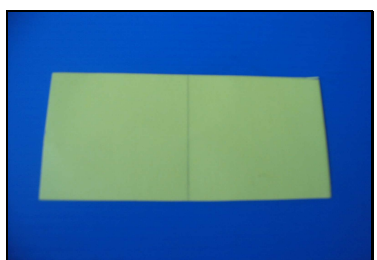
กระดาษสีขาว A4



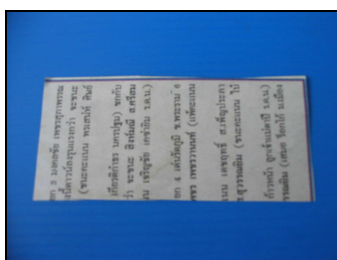
กระดาษ Green Read A4



ใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย



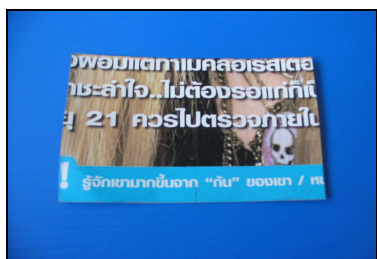
ซองไปรษณีย์ไทยสีเขียว



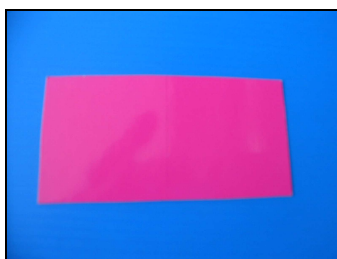
หนังสือพิมพ์คลินิกส์



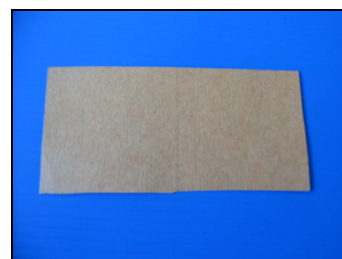
ใบโฆษณาเคลือบมัน



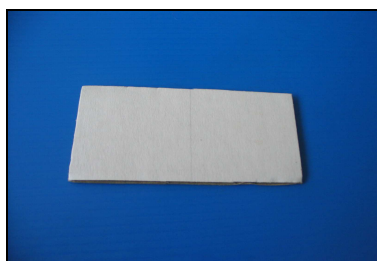
ปกนิตยสาร CLEO



อาร์ตเคลือบมันเงาสีชมพู



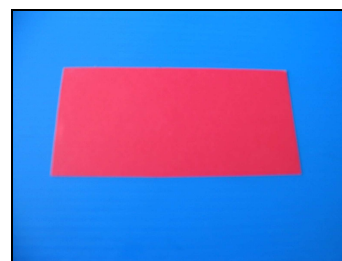
ซองเอกสารสีน้ำตาล



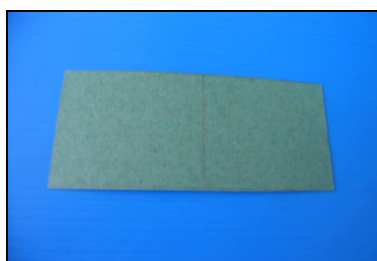
กล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว



กล่องลูกฟูกสีน้ำตาล



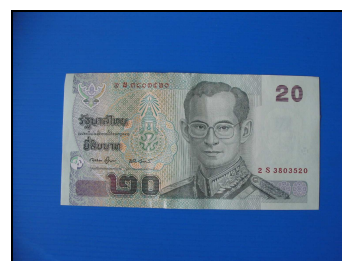
แฟ้มแขวนสีแดง



แฟ้มแขวนสีเขียว



ใบบันทึกเอทีเอ็มกรุงไทย



ธนบัตรฉบับละ 20 บาท

2. อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

2.1 อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 ปีกเกอร์ ขนาด 100 และ 1000 มิลลิลิตร

2.1.2 กระบอกตวง ขนาด 10 และ 100 มิลลิลิตร

2.1.3 แผงแก้วคนสาร ปากกิบ ถาดสเตนเลส เตารีดไฟฟ้า ถุงซิปล

2.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า Sartorius ละเอียด 4 ตำแหน่ง และ เครื่องชั่งเล็ก ขนาด 5 กิโลกรัม

2.1.5 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital camera) Canon รุ่น 400EOS D เลนส์ Macro พร้อมขาตั้งกล้อง

2.1.6 เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ Mini-Crimescope MCS 400 และ Orange Filter พร้อม แว่นตากรองแสงสีส้ม

2.1.7 เครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS, Automated Fingerprint Identification System) ของ SPEX

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 5 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

สารเคมี	แหล่งที่มา
1,2-indanedione	BVDA
Ninhydrin	BVDA
Methanol , AR grade	Scharlua
Petroleum Ether, AR grade	LAB-SCAN
Isopropanol, AR grade	Scharlua
Ethyl Acetate, AR grade	Merck
Glacial Acetic Acid, AR grade	Merck

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษต่างชนิด ตัวอย่างลายนิ้วมือแฝง ถูกเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการของศูนย์ตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือและฝ่ามืออัตโนมัติ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม อุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 26 -30 องศาเซลเซียส ตัวอย่าง

ลายนิ้วมือ เตรียมจากนิ้วหัวแม่มือขวาของชายไทยวัย 39 ปี ที่มีลักษณะผิวมีเหงื่อออกง่ายโดยประทับนิ้วหัวแม่มือบนกระดาษตัวอย่างที่วางอยู่บนเครื่องชั่ง โดยควบคุมน้ำหนักแรงกดนิ้วมืออยู่ที่ 800 กรัม นาน 10 วินาทีต่อตัวอย่าง เว้นระยะเวลาการประทับแต่ละตัวอย่างห่างกัน 30 วินาที โดยเตรียมบนกระดาษตัวอย่างทั้งหมด 15 ชนิด ชนิดละ 10 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 150 ตัวอย่างแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 75 ตัวอย่าง โดยได้กระดาษตัวอย่างชนิดละ 5 ตัวอย่าง เท่า ๆ กัน

3.2 การเตรียมสารละลาย

3.2.1 การเตรียมสารละลาย 1,2-indanedione ชั่งสารเคมี 1,2-indanedione 1 กรัม ละลายด้วย glacial acetic acid 10 มิลลิลิตร เติม ethyl acetate 90 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วเติม petroleum ether 900 มิลลิลิตร ลงไป จะได้สารละลายใส ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา และที่มีคี่ได้นาน 6 เดือน ตามวิธีการของ The UK Police Scientific Development Branch, PSDB (BVDA, Catalogue no. B-78100)

3.2.2 การเตรียมสารละลาย Ninhydrin ชั่งสารเคมี ninhydrin 5 กรัม ละลายด้วย methanol 30 มิลลิลิตร เติม isopropanol 40 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วเติม petroleum Ether 930 มิลลิลิตร ลงไป จะได้สารละลายใส ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตรเก็บไว้ในขวดสีชาและที่มีคี่ได้นาน 6 เดือน ตามวิธีการของ FBI (Leighton, Trozz and Wade, eds. 2001: 51)

ตารางที่ 6 สูตรการเตรียมสารละลาย

สารละลาย	สูตรการเตรียมสารละลาย		
1. สารละลาย ninhydrin	ninhydrin	5	g.
	methanol	30	ml.
	isopropanol	40	ml.
	petroleum ether	930	ml.
2. สารละลาย 1, 2-indanedione	1, 2-indanedione	1	g.
	glacial acetic acid	10	ml.
	ethyl acetate	90	ml.
	petroleum ether	900	ml.

3.3 การทดลองแบ่งเป็น 2 วิธี

3.3.1 วิธีที่ 1 วิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (MCS 400) โดยนำกระดาษตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จุ่มลงในสารละลาย 1,2-indanedione ทิ้งไว้ให้แห้ง

ประมาณ 5 นาที แล้วใช้เตารีดตั้งอุณหภูมิสูงสุด ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สามารถเทียบได้กับการรีดผ้าฝ้าย หรือผ้าลินิน โดยรีดทับลงบนกระดาษตัวอย่างนาน 10 วินาที โดยใช้กระดาษขาวประกบบน-ล่าง ของตัวอย่างก่อนรีดทับตัวอย่าง เสร็จแล้วนำไปส่องตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องกำเนิดแสง หลายความถี่ Mini-Crimescope MCS 400 , λ 515 nm. บันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโดยใช้ orange filter นำภาพลายนิ้วมือแฝงที่ได้ไปนับจำนวนจุด minutiae ด้วยระบบ AFIS ซึ่งวิธีที่ 1 นี้ได้ ประยุกต์ตามวิธีการทดลองของ AFP (Stoilovic & Lennard 2006: 111-115)

3.3.2 วิธีที่ 2 วิธีการใช้ ninhydrin โดย นำกระดาษตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จุ่มลงใน สารละลาย ninhydrin ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 15 นาที เก็บไว้ในถุงซิปล 24 ชั่วโมง นำลายนิ้วมือแฝงที่ ได้ไปสแกนเข้าเครื่อง AFIS เพื่อนับจำนวนจุด minutiae ซึ่งวิธีที่ 2 นี้ได้ประยุกต์ตามวิธีการทดลองของ FBI (Leighton, Trozz and Wade, eds. 2001: 52)



ภาพที่ 45 แผนภาพ วิธีการทดลอง

4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล เกณฑ์การประเมิน และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ตามเกณฑ์และการแปลค่า ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิด ระหว่างวิธีการใช้ 12-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (MCS 400) และวิธีการใช้ ninhydrin อาศัยเกณฑ์การนับจำนวนชนิดกระดาษที่ “Y” (YES) ผ่านเกณฑ์ และ “N” (NO) ไม่ผ่านเกณฑ์ ดังนี้

“Y” (YES) คือ กระดาษตัวอย่าง สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงที่มีจำนวนจุด minutiae มากกว่าหรือเท่ากับ 10 จุด

“N” (NO) คือ กระดาษตัวอย่าง สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง ที่มีจำนวนจุด minutiae น้อยกว่า 10 จุด

ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยเล่มนี้เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม Robert D.Olsen , SR , Fingerprint Mechanics Scott’s Fingerprint Mechanics,1977 อ้างอิงการศึกษาของ The Standardization Committee of The International Association for Identification, 1973 ระบุว่า ไม่มีค่าทางวิทยาศาสตร์ใด ที่ระบุเพื่อยืนยันถึงจำนวนจุด minutiae ที่น้อยที่สุด ที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์ว่าลายนิ้วมือสองรอยตรงกัน

การวิเคราะห์ระดับคุณภาพคมชัดสมบูรณ์ของลายนิ้วมือแฝง ระหว่างวิธีการใช้ 12-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ MCS 400 , λ 515 nm. และวิธีการใช้ ninhydrin อาศัยเกณฑ์ การแปลค่าคะแนนเฉลี่ย ของจำนวน minutiae ที่ตรวจพบจากตัวอย่างกระดาษ แล้วแบ่งค่าเฉลี่ยของจำนวน minutiae ที่ได้ออกเป็นช่วงระดับจำนวน 5 ระดับ เพื่อนำมาใช้อธิบายความหมายของระดับคุณภาพของการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

$$\frac{\text{จำนวน minutiae ที่ตรวจพบสูงสุด} - \text{จำนวน minutiae ที่ตรวจพบต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} = \frac{82 - 0}{5} = 16.40$$

ได้ช่วงความกว้างของแต่ละระดับคือ 16.40 ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ได้ดังนี้

จำนวน Minutiae	การแปลค่าของแต่ละระดับ
65.61-82.00 จุด	ระดับ (A) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก
49.21-65.60จุด	ระดับ (B) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง
32.81-49.20จุด	ระดับ(C) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง
16.41-32.80จุด	ระดับ (D) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำ
00.00-16.40จุด	ระดับ (E) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำมาก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาครั้งนี้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2545)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยวิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400 , $\lambda 515$ nm. เปรียบเทียบกับวิธี ninhydrin โดยวิเคราะห์จากจำนวนชนิดกระดาษที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยวิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400 , $\lambda 515$ nm. เปรียบเทียบกับวิธี ninhydrin โดยวิเคราะห์ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงในกระดาษแต่ละชนิดโดยแบ่งเกณฑ์จากจำนวนจุด minutiae

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ในบทนี้มี ความหมายดังต่อไปนี้

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

SD หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ

ตารางที่ 7 แสดงชนิดของกระดาษ กับ วิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง ด้วยวิธี 1,2-indanedi-one ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm.

ชนิดของกระดาษ	จำนวนจุด minutiae ที่ตรวจพบด้วยเครื่อง AFIS					ค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน		การตรวจพบ ลายนิ้วมือแฝง ด้วย 1,2-indanedi-one
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	$\bar{X}$	SD	
กระดาษสีขาว A4	76	74	70	81	72	74.60	4.22	Y
กระดาษGreen read A4 สีขาวนวล	81	75	69	73	76	74.80	4.38	Y
กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย	71	70	61	65	66	66.60	4.04	Y
กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง	61	70	70	67	76	68.80	5.45	Y
กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	42	46	50	45	43	45.20	3.11	Y
กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน	0	13	0	2	0	3.00	5.66	N
กระดาษปกนิตยสาร CLEO	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N
กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N
กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล	73	62	66	68	61	66.00	4.85	Y
กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว	54	56	53	60	65	57.60	4.93	Y
กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	72	78	70	80	82	76.40	5.18	Y
กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N
กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว	25	28	19	20	20	22.40	3.91	Y
กระดาษใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม	60	72	67	69	67	67.00	4.42	Y
ธนบัตรใบละ 20 บาท	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N

จากตารางที่ 7 พบว่าการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี 1,2-indanedi-one ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm. สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงในเกณฑ์ “Y” ในกระดาษ ทั้งหมด 10 ชนิด ได้แก่

กระดาษสีขาว A4 Double A กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงิน ธนาคารกรุงไทย กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว และกระดาษใบบันทึกการเอทีเอ็ม มีการตรวจพบลายนิ้วมือแฝงในเกณฑ์ “N” ในกระดาษทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน กระดาษปกนิตยสาร CLEO กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง และธนบัตรใบละ 20 บาท

ตารางที่ 8 แสดงชนิดของกระดาษ กับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี ninhydrin

ชนิดของกระดาษ	จำนวนจุด minutiae ที่ตรวจพบด้วยเครื่อง AFIS					ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		การตรวจพบลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี ninhydrin
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	$\bar{X}$	SD	
กระดาษสีขาว A4	51	61	65	51	58	57.20	6.18	Y
กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล	54	55	62	65	60	59.20	4.66	Y
กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย	52	55	50	61	43	52.20	6.61	Y
กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง	60	59	59	64	56	59.60	2.88	Y
กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	9	11	8	10	6	8.80	1.92	N
กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน	0	0	1	0	3	0.80	1.30	N
กระดาษปกนิตยสาร CLEO	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N
กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม	0	0	0	0	0	0.00	1.79	N
กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล	0	0	1	4	0	1.00	1.73	N
กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว	42	42	34	42	43	40.60	3.71	Y
กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	2	2	4	5	6	3.80	1.79	N
กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N
กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว	0	4	0	2	0	1.20	1.79	N
กระดาษใบบันทึกการเอทีเอ็ม	26	25	24	26	30	26.20	2.28	Y
ธนบัตรใบละ 20 บาท	0	0	0	0	0	0.00	0.00	N

จากตารางที่ 8 พบว่าการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี ninhydrin มีความสามารถในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงในเกณฑ์ “Y” ในกระดาษทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ กระดาษสีขาว A4 กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว และกระดาษใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม มีความสามารถในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงในเกณฑ์ “N” ในกระดาษทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน กระดาษปกนิตยสาร CLEO กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง และธนบัตรใบละ 20 บาท

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแต่ละชนิด

ตารางที่ 9 แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี 1, 2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm.

ชนิดของกระดาษ	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี 1, 2-indanedione
	$\bar{X}$	SD	
กระดาษสีขาว A4	74.60	4.22	A
กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล	74.80	4.38	A
กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย	66.60	4.04	A
กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง	68.80	5.45	A
กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	45.20	3.11	C
กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน	3.00	5.66	E
กระดาษปกนิตยสาร CLEO	0.00	0.00	E
กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม	0.00	0.00	E
กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล	66.00	4.85	A
กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว	57.60	4.93	B
กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	76.40	5.18	A

(ต่อ)

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ชนิดของกระดาษ	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี 1, 2-indanedione
	$\bar{X}$	SD	
กระดาษเพิ่มเขว่นสีแดง	0.00	0.00	E
กระดาษเพิ่มเขว่นสีเขียว	22.40	3.91	D
กระดาษใบบันทึกการเอทีเอ็ม	67.00	4.42	A
ธนบัตรใบละ 20 บาท	0.00	0.00	E

จากตารางที่ 4-3 พบว่าระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี 1, 2-Indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ MCS-4 00 เป็นดังนี้

ระดับ A คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก พบในกระดาษ 7 ชนิด คือ กระดาษสีขาว A4 Green read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย กระดาษซองไปรษณีย์ไทย สีเหลือง กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล และกระดาษใบบันทึกการเอทีเอ็ม

ระดับ B คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง พบในกระดาษ 1 ชนิด คือ กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว

ระดับ C คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง พบในกระดาษ 1 ชนิด คือ กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์

ระดับ D คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำ พบในกระดาษ 1 ชนิด คือ กระดาษเพิ่มเขว่นสีเขียว

ระดับ E คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก พบในกระดาษ 5 ชนิด คือ กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน ปกนิตยสาร CLEO กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม กระดาษเพิ่มเขว่นสีแดง และ ธนบัตรใบละ 20 บาท

ตารางที่ 10 แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี ninhydrin

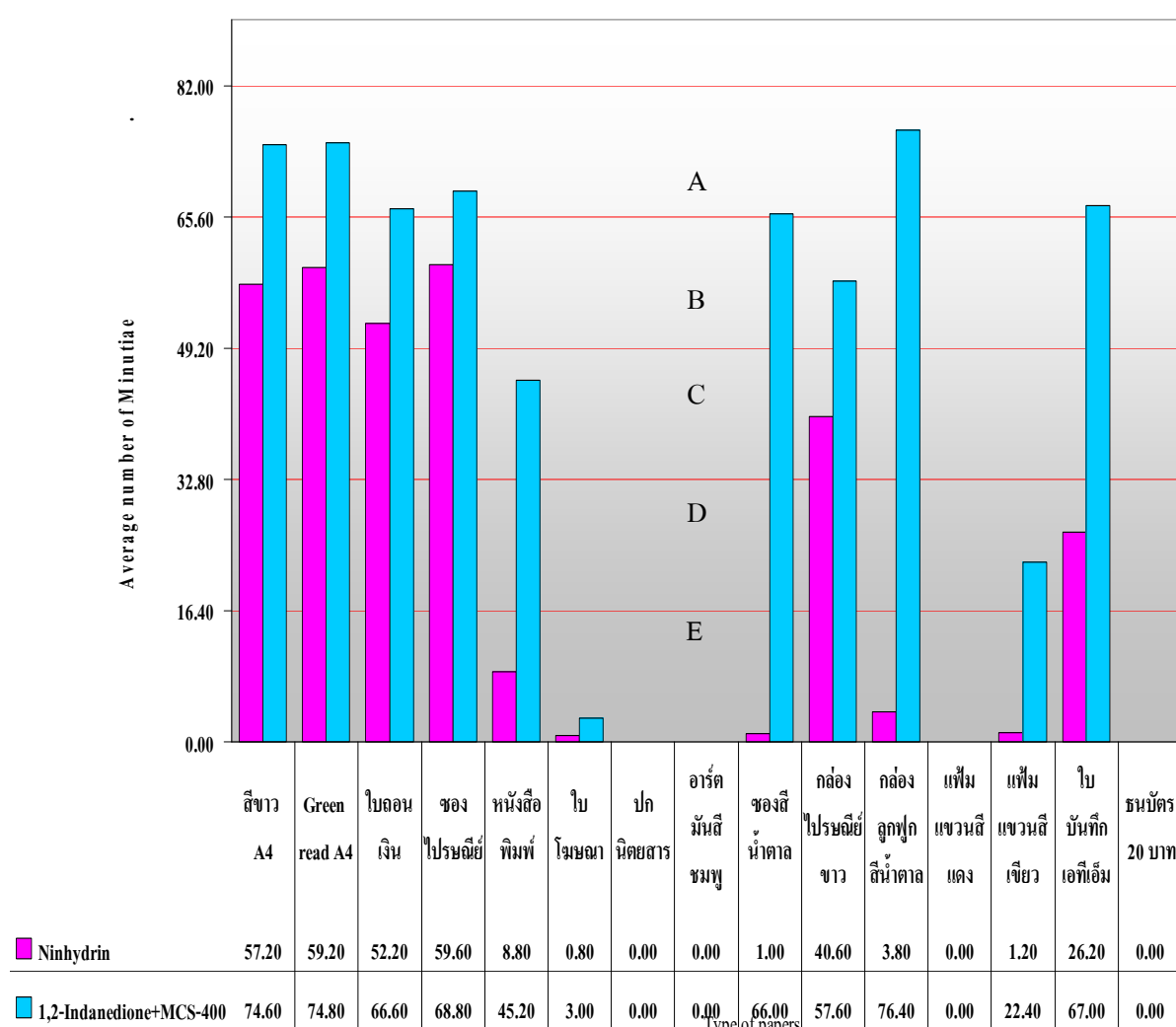
ชนิดของกระดาษ	ค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน		ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงด้วย วิธี ninhydrin
	$\bar{X}$	SD	
กระดาษสีขาว A4	57.20	6.18	B
กระดาษgreen read A4 สีขาวนวล	59.20	4.66	B
กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย	52.20	6.61	B
กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง	59.60	2.88	B
กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	8.80	1.92	E
กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน	0.80	1.30	E
กระดาษปกนิตยสาร CLEO	0.00	0.00	E
กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม	0.00	0.00	E
กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล	1.00	1.73	E
กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว	40.60	3.71	C
กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	3.80	1.79	E
กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง	0.00	0.00	E
กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว	1.20	1.79	E
กระดาษใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม	26.20	2.28	D
ธนบัตรใบละ 20 บาท	0.00	0.00	E

จากตารางที่ 10 ส่วนวิธี ninhydrin พบว่าระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงเป็นดังนี้
 ระดับ A คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก ไม่พบในกระดาษชนิดใด
 ระดับ B คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง คือกระดาษสีขาว A4 กระดาษ Green
 read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย และกระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง

ระดับ C คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง พบในกระดาษ 1 ชนิด คือ กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว

ระดับ D คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำพบในกระดาษ 1 ชนิด คือ กระดาษใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม

ระดับ E คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำมากพบในกระดาษ 9 ชนิด คือ หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ใบโฆษณาเคลื่อนที่ ปกนิตยสาร CLEO กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม ซองเอกสารสีน้ำตาล กล่องลูกฟูกสีน้ำตาล แผ่นแว่นสีแดง แผ่นแว่นสีเขียว และธนบัตรใบละ 20 บาท



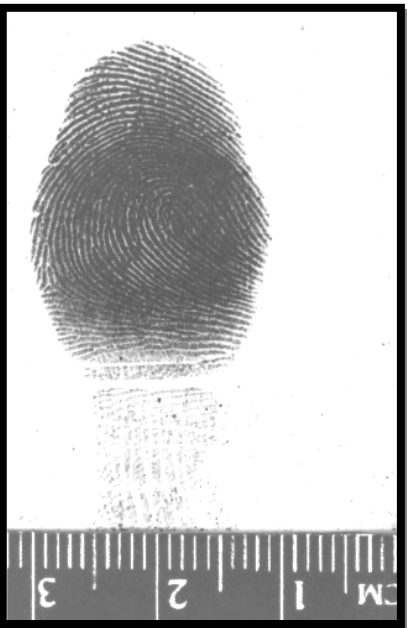
ภาพที่ 46 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง ระหว่างวิธี 1,2-indanedione และวิธี ninhydrin จากจำนวนจุด minutiae ที่ตรวจพบบนกระดาษแต่ละชนิด

จากภาพที่ 46 อธิบายผลตามตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจหาด้วยวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm. เปรียบเทียบกับวิธี ninhydrin

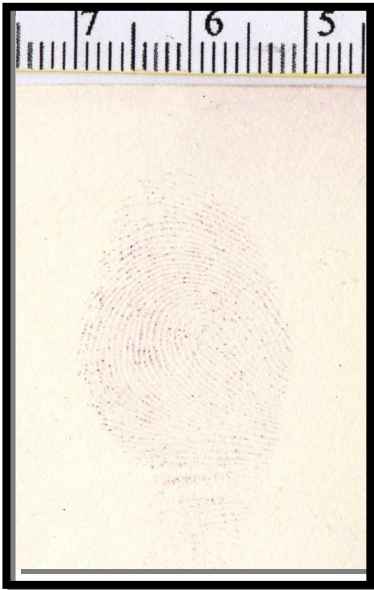
ชนิดกระดาษ	วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm	วิธี ninhydrin
กระดาษสีขาว A4	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (B) สูง
กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (B) สูง
กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (B) สูง
กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (B) สูง
กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	ระดับ (C) ปานกลาง	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน	ระดับ (E) ต่ำมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษปกนิตยสาร CLEO	ระดับ (E) ต่ำมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม	ระดับ (E) ต่ำมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว	ระดับ (B) สูง	ระดับ (C) ปานกลาง
กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง	ระดับ (E) ต่ำมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก
กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว	ระดับ (D) ต่ำ	ระดับ (E) ต่ำมาก
ใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม	ระดับ (A) สูงมาก	ระดับ (D) ต่ำ
ธนบัตรใบละ 20 บาท	ระดับ (E) ต่ำมาก	ระดับ (E) ต่ำมาก

เมื่อเปรียบเทียบภาพของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแต่ละชนิด ที่ได้จากการตรวจหาด้วยวิธี ninhydrin กับวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm ทั้งก่อนและหลังการป้อนภาพเพื่อตรวจนับหาจุด minutiae ด้วยเครื่อง AFIS เป็นดังนี้

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm.		

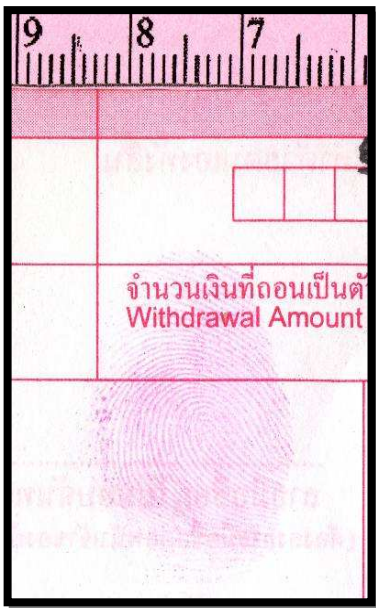
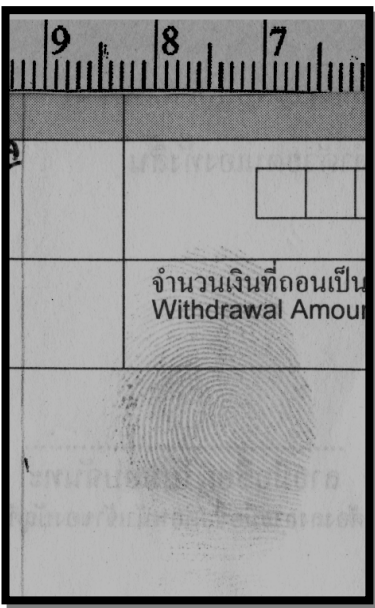
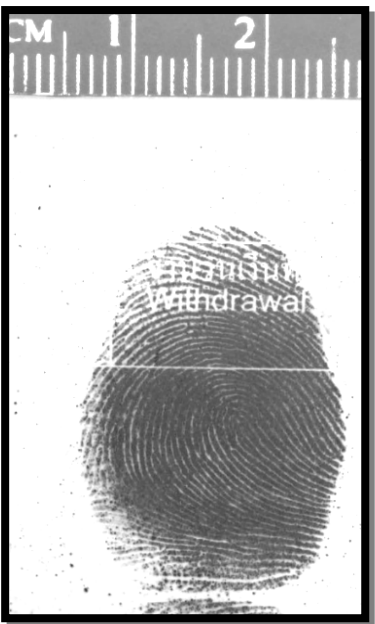
ภาพที่ 47 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิต กระดาศสี่ขาวA4 (Double A)

จากภาพที่ 47 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

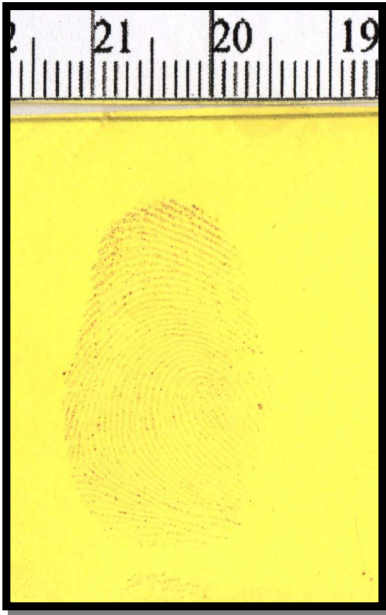
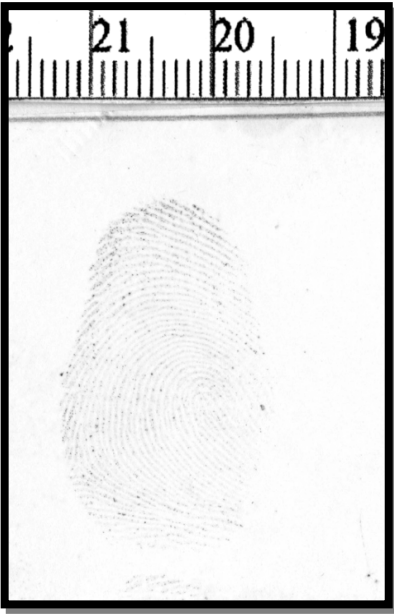
ภาพที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิด กระดาศ Green read A4 สีขาวนวล

จากภาพที่ 48 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

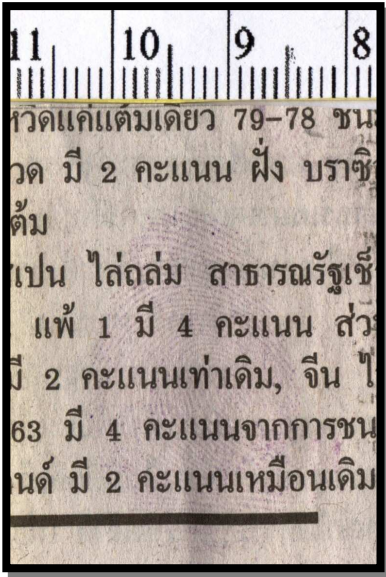
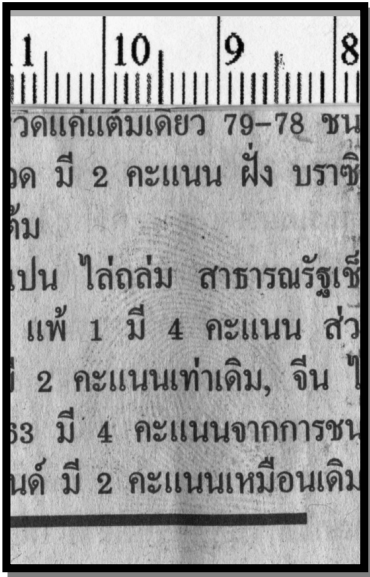
ภาพที่ 49 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิต กระดาศถอนเงิน ธนาคารกรุงไทย

จากภาพที่ 49 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400 , λ 515 nm		

ภาพที่ 50 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิด กระดาศของไปรษณีย์สี่เหลี่ยม

จากภาพที่ 50 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515nm		

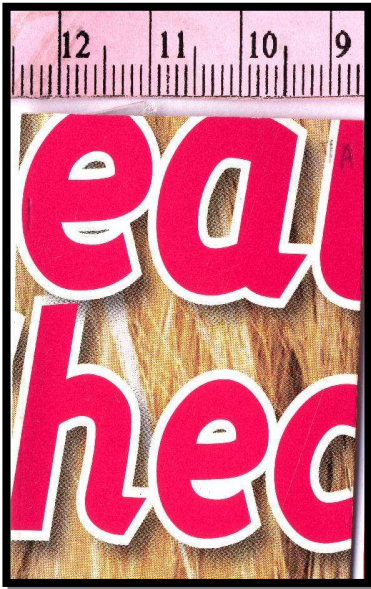
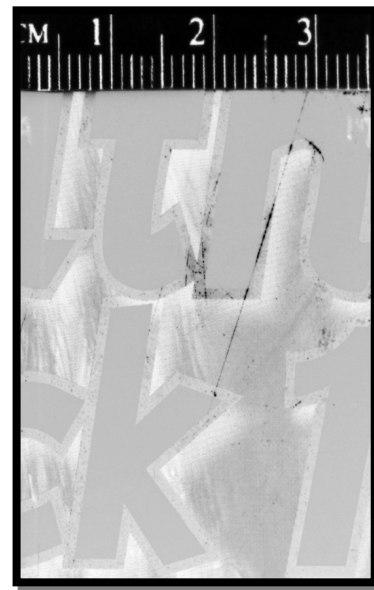
ภาพที่ 51 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิกระดาศหนังสือพิมพ์

จากภาพที่ 51 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

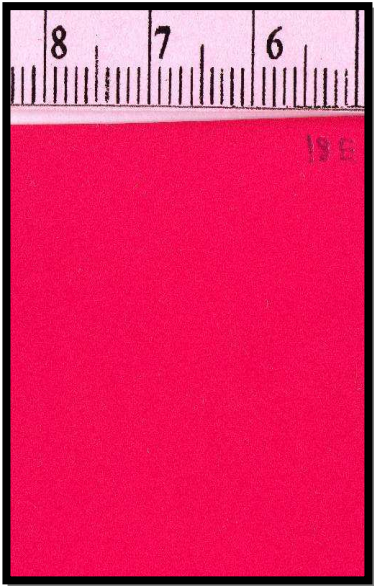
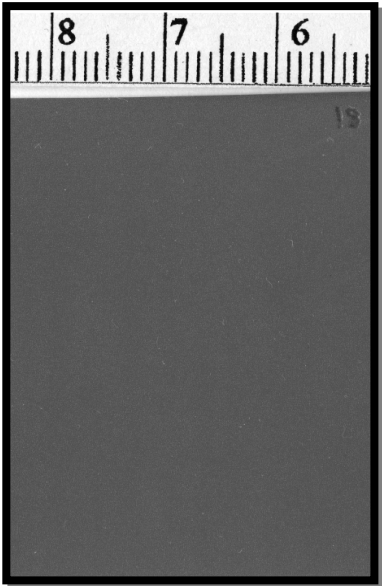
ภาพที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนติกระดาศโฆษณาเคลือบมัน

จากภาพที่ 52 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และวิธี ninhydrin ไม่สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

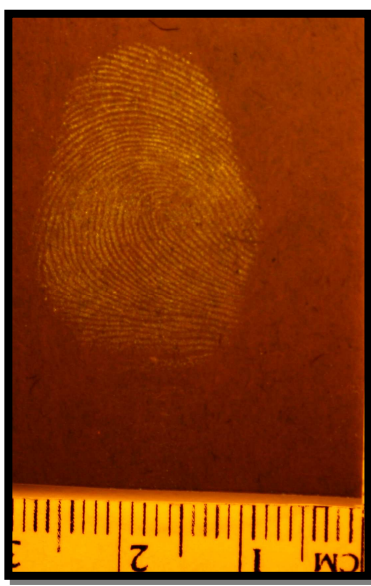
ภาพที่ 53 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิตกระดาศปกนิตยสาร

จากภาพที่ 53 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และวิธี ninhydrin ไม่สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

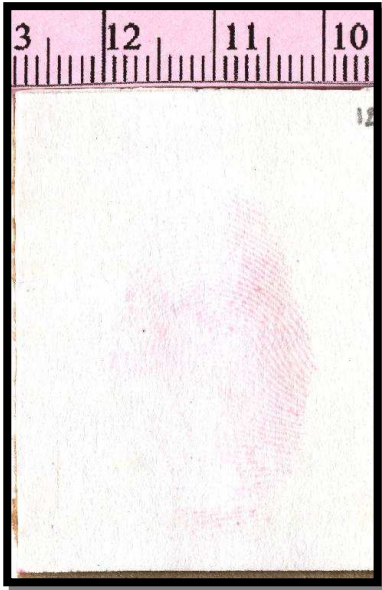
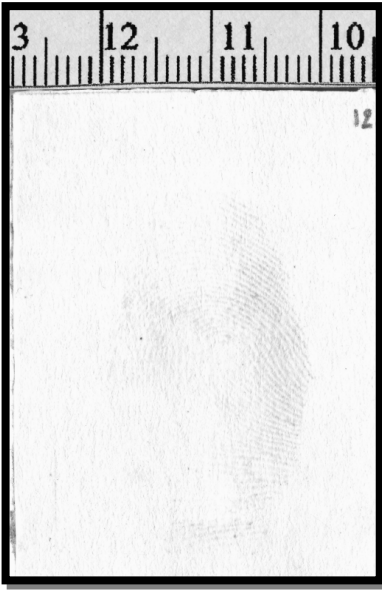
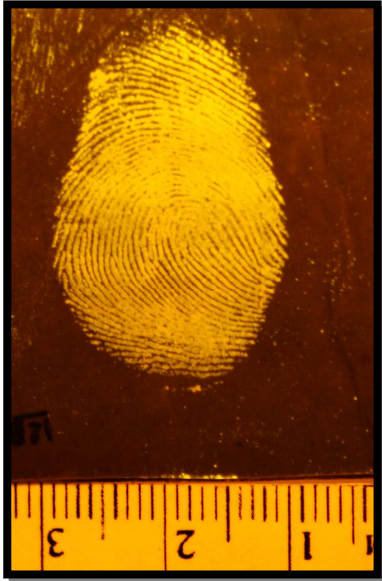
ภาพที่ 54 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนคดีกระดาศอาร์ตเคิลือบมันสีชมพู

จากภาพที่ 54 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และวิธี ninhydrin ไม่สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

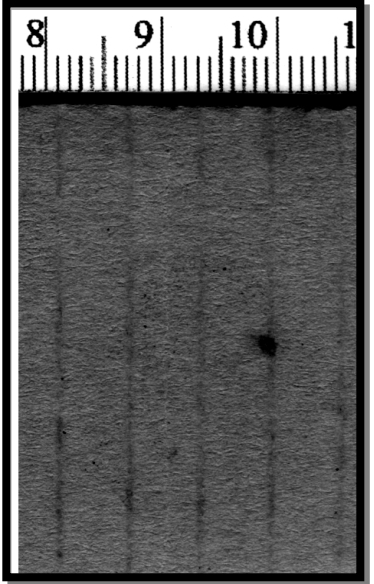
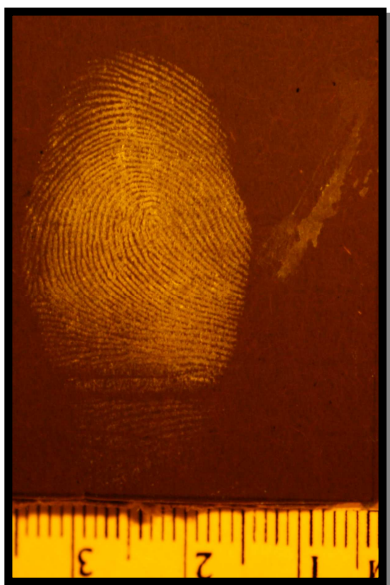
ภาพที่ 55 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิกระดาศของเอกสารสีน้ำตาล

จากภาพที่ 55 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

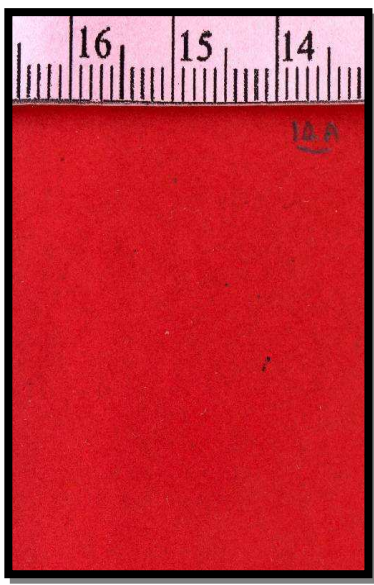
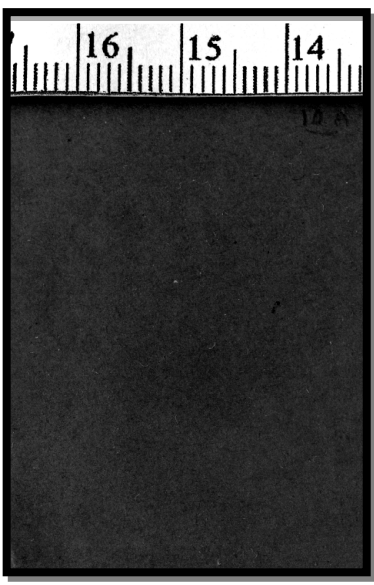
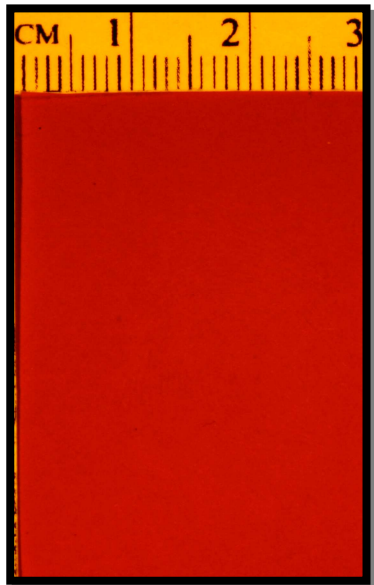
ภาพที่ 56 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิคมกระดาศกล่องไปรษณีย์สีขาว

จากภาพที่ 56 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

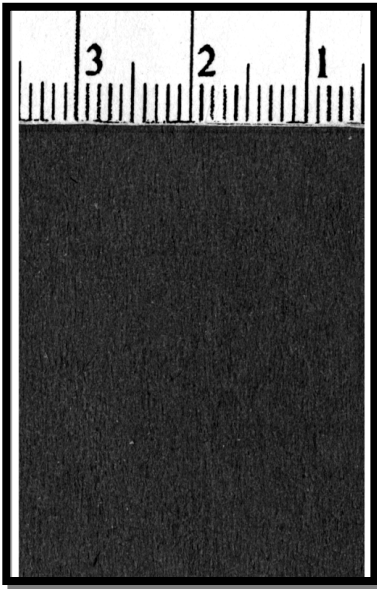
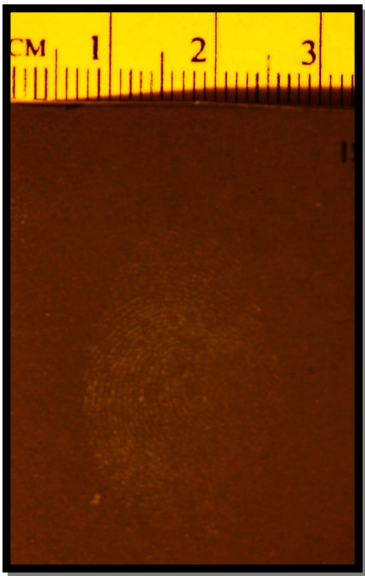
ภาพที่ 57 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิต กระดาศกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล

จากภาพที่ 57 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

ภาพที่ 58 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิกระดาศปกแฟ้มแขวนสีแดง

จากภาพที่ 58 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และวิธี ninhydrin ไม่สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

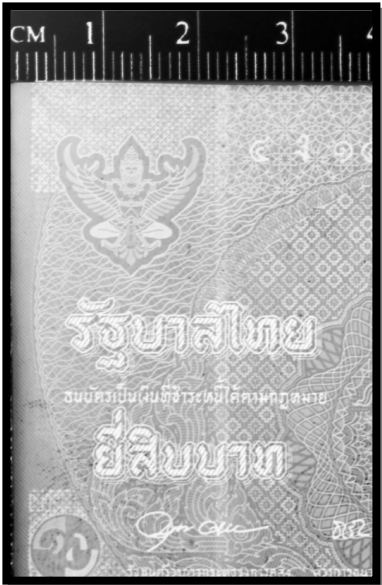
ภาพที่ 59 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิกระดาศปกแฟ้มแขวนสีเขียว

จากภาพที่ 59 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS 400, λ 515 nm		

ภาพที่ 60 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนิครดาศไบบันที่กรายการเอทีเอ็ม

จากภาพที่ 60 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm มีระดับคุณภาพความคมชัดมากกว่าวิธี ninhydrin

วิธีการ	ภาพที่ได้จากการทดลอง	ภาพที่สแกนจาก AFIS
ninhydrin		
1,2-indanedione + MCS400, λ 515 nm		

ภาพที่ 61 แสดงการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงระหว่างวิธี ninhydrin และวิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง AFIS ของกระดาศชนคดี กระดาศชนบัตรฉบับละ 20 บาท

จากภาพที่ 61 พบว่า วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm และวิธี ninhydrin ไม่สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝง

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง “การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione” เป็นการวิจัยเชิงการทดลองเพื่อศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยสารเคมีร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคนิคทางแสง ด้วยเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงให้มีคุณภาพความสมบูรณ์คมชัดมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางให้กับหน่วยงานห้องปฏิบัติการ และบุคลากรด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงนำไปประยุกต์ใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูปพรรณประเภทกระดาษ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วย วิธีการใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ และวิธีการใช้ ninhydrin โดยการนับจำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจพบลายนิ้วมือแฝงที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากจำนวนจุด minutiae ที่นับได้ บนกระดาษแต่ละชนิด

ผลการวิเคราะห์การตรวจหาลายนิ้วมือบนกระดาษหลายชนิด โดยการนับจำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจพบลายนิ้วมือแฝงที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยเกณฑ์ที่กำหนดใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น

ตารางที่ 12 สรุปผลการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยวิธี 1,2-indanedione เปรียบเทียบกับวิธี ninhydrin

การตรวจหาลายนิ้วมือแฝง	ชนิดกระดาษ
วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, λ 515 nm.	จำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจพบลายนิ้วมือแฝง 10 ชนิด จำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจไม่พบลายนิ้วมือแฝง 5 ชนิด
วิธี ninhydrin	จำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจพบลายนิ้วมือแฝง 6 ชนิด จำนวนชนิดกระดาษที่ตรวจไม่พบลายนิ้วมือแฝง 9 ชนิด

จากผลการวิจัยพบว่า กระดาษทุกชนิดที่ตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วย 1,2-indanedione

ร่วมกับ MCS 400, $\lambda 515$ nm. สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้จำนวนหลายชนิดมากกว่าวิธีการ ninhydrin ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่ว่าวิธี 1, 2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้จำนวนหลายชนิดมากกว่าวิธีการใช้ ninhydrin นั่นคือวิธี 1,2-indanedione สามารถตรวจพบลายนิ้วมือได้มากกว่าวิธี ninhydrin และสอดคล้องกับผลการวิจัยของคริสโตว์ วอลแลค-กุนเคิลและคณะ (Wallace-Kunkel et al., 2007) ที่พบว่า สารเคมี 1,2-indanedione เป็นสารเคมีที่ให้ประสิทธิภาพการตรวจหาสูงกว่า มีความไวไวมากกว่า ninhydrin และได้ ลายนิ้วมือแฝงปรากฏเด่นชัดมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

ผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแต่ละชนิดโดย แบ่งเกณฑ์การวัดระดับจากจำนวน minutiae ที่วัดได้

จากผลการวิจัยพบว่าการใช้วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS 400, $\lambda 515$ nm ตรวจพบจำนวน minutia คุณภาพความคมชัดในระดับที่มากกว่าวิธี Ninhydrin บนกระดาษแต่ละชนิด ซึ่งผลการวิเคราะห์โดยรวมเป็นไปตามสมมุติฐาน แต่มีกระดาษเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ผลการทดลองไม่เป็นไปตามสมมุติฐานโดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ที่เป็นไปตามสมมุติฐาน พบว่าวิธี 1,2-indanedione สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงในระดับคุณภาพที่สูงกว่า ninhydrin บนกระดาษหลายชนิด อาทิ กระดาษสีขาว A4 กระดาษ Green read A4 สีขาวนวล กระดาษใบถอนเงินธนาคารกรุงไทย กระดาษซองไปรษณีย์ไทยสีเหลือง กระดาษหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล กระดาษกล่องพัสดุไปรษณีย์สีขาว กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล กระดาษแฟ้มแขวนสีเขียว ใบบันทึกการเอทีเอ็ม และสอดคล้องกับผลการวิจัยของคริสโตว์ วอลแลค-กุนเคิลและคณะ (Wallace-Kunkel et al., 2007) ที่พบว่า สารเคมี 1,2-indanedione เป็นสารเคมีที่ให้ประสิทธิภาพการตรวจหาสูงกว่า มีความไวไวมากกว่าการใช้ ninhydrin และได้ ลายนิ้วมือแฝงปรากฏเด่นชัดมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม และสอดคล้องกับ ที่พบว่าวิธีการที่ทำให้ภาพปรากฏด้วยสารเคมี มีข้อดีกว่าเทคนิคแบบเดิมในการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดออกมา (Payne et al., 2004)

ผลการวิเคราะห์ที่ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน พบว่าวิธี 1,2-indanedione สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงในระดับคุณภาพที่เท่ากับ ninhydrin คืออยู่ในระดับต่ำมาก ซึ่งพบใน กระดาษปกนิตยสาร CLEO กระดาษใบโฆษณาเคลือบมัน กระดาษอาร์ตเคลือบมันเงาชมพูเข้ม กระดาษแฟ้มแขวนสีแดง ธนบัตรใบละ 20 บาท ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวอลแลค-กุนเคิลและคณะ (Wallace-Kunkel et al., 2007) ที่อ้างถึงว่า องค์ประกอบของพื้นผิวกระดาษแต่ละชนิด แต่ละประเภท ส่งผลต่อการทำ

ปฏิกิริยาระหว่าง 1,2-indanedione กับกรดอะมิโนที่อยู่ในลายนิ้วมือแตกต่างกัน

กระดาษสีขาว A4 กระดาษ Greenread A4 สีขาวนวล กระดาษไบออนเงินธนาคารกรุงไทย กระดาษของไปรษณีย์ไทยสีเหลือง วิธี 1,2-indanedione ตรวจพบระดับคุณภาพในระดับสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจาก กระดาษทุกชนิด ดังกล่าวมีลักษณะผิว เรียบ รูพรุน เส้นใยไม่ขรุขระสีอ่อน การเคลือบผิวกระดาษไม่มีหรือมีน้อย ส่งผลทำให้เหงื่อและกรดอะมิโนถูกดูดซึมเข้าไปได้ดี รวมทั้งการที่ไม่มีลวดลายหรือมีลวดลายน้อย สีอ่อนจึง ไม่รบกวนต่อการนับจำนวนจุด minutiae

กระดาษซองเอกสารสีน้ำตาล วิธี 1,2-indanedione สามารถตรวจพบระดับคุณภาพในระดับสูงมาก ส่วนวิธี ninhydrin สามารถตรวจพบระดับคุณภาพระดับต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากในกระดาษซองเอกสารสีน้ำตาลมีลักษณะเป็นเส้นใยที่หยาบ และสีเข้ม ทำให้การปรากฏสีม่วงของ ninhydrin ไม่ชัดเจนแต่จะปรากฏชัดมากเมื่อดูภายใต้การเรืองแสงของ 1,2-indanedione ซึ่งการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วย วิธีการ ninhydrin ครั้งนี้ได้ผลที่สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ ภพ รารัตน์ หอมกระจ่าง (2550) การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของนินไฮดรินในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดต่าง ๆ ซึ่งไม่สามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดนี้ได้จากการใช้ ninhydrin ดังนั้นวิธีการใช้ 1,2-indanedione จึงเป็นการพัฒนาวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง ทางเลือกหนึ่ง ที่ดี และมีประสิทธิภาพ เหมาะสมที่จะนำมาเป็นวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดดังกล่าวได้

กระดาษกล่องลูกฟูกสีน้ำตาล วิธี 1,2-indanedione สามารถตรวจพบ ในระดับคุณภาพในระดับสูงมาก ส่วนวิธี ninhydrin พบจำนวนจุด minutiae ในระดับต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากในกระดาษชนิดนี้ มีลักษณะผิวเคลือบมันเล็กน้อย ทำให้เกิดการดูดซับเหงื่อได้ไม่มาก และกระดาษมีสีเข้ม จึงมองไม่เห็นด้วย ninhydrin แต่เมื่อใช้วิธี 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS400 ซึ่งเกิดการเรืองแสงทำให้เห็นลายนิ้วมือแฝงชัดมาก

กระดาษใบบันทึกรายการเอทีเอ็ม เมื่อใช้วิธี 1,2-indanedione พบจำนวนจุด minutiae มีคุณภาพที่ระดับสูงมาก และเมื่อใช้วิธี ninhydrin จะพบจำนวนจุด minutiae ที่ระดับคุณภาพต่ำ ทั้งนี้กระดาษชนิดนี้ เป็นกระดาษลักษณะพิเศษที่เรียกว่ากระดาษ Thermal เมื่อผ่านความร้อนหรือสารเคมีบางชนิดจะทำให้เปลี่ยนจากสีขาว เป็นคราบสีดำ แต่วิธีการ 1,2-indanedione ร่วมกับ MCS400 เป็นการถ่ายภาพภายใต้คลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 515 nm. สีดำของพื้นผิวกระดาษจึงไม่ส่งผลต่อการเรืองแสงของลายนิ้วมือ ดังนั้นจึงสามารถพบจำนวนจุด minutiae ในระดับสูงมาก

กระดาษหนังสือพิมพ์ เมื่อใช้วิธี 1,2-indanedione พบจำนวนจุด minutiae ที่คุณภาพระดับปานกลาง และเมื่อใช้วิธีการของสารเคมี ninhydrin จะพบจำนวนจุด minutiae ที่ระดับต่ำมาก

ทั้งนี้ลายเส้นของตัวอักษรสีดำที่ติดกับพื้นผิวสีขาวบนกระดาษชนิดนี้อาจส่งผลต่อการบดบังลายนิ้วมือแฝงอยู่บ้าง ทำให้พบจำนวนจุด minutiae ที่ระดับปานกลาง แต่ยังมีประสิทธิภาพและคุณภาพความคมชัดที่เหนือกว่าวิธี ninhydrin ที่พบจำนวนจุด minutiae ที่ระดับต่ำมาก

กระดาษใบโฆษณาเคลือบมันกระดาษแฟ้มแขวนสีแดง กระดาษปกนิตยสาร CLEO กระดาษอาร์ตมันเงาสีชมพู และธนบัตรใบละ 20 บาท เมื่อใช้วิธี 1,2-indanedione พบจำนวนจุด minutiae ที่ระดับต่ำมาก และเมื่อใช้วิธีการของสารเคมี ninhydrin จะพบจำนวนจุด minutiae ที่ระดับต่ำมากเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจาก กระดาษทุกชนิด ดังกล่าวนี้อาจมีลักษณะ ผิวเคลือบมัน เรียบ ส่งผลทำให้เหงื่อและกรดอะมิโนถูกดูดซึมเข้าไปได้น้อยหรือไม่ได้เลย แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของพื้นผิวกระดาษส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาระหว่าง 1,2-indanedione กับกรดอะมิโนที่อยู่ในลายนิ้วมือ (Wallace-Kunkel et al., 2007) รวมทั้งเมื่อนำกระดาษตัวอย่างจุ่มลงในสารละลาย กรดอะมิโนที่ปนในเหงื่อลายนิ้วมือแฝง ถูกชะล้างออกจากพื้นผิวของกระดาษเหล่านี้ได้ จึงทำให้ผลการนับจำนวนจุด minutiae พบได้ในระดับต่ำมากหรือไม่พบเลย ดังนั้นกระดาษชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ ควรใช้วิธีการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงวิธีการอื่น เช่น การใช้ Superglue หรือการปิดผงฝุ่น เป็นต้น น่าจะให้ผลได้ดีมากกว่า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้

1.1 วิธี 1,2-indanedione เป็นวิธีการทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจมากสำหรับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูพรุน และการนำมาประยุกต์ใช้กับงานจริง สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาในพื้นที่ผิวรูพรุนประเภทกระดาษชนิดต่างๆ และพบว่าวิธี 1,2-indanedione เหนือกว่า ninhydrin ในกระดาษหลายชนิด ทั้งในด้านระดับคุณภาพความคมชัดและความสามารถในการตรวจพบลายนิ้วมือแฝงนอกจากนี้วิธีการใช้ ninhydrin ก็มีข้อจำกัดเนื่องจาก ไม่สามารถทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏออกมาได้ในกระดาษบางชนิด การวิจัยครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่า วิธี 1,2-indanedione สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมืออย่างมีประสิทธิภาพยิ่งต้องงานตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือและวงการนิติวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

1.2. วิธีการของ 1,2-indanedione จะต้องใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัย เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย อาทิ เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายภาพความละเอียดสูง เป็นต้น แต่ความพร้อมด้านเครื่องมือเหล่านี้ของห้องปฏิบัติการบางแห่งอาจจำกัด แม้ว่าตัวอย่างจะผ่านกระบวนการของวิธีการ 1,2-indanedione แล้ว แต่ตัวอย่างชิ้นงานหรือวัตถุพยานนั้นยังสามารถนำมาตรวจพิสูจน์ด้วยวิธีการของ ninhydrin ซ้ำได้อีก โดยลายนิ้วมือแฝงนั้นยังมีลายเส้น

สีเริ่มต้นที่เหมือนเดิมอยู่ (Wallace-Kunkel et al., 2007) ในทางตรงข้ามหากตัวอย่างผ่านกระบวนการของ ninhydrin แล้วจะไม่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์ด้วยวิธีการของ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ได้ เนื่องจากปฏิกิริยาจะถูกหยุดที่ ninhydrin

1.3 จากปริมาณสารเคมีที่เตรียมในสูตรเพื่อการทดลอง มีการใช้ 1,2-indanedione เพียง 1 กรัมต่อ 1000 ml. ส่วนการเตรียม ninhydrin จะต้องใช้ปริมาณ 5 กรัมต่อ 1000 ml. ซึ่งวิธี 1, 2-indanedione สามารถประหยัดปริมาณสารเคมีได้มากกว่า และสามารถประหยัดเวลาในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้มากกว่า ninhydrin เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่าง ninhydrin กับกรดอะมิโน จะเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์เมื่อเก็บไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง (Stoilovic & Lennard :119)

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

2.1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษา โดยการใช้ตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงใหม่ ดังนั้น การศึกษาวิจัยในอนาคต ควรทำการศึกษา ลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษต่างชนิด ที่มีอายุต่าง ๆ กัน เช่น 1 เดือน 2 เดือน หรือ หลาย ๆ เดือน เป็นต้น อีกทั้งควรศึกษาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุ ประเภทพูนชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติม

2.2. ควรทำการศึกษาในตัวอย่างจริง ที่ไม่ได้มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ว่าให้ผลอย่างไร เนื่องจากมีตัวแปรหลายอย่างที่ส่งผลต่อการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง เช่น องค์ประกอบของพื้นผิวกระดาษ น้ำหนักหรือแรงกดในการหยิบหรือจับวัตถุสิ่งของ ลักษณะการสัมผัส ประทับ ลายนิ้วมือของแต่ละบุคคล ปริมาณเหงื่อ อุณหภูมิ ความชื้น สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เป็นต้น

2.3. ควรทำการศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยการเรียงลำดับสารเคมี (reagent sequence) เพิ่มเติม รวมทั้งการย้อมด้วยเกลือโลหะ เพื่อให้ได้ภาพลายนิ้วมือที่คมชัดมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

“ประเภทของกระดาษ” [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 4 มกราคม 2552. เข้าถึงได้จาก

http://www.mew6.com/composer/package/package_19.php

พรพิชชา. “ลายพิมพ์นิ้วมือ: ผู้โลกที่ไร้การแอบอ้าง.” *Industrial Technology Review* 71, (2543): 81-85.

พิสิทส์ราชมงคล. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 3 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก

<http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/100/electromagnetic-wave2.htm> - 64k

ภัทรรัตน์ หอมกระจ่าง. “การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของนินไฮดรินในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดต่าง ๆ” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548.

วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์, พันตำรวจโท หญิง. “การตรวจลายนิ้วมือ”, เอกสารประเมินผลงานสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม

ศิริชัย พงษ์วิชัย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ศิริลักษณ์ บุญภูมิ, ร้อยตำรวจเอก หญิง “การประเมินผลการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการตรวจสอบประวัติลายพิมพ์นิ้วมือของกองทะเบียนประวัติอาชญากรสำนักงานตำรวจแห่งชาติ.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2550.

สุวิระ ทรงเมตตา, ร้อยตำรวจเอก. “การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบตรวจสอบอัตโนมัติ (AFIS) มาใช้ในกรมตำรวจ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

สุธาวิณี ลิ้มสุวรรณ. “การพัฒนาลายนิ้วมือแฝงโดยใช้สารเคมีเรืองแสง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548.

อรรถพล แซ่มสุวรรณ , พันตำรวจเอก. และ คณะ. นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัทที่ซีจี พรินติ้ง จำกัด, 2546.

อิสรา วารีเกษม. “การเปรียบเทียบการตรวจลายพิมพ์นิ้วมือโดยมนุษย์และระบบตรวจสอบอัตโนมัติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2533.

อุกฤษฏ์ ศรีเสื่อขาม, ร้อยตำรวจเอก. “การประมวลผลลายพิมพ์นิ้วมือเบื้องต้นสำหรับระบบตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมืออัตโนมัติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารคดี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

ภาษาต่างประเทศ

- Alaoui, I. Mekkaoui et al. “Mass Spectra and time-resolved fluorescence spectroscopy of the reaction product of glycine with 1,2-indanedione in methanol” Forensic Science International. 152 (2004): 215-219 [Online]. Available from ScienceDirect File.
- Ashbaugh, David R. Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis an Introduction to Basic and Advanced Ridgeology. Florida: CRC Press LLC, 1999.
- BVDA International, “1, 2-IND Product information” catalogue no. B-78100. [Online], accessed 20 March 2009. Available from www.BVDA.com.
- . Sticky-side Powder [Online], accessed 24 November 2008. Available from <http://www.bvda.com/EN/sect1/blank.htm>
- Champod, Christophe et al. Fingerprint and other ridge skin impressions, Florida: CRC Press LL, 2004.
- Leighton, L.D., Trozzi, Y.E. and Wade, C., eds. Processing Guide for Developing Latent Prints, Washington : An FBI Laboratory Publication Federal Bureau of Investigation, 2001.
- Galton, Francis. Finger Prints. New York: Macmillan, 1892.
- Holt, Sarah B. The Genetics of Dermal Ridges [Online], accessed 31 October 2008. Available from <http://www.interpol.int/Public/Forensic/fingerprints/Conference/May2006/presentations/2AliceMaceoPart1.pdf>.
- Kiriya, K. 1,2 – IND [Online], accessed 24 November 2008. Available from www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q54.html
- Lee H.C. and Gaensslen R.E. Advances in Fingerprint Technology. New York: Elsevier, 1991.
- Lennard, C.J. and Patterson, T. Fingerprint Identification Basic and composite ridge characteristics (minutiae)[Online], accessed 3 January 2009. Available <http://www.policensw.com/info/fingerprints/finger08.html>
- Ludas, M. Fingerprint Discoveries. Raleigh: Forensic Press, 1996.
- Moore, Greg. The History of Fingerprints [Online], accessed 19 October 2008. Available from <http://onin.com/fp/fphistory.html>
- Olsen, Robert D. Scott's Fingerprint Manual, Springfield: Charles C. Thomas Publisher, 1977.
- Pounds C.A., Grigg R. and Mongkolasavaratan T. “The use of 1,2-diazofluoren-9-one (DFO) for the fluorescent detection of latent fingerprints on paper, a preliminary evaluation.” Forensic Science International 35 (1990): 169-247.

- Seah L.K., et al. "Fluorescence optimization and lifetime studies of fingerprints treated with magnetic powders." Forensic Science International 152 (2005): 249-257 [Online], accessed 20 March 2009. Available from ScienceDirect File.
- SPEX Forensics Group. Scenescope [Online], accessed 24 November 2008. Available from <http://www.forensic.e-symposium.com/articles/e2004/oct31.html>
- . Crimescope [Online], accessed 21 November 2008. Available from <http://www.crimescope.com/march%2015/homemar.html>
- Stoilovic, Milutin & Lennard, Chris. "Fingerprint Detection & Enhancement, Incorporating the Application of Optical Enhancement Techniques in Forensic Science" 3rd ed., Canberra: Australian Federal Police, 2006.
- Payne, Gemma et al. "A further study to investigate the detection and enhancement of latent fingerprints using visible absorption and luminescence chemical imaging" Forensic Science International. 150 (2005): 33-51 [Online], accessed 21 November 2008. Available from ScienceDirect File.
- Wallace-Kunkel, Cristei et al. "Optimisation and evaluation of 1,2-Indanedione for use as a fingermark reagent and its application to real samples." Forensic Science International 168 (2007): 14-26 [Online], accessed 21 November 2008. Available from ScienceDirect File.
- Wiesner, S. et al. "Chemical Development of Latent Fingerprints: 1,2-Indanedione Has Come of Age" Forensic Science International 46 (2001) : 1082-1084 [online], accessed 4 January 2009. Available from ScienceDirect File.
- Wikimedia Foundation Inc, the free encyclopedia. Nehemiah Grew [Online], accessed 26 October 2008. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Nehemiah_Grew
- . Govard Bidlo [Online], accessed 26 October 2008. Available from http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Govard_Bidloo_portrait.jpg
- . skin [Online], accessed 29 October 2008. Available from <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Skin.jpg>
- Wikipedia, 1,8-Diazafluoren-9-one [Online], accessed 24 November 2008. Available from <http://en.wikipedia.org/wiki/1,8-Diazafluoren-9-one>
- Wilkinson, Della. "A spectroscopic study of 1, 2-indanedione." Forensic Science International 114, 3 (2000): 123–132.
- Worley, Christopher G et al. "Detection of Visible and Latent Fingerprints Using Micro-X-Ray Fluorescence Elemental." Forensic Science International 51 (2006) : 57-63 [Online], accessed 15 November 2008. Available from ScienceDirect File.

ภาคผนวก

ผนวก ก

ข้อมูลสารเคมี 1,2-indanedione

ข้อมูลสารเคมี ninhydrin

ข้อมูลสารเคมี 1,2-indanediaone

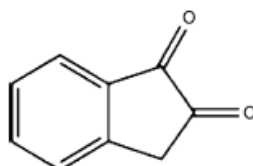
ชื่อสารเคมี

1,2-indanedione

ชื่ออื่น

5, 6-dimethoxy-1,2-indanedione

โครงสร้างทางเคมี



สีที่ได้:	วิธีการบันทึกภาพ:	อันตรายจากสารเคมี:	อุปกรณ์นิรภัย:	ต้องใช้ผู้ดูแล คว้น:
 เหลือง สะท้อน แสง	 ใช้ตัวกรองแสงสีส้ม หรือ แดง			 ใช่

พื้นผิววัสดุที่เหมาะสม

พื้นผิวรูปทรงที่แห้ง

สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยา

กรดอะมิโน

ผลที่ได้

พบสีชมพูจาง ๆ และเมื่อฉายภาพภายใต้แหล่งกำเนิดแสง สามารถมองเห็นการเรืองแสงสีเหลืองออกส้ม

ความไม่เหมาะสมกับการใช้งาน

ไม่เหมาะสมกับการใช้งานกับพื้นผิวไม่มีรูปทรงหรือพื้นผิวรูปทรงที่เป็ยกชั้น

การจัดเก็บ:

เก็บสารละลายไว้ในขวดแก้วสีชา ไม่ให้โดนแสง

คำแนะนำ:

ตัวอย่างที่ข้อมสารละลายแล้วไม่ควรเก็บไว้ในที่มีแสงสว่างจ้าหรือแสงแดด เนื่องจากปฏิกิริยาของสารเคมีนี้อาจทำให้การเรืองแสงลดลง ควรเก็บไว้ในที่มีมืดจนกว่าได้ทำการถ่ายภาพและบันทึกไว้เรียบร้อยแล้ว

ความปลอดภัย:

การเตรียมสารละลายและการปฏิบัติงานควรทำในตู้ดูดควัน

ข้อเสนอแนะ:

การย้อมต่ออีกชั้นด้วย Zinc chloride treatment สามารถเพิ่ม
การเรืองแสงของตัวอย่างที่ย้อมด้วย 1,2-indanedione ได้อีก
และเมื่อต้องใช้สารละลายของ 1,2-indanedione ควรคู่กับ
ninhydrin ต้องใช้ 1,2-indanedione ก่อน ninhydrin

ข้อมูลสารเคมี ninhydrin

ชื่อสารเคมี

ninhydrin (นินไฮดริน)

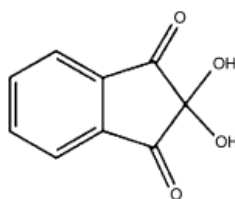
ชื่ออื่น

2,2-dihydroxy-1,3-indandione

2,2-dihydroxy-1H-indene-1,3(2H)-dione

1,2,3-indantrione monohydrate

โครงสร้างทางเคมี



สีที่ได้:	วิธีการบันทึกภาพ:	อันตรายจากสารเคมี:	อุปกรณ์นิรภัย:	ต้องใช้ตู้ดูดควัน:
 ม่วง				 ใช่

พื้นผิววัสดุที่เหมาะสม

พื้นผิวรูพรุน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระดาษชนิดต่าง ๆ

สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยา

กรดอะมิโนและโปรตีน

ผลที่ได้

ได้สีม่วงเข้มที่เรียกว่า Ruhemann's purple

ความไม่เหมาะสมกับการใช้งาน

ไม่เหมาะสมกับการใช้งานกับพื้นผิวไม่มีรูพรุนหรือพื้นผิวรูพรุนที่เปื่อยขึ้น

คำแนะนำ:

สีของลายเส้นจะค่อย ๆ ซีดจางลงเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงควรถ่ายภาพเพื่อเก็บรายละเอียดไว้

การจัดเก็บ:

เก็บสารละลายไว้ในขวดแก้วสีชา

ความปลอดภัย:

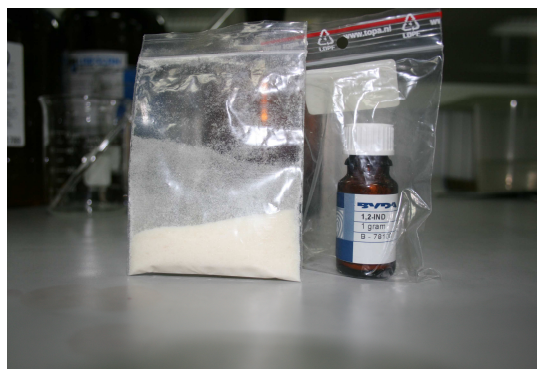
การเตรียมสารละลายและการปฏิบัติงานควรทำในตู้ดูดควัน
นินไฮดรินเป็นสารระคายเคือง ต่อระบบทางเดินหายใจ

ผนวก ข

ภาพปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้



สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง



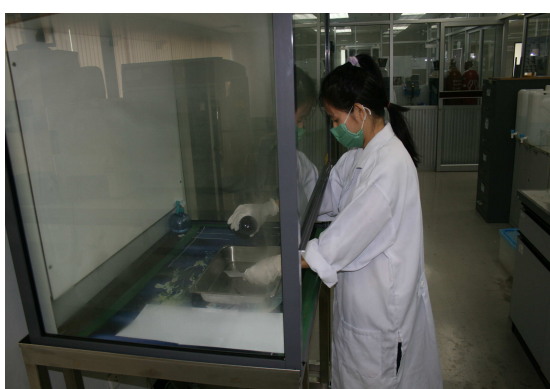
Ninhydrin (ซอง) และ 1,2-Indanedione (ขวด)



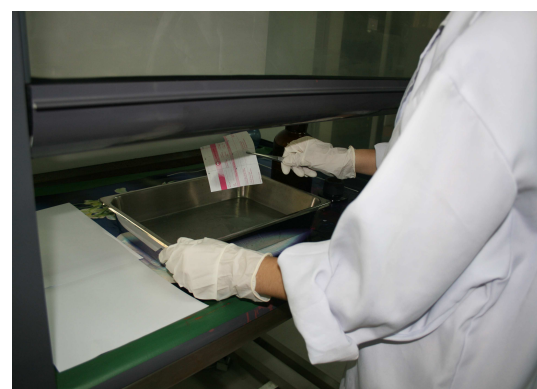
การเตรียมสารละลายรีเอเจนท์



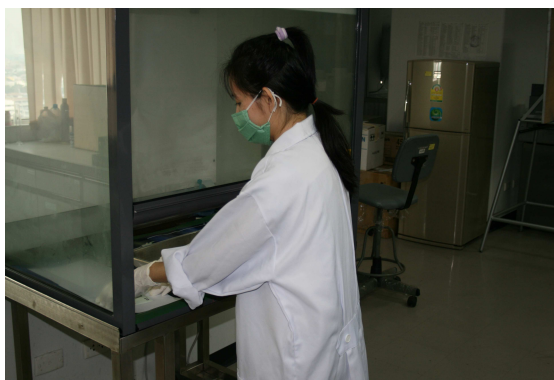
กระดาษตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง



เตรียมสารละลายรีเอเจนท์เพื่อตรวจหาลายนิ้วมือ



จุ่มตัวอย่างลงในสารละลายรีเอเจนท์



ตากให้แห้งประมาณ 5 นาที



เตารีดร้อนกดทับตัวอย่าง



กล้องดิจิทัล Canon รุ่น 400EOS



MCS-400 และแว่นตากรองแสงสีส้ม



การถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ในการวิจัย



ภาพถ่ายนิ้วมือแฝงที่จากการถ่ายภาพ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล

นางเพ็ญทิพย์ สุตธรรม

ที่ทำงาน

ศูนย์ตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือและฝ่ามืออัตโนมัติ

สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม

499 อาคารสุขประพฤติ ถ.ประชาชื่น แขวงบางซื่อ

เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

ที่อยู่ปัจจุบัน

87/446 หมู่บ้านกัสสร รัตนาธิเบศร์

ถนนบางกรวย-บางบัวทอง ตำบลบางรักใหญ่

อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

ตำแหน่งและประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2546 - ปัจจุบัน

นักนิติวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2540

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยรามคำแหง