การศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยนินไฮดริน

โดย

พันตำรวจตรีหญิงเอกจิตตรา มีไชยธร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยนินไฮดริน

โดย
พันตำรวจตรีหญิงเอกจิตตรา มีไชยธร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A STUDY OF LATENT FINGERPRINTS ON PAPER DEVELOPED WITH NINHYDRIN

By

Eakchittra Meechaitorn

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 “ การศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยนินไฮดริน ” เสนอโดย พันตำรวจตรีหญิงเอกจิตตรา มีไชยธร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง
2. อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี
3. พลตำรวจตรีหญิงสุวิไล คุณาชีวะ

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

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

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วีรชัย พุทธวงศ์)

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

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

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

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

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

..... กรรมการ

(พลตำรวจตรีหญิงสุวิไล คุณาชีวะ)

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

50312347 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
คำสำคัญ : ลายนิ้วมือแฝง / นินไฮดริน

เอกจิตตรา มีไชยธร : การศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยนินไฮดริน. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ. ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง, อ. ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และ พล.ต.ต.หญิง สุวิไล คุณาชีวะ. 74 หน้า.

ลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุส่วนใหญ่เป็นลายนิ้วมือแฝงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือมองเห็นได้ไม่ชัดเจน แต่มีเทคนิควิธีมากมายที่สามารถทำให้ลายนิ้วมือแฝงนั้นปรากฏขึ้นได้ ซึ่งแต่ละวิธีก็ขึ้นอยู่กับพื้นผิวของวัตถุที่ลายนิ้วมือไปประทับอยู่

Ninhydrin เป็นสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนจะให้ผลเป็นสารประกอบสีม่วงที่เรียกว่า “ Ruhemann’s purple ” ในทางนิติวิทยาศาสตร์ใช้นินไฮดรินเป็นสารเคมีในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหรือพื้นผิวที่มีรูพรุนซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยนินไฮดรินจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในส่วนประกอบของตะกอนของเหงื่อทำให้ปรากฏลายนิ้วมือแฝงเป็นสีม่วง

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษในช่วงเวลาต่างๆด้วยนินไฮดรินและหาความสัมพันธ์ของการคงอยู่ของลายนิ้วมือบนกระดาษชนิดต่างๆในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยเลือกใช้กระดาษทั้งสิ้น 5 ชนิด คือ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล กระดาษสมุด และกระดาษหนังสือพิมพ์ การวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2552 เป็นระยะเวลา 32 สัปดาห์

ผลของการวิจัยพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 32 สัปดาห์ ยังสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่บนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุดได้ ส่วนซองใส่เอกสารสีน้ำตาล ระยะเวลาที่นานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้คือ 7 สัปดาห์ และกระดาษหนังสือพิมพ์ระยะเวลาที่นานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้คือ 5 สัปดาห์

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. ..... 2. ..... 3. .....

50312347 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE
KEY WORDS : LATENT FINGERPRINT / NINHYDRIN
EAKCHITTRA MEECHAITORN : A STUDY OF LATENT FINGERPRINTS ON PAPER DEVELOPED WITH NINHYDRIN. THESIS ADVISORS : SIRIRAT CHOOSAKOONKRIANG, Ph.D., SUPACHAI SUPALUKNARI, Ph.D., AND POL . MAJ. GEN. SUVILAI KUNACHIVA . 74 pp.

The latent fingerprint is the most common form of fingerprint evidence at crime scene. Since latent fingerprints are largely invisible, many detection techniques have been developed to visualize them. The selection of detection techniques depends on the surface of the substrate. In forensic science , the ninhydrin is used as a reagent for the detection of latent fingerprints on papers or any porous surface which are not observable. Ninhydrin has been used as a reagent for the development of latent fingerprints on paper. Ninhydrin reacts with amino acids to give a dark purple coloured product known as Ruhemann's purple.

In this research, the visualizations of latent fingerprints by Ninhydrin at different time intervals were studied. The visualizations on white photocopy paper, white document envelop, brown document envelop, notepad paper, and newspaper were tested during the period of June 2008 to February 2009 for the total of 32 weeks.

It was found that the latent fingerprints on white photocopy paper, the white document envelop and notepad paper could be visualized even after the samples were kept for 32 weeks.In comparison, on the brown document envelop and on the newspaper, the latent fingerprints can be visualized by the method only before the periods of 7 and 5 weeks respectively.

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2008
Student's signature .....
Thesis Advisors' signature 1. ..... 2. ..... 3. .....

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยนินไฮดริน สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ ข้อคิดและความรู้ต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และ พลตำรวจตรีหญิงสุวิไล คุณาชีวะ ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ร้อยตำรวจเอกสมชาย สัพโส ร้อยตำรวจเอกวุฒิศักดิ์ ศรีบุญราษฎร์ และร้อยตำรวจโทหญิงมาริษา ปักษาสวย ที่สละเวลามาให้ตัวอย่างลายนิ้วมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆและน้องๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำและประสานงานในส่วนต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมติฐานของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ขั้นตอนการวิจัย 4

2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

ประวัติลายนิ้วมือ 5

นิติวิทยาศาสตร์กับลายนิ้วมือ 7

ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ 8

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ 10

คุณสมบัติของลายนิ้วมือและพื้นผิวของวัตถุ 11

ปัจจัยที่มีผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝง 17

การตรวจเก็บลายนิ้วมือ 19

กระดาษ 25

3 วิธีดำเนินการวิจัย 35

ผู้ร่วมทำการทดลอง 35

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 35

วิธีการเตรียมการทดลอง 37

การศึกษาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ 37

วิธีทำการทดลอง 37

บทที่ หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 40
5 บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 53
สรุปและอภิปรายผล 53
ข้อเสนอแนะ 56

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 59
ภาคผนวก ก 60
ภาคผนวก ข 69

ประวัติผู้วิจัย 74

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของพื้นผิววัตถุและการดูดซับลายนิ้วมือแฝง.....	16
2	ผลการศึกษาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยวิธีต่างๆ	40
3	ผลของลายนิ้วมือแฝงในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษ หลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน.....	42
4	ระยะเวลาที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ในแต่ละชนิดกระดาษ.....	44
5	ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน	61
6	ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน	63
7	ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน	65
8	ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแบ่งประเภทของลายนิ้วมือ	9
2	ประเภทของลายนิ้วมือ	10
3	โครงสร้างของผิวหนัง	12
4	แสดงอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่เป็นรูพรุน	14
5	โครงสร้างทางเคมีของนินไฮดริน	22
6	ปฏิกิริยานินไฮดรินกับกรดอะมิโน	23
7	กระดาษที่ใช้ในการทดลอง	36
8	ขั้นตอนการทดลอง	39
9	ระยะเวลาที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้บนกระดาษชนิดต่างๆ	43
10	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษสัปดาห์ที่ 1	45
11	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษสัปดาห์ที่ 32	46
12	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษหนังสือพิมพ์สัปดาห์ที่ 5	46
13	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ที่ปรากฏขึ้นบน ซองใส่เอกสารสีน้ำตาลสัปดาห์ที่ 7	47
14	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษสัปดาห์ที่ 3	48
15	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษสัปดาห์ที่ 32	49
16	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษสัปดาห์ที่ 1	50
17	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 ที่ปรากฏขึ้นบน กระดาษสัปดาห์ที่ 1	51
18	ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดริน ภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง	70

ภาพที่ หน้า

19 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดริน ภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง 71

20 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดริน ภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง 72

21 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดริน ภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง 73

บทที่ 1
ที่มาและความสำคัญ

จากสภาพสังคมและเศรษฐกิจในปัจจุบัน ค่าครองชีพที่สูงขึ้น อัตราการว่างงานเพิ่มขึ้น การเลี้ยงชีพด้วยอาชีพสุจริตเป็นไปด้วยความลำบากมากขึ้น ยังผลให้มีการก่ออาชญากรรมเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งก็เป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ตำรวจที่จะต้องคลี่คลายคดี สืบสวนสอบสวนหาตัวผู้กระทำผิดนำมาลงโทษให้ได้ ขั้นตอนหนึ่งซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญในการคลี่คลายคดีก็คือการตรวจสถานที่เกิดเหตุและการเก็บรวบรวบพยานหลักฐาน

ในอดีตพยานหลักฐานที่ช่วยในการนำคนผิดไปฟ้องลงโทษส่วนใหญ่เป็นพยานบุคคล โดยคำให้การของผู้เสียหายและพยานผู้รู้เห็นเหตุการณ์ ผู้เสียหายชี้ตัวผู้กระทำความผิดหรือผู้กระทำความผิดรับสารภาพ แต่ในปัจจุบันอาชญากรรมต่างๆมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นและมีรูปแบบที่ซับซ้อนมากขึ้น ประชาชนต่างดิ้นรนเพื่อเอาตัวรอดในชีวิตประจำวันทำให้เกิดการเพิกเฉยต่อการก่ออาชญากรรมในสังคม ประกอบกับความหวาดกลัวที่จะต้องเป็นพยาน กลัวถูกทำร้ายและในบางครั้งยังกลับคำให้การในชั้นศาล ซึ่งส่งผลต่อรูปคดีทำให้ไม่สามารถนำตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษได้ จึงจำเป็นต้องหาพยานหลักฐานที่เป็นพยานวัตถุ โดยเฉพาะหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับในชั้นศาลเข้ามาช่วยคลี่คลายคดี

Locard (Wikipedia 2008) กล่าวว่า“เมื่อวัตถุสองสิ่งกระทบกันย่อมเกิดการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน” อาชญากรรมก็เช่นกัน อาชญากรมักทิ้งร่องรอยไว้ในสถานที่เกิดเหตุเสมอ ขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถ ไหวพริบปฏิภาณและการเลือกใช้เครื่องมือของเจ้าหน้าที่ในการเก็บวัตถุพยาน วัตถุประสงค์สำคัญประการหนึ่งของการพิสูจน์หลักฐานคือการพิสูจน์ตัวผู้กระทำความผิด ซึ่งการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็น ร่องรอยฟัน ลายมือเขียน เสียงพูด ตรวจพิสูจน์ดีเอ็นเอ และพยานหลักฐานที่สามารถพิสูจน์เอกลักษณ์ของบุคคลได้ดีที่สุดวิธีหนึ่งก็คือลายนิ้วมือ เนื่องจากลักษณะลายเส้นที่ปรากฏบนลายนิ้วมือ ฝ่ามือและฝ่าเท้าของมนุษย์แต่ละคนไม่เหมือนกัน(Uniqueness) ถึงจะเป็นฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันและไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Permanence) ตั้งแต่เกิดจนตาย

เมื่อมีอาชญากรรมเกิดขึ้นผู้ก่อเหตุจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงการทิ้งลายนิ้วมือได้ รอยลายนิ้วมือจะเกิดขึ้นเมื่อมีการจับสัมผัสวัตถุ รอยลายนิ้วมือนี้เกิดจากตะกอนของเหงื่อที่ถูกขับออกจากต่อมเหงื่อที่อยู่บนผิวหนังของนิ้วมือที่มีลักษณะนูนขึ้นมา(เส้นนูน)

บางครั้งเป็นรอยที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือมองเห็นได้ไม่ชัด เราเรียกลายนิ้วมือชนิดนี้ว่า ลายนิ้วมือแฝง (Latent Fingerprint) ลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุส่วนใหญ่เป็นลายนิ้วมือชนิดนี้

ตัวอย่างคดีที่ใช้ลายนิ้วมือในการพิสูจน์ตัวบุคคล

คดีฆาตกรรม นางศยามล ลาภก่อเกียรติ ที่บ้านหนองปลาไหล หมู่ที่ 2 ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี เมื่อวันที่ 29 กันยายน 2536 โดยพบศพอยู่ภายในรถยนต์เก๋ง เจ้าหน้าที่วิทยาการจังหวัดเพชรบุรี ได้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงได้ที่ กล่องที่เขี่ยบุหรี่ ประตูหน้าและประตูหลัง ทั้งภายในและภายนอกรถยนต์ และนำส่งมาตรวจพิสูจน์ ผลการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือพบว่าตรงกับลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัย

คดีฆาตกรรม พระวิโรจน์ รัตนวิจิตร ที่สำนักสงฆ์วัดกุฏิดาว ต. คลองกระแชง อ.เมือง จ. เพชรบุรี เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2548 สภาพศพถูกตีด้วยของแข็งไม่มีคมที่บริเวณศีรษะนอนเสียชีวิตที่บริเวณบันไดทางขึ้นกุฏิ ภายในกุฏิตรวจพบร่องรอยรื้อค้น เจ้าหน้าที่วิทยาการจังหวัดเพชรบุรีได้ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ที่กระเป๋าสตางค์ กระดาษซึ่งอยู่ในกระเป๋าสตางค์ที่ถูกรื้อค้น ขวดน้ำดื่มและ กุญแจ และนำส่งมาตรวจพิสูจน์ ผลการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือพบว่าตรงกับลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัย

จากตัวอย่างคดีที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าได้นำเอาลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้ในสถานที่เกิดเหตุมาใช้เป็นหลักฐานสำคัญในการยืนยันตัวผู้กระทำความผิด แต่คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิเช่น ชนิดของพื้นผิววัตถุ ลักษณะการจับวัตถุ ปริมาณของเหงื่อ ไขมัน และสารประกอบอื่นๆที่อยู่บนเส้นนูนรวมถึง สภาพอากาศ

สภาพพื้นผิววัตถุเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ผิววัตถุที่สะอาดและเรียบมันจะติดรายละเอียดลายเส้นลายนิ้วมือได้ดี พื้นผิววัตถุผิวหยาบเช่น ไม้ที่ไม่ผ่านขบวนการขัดแต่ง หนังที่เป็นลวดลาย ลายนิ้วมือจะติดได้ไม่ดี สภาพอากาศมีผลต่อลายนิ้วมือหลายลักษณะ อากาศอาจทำให้ลายนิ้วมือแห้งหายหรือชะล้างทำลายลายนิ้วมือ ความชื้นทำให้ลายนิ้วมือบนกระดาษเป็นรอยเปรอะหรือหายไปเนื่องจากกระดาษมีลักษณะพื้นผิวที่เป็นรูพรุน(porous) ความชื้นสามารถเข้าได้ทุกทิศทุกทางและซึมเข้าไปในลายเส้นนิ้วมือ ทำให้ลายเส้นกระจายตัวจนกระทั่งไม่สามารถมองออกว่าเป็นลายนิ้วมือ

วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือมีหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับสภาพของลายนิ้วมือว่าปรากฏชัดเจนหรือไม่ อยู่บนวัตถุอะไร พื้นผิวเป็นอย่างไร การตรวจพบลายนิ้วมือเปื้อนเลือดที่ผนังห้องลายเส้นชัดเจนสามารถใช้วิธีการถ่ายภาพ รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระป๋องน้ำอัดลมอาจเริ่มตรวจเก็บจากรมควันด้วยสารcycanoacrylate ก่อนแล้วจึงใช้ผงฝุ่นปัดเก็บขึ้นมาหรือรอยลายนิ้วมือแฝงบน

กระดาษใช้สารเคมีทำให้รอยลายนิ้วมือนั้นปรากฏขึ้นมา แม้แต่บนกระดาษเองก็มีวิธีการทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงด้วยสารเคมีหลากหลายชนิด เช่น นินไฮดริน ไอโอดีน และซิลเวอร์ไนเตรทซึ่งทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบต่างๆกับลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน คือนินไฮดรินทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน ไอโอดีนทำปฏิกิริยากับไขมัน ซิลเวอร์ไนเตรททำปฏิกิริยาเกลือโซเดียม

เมื่อตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้แล้ว การดำเนินการขั้นต่อไปคือการนำลายนิ้วมือแฝงที่ได้ไปตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบกับตัวผู้ต้องสงสัยหรือตรวจสอบในระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System) แม้ผลการตรวจพิสูจน์พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้ตรงกับผู้ต้องสงสัย แต่ก็พบว่าเจ้าของลายนิ้วมือ อาจกล่าวอ้างว่าตนเองมีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานที่เกิดเหตุดังกล่าวมาก่อนเวลาเกิดเหตุและได้จับหรือสัมผัสวัตถุพยานที่ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ จึงเป็นปัญหาว่าลายนิ้วมือแฝงที่เก็บได้นั้นเกิดขึ้นมานานเท่าใด ลายนิ้วมือจะติดอยู่ที่วัตถุของกลางได้นานเพียงใด

กรดอะมิโนที่ติดอยู่บนกระดาษ เมื่อเก็บรักษากระดาษในสภาพอากาศปกติ ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 80% จะทำให้รักษาลายนิ้วมือแฝงไว้ได้นาน มีรายงานว่าลายนิ้วมือแฝงมีอายุมากกว่า 40 ปี สามารถตรวจพบได้ด้วยนินไฮดริน (Stoilovic and Lennard 2006 : 72)

แต่นั่นเป็นรายงานผลการศึกษาในสภาพอากาศต่างประเทศ สำหรับประเทศไทยแล้วจะให้ผลเป็นอย่างไรและกระดาษแต่ละชนิดจะให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ เนื่องจากวัตถุพยานประเภทเอกสารเป็นวัตถุพยานที่พบบ่อยครั้งในสถานที่เกิดเหตุ หากกระดาษเพียงหนึ่งแผ่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุเป็นหลักฐานเพียงชิ้นเดียวที่จะบอกเล่าเรื่องราวของอาชญากรรมที่เกิดขึ้น อายุของลายนิ้วมือที่เกิดขึ้นและผลการคงอยู่บนกระดาษชนิดต่างๆจะเป็นอีกส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการวิเคราะห์สถานที่เกิดเหตุและช่วยในการสืบสวนหาตัวผู้กระทำผิด จึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้งนี้ โดยเลือกใช้นินไฮดรินซึ่งเป็นสารเคมีที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษปรากฏขึ้นได้และสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในสภาพแสงปกติ และยังคงเป็นสารเคมีที่มีราคาไม่แพงและใช้อยู่ในงานตรวจสถานที่เกิดเหตุและพิสูจน์หลักฐานของสำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจทั่วประเทศ กระดาษที่เลือกใช้ในการทดลองนี้มี 5 ชนิด คือ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล กระดาษสมุด และกระดาษหนังสือพิมพ์ ซึ่งเป็นพยานวัตถุประเภทกระดาษที่พบบ่อยครั้งในสถานที่เกิดเหตุจริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนกระดาษในช่วงเวลาต่างๆ ด้วยนินไฮดริน

2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนกระดาษชนิดต่างๆในช่วงเวลาต่างๆด้วยนินไฮดริน

สมมติฐานของการวิจัย

1. อายุของลายนิ้วมือแฝงมีผลต่อการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนกระดาษ
2. ชนิดของกระดาษมีผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่มีอายุที่แตกต่างกันในช่วงเวลาการทำการวิจัย
2. ศึกษาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว, กระดาษสมุด, ซองใส่เอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีน้ำตาลและกระดาษหนังสือพิมพ์
3. ศึกษาจากสภาพแสงปกติ ที่อุณหภูมิห้อง
4. ระยะเวลาที่ทำการวิจัยตั้งแต่เดือนมิถุนายน2551 ถึงกุมภาพันธ์ 2552

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
3. เก็บตัวอย่างและทำการทดลอง
4. เก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง
5. สรุปผลพร้อมข้อเสนอแนะ
6. นำเสนอผลการศึกษา

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ประวัติลายนิ้วมือ

1.1 ประวัติลายนิ้วมือในต่างประเทศ

คนสมัยโบราณรู้จักลายนิ้วมือโดยสังเกตพบว่าบนนิ้วมือของเขามีรูปร่างที่แปลกและน่าสนใจ หลายพันปีก่อน มนุษย์ในส่วนต่างๆของโลกสังเกตเห็นรายละเอียดของผิวหนังที่นูนขึ้นมาบนนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า แต่เนื่องจากมีอารยธรรมที่แตกต่างกันและอยู่ห่างไกลกันทำให้ไม่มีการสื่อสารซึ่งกันและกัน การค้นพบจึงเป็นไปแบบอิสระต่างคนต่างค้นพบและมีการบันทึกรายละเอียดไว้บนแท่งหินและงานศิลป์ต่างๆที่ยังปรากฏจนถึงปัจจุบัน

กรุง Babylon 1500 ปีก่อนพุทธกาล เจริญรุ่งเรืองมาก มีการค้าขายขนส่งสินค้าจากเมืองหนึ่งไปยังอีกเมืองหนึ่ง โดยมีการมัดหีบห่อด้วยเชือกและมีตราดินบอกชื่อพ่อค้าและกดนิ้วมือลงบนดินเหนียว ใช้เป็นเครื่องป้องกันการปลอมแปลง เป็นหลักฐานยืนยันว่าสินค้านี้ได้มาจากบุคคลใด

ในประเทศจีน ระหว่าง 618-906 ปีก่อนคริสตกาล ได้รู้จักการใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องยืนยันตัวบุคคลเช่นกัน โดยแบ่งลายนิ้วมือออกเป็น 2 ประเภท คือ ก้นหอยและมัดหวาย

Dr. Mecorthy ได้แถลงไว้ในหนังสือ American Journal ปี 1886 ว่า Galton ซึ่งได้รับเกียรติว่าเป็นผู้พบและจัดระบบลายนิ้วมือ ก็ได้ศึกษาการจัดระบบของจีนมา (ฑีฆายุ ชินะนาวิน 2506 : 89)

ปี 1686 Marcello Malpighi นักกายวิภาค ได้อธิบายถึงลายเส้นนูนบนนิ้วมือและรูปร่างของลายนิ้วมือเป็นรูปวนรอบ (loop)และเป็นรูปเกลียว (spiral)

ปี 1823 Johannes Puringe นักกายวิภาค ได้จำแนกรูปแบบลายนิ้วมือตามรูปร่างและลายเส้นเป็น 9 แบบ (German 2008)

ปี 1858 Sir William Herschel เจ้าหน้าที่ระดับบริหารชาวอังกฤษ ขณะที่ไปรับราชการในประเทศอินเดีย ประสพปัญหาเรื่องการจ่ายเงินของทางราชการ มีผู้ทุจริตรับเงินไปแล้วย้อนกลับมาขอรับเงินอีกครั้งโดยอ้างเป็นอีกคนหนึ่ง จึงได้แก้ปัญหาด้วยการพิมพ์ลายนิ้วมือด้วยหมึกไว้บนใบเสร็จรับเงินและบัญชีรายชื่อ และ Herschel ยังได้ทำการเก็บลายพิมพ์มือของตนเองไว้ด้วยในปี1859 เมื่อเขามีอายุได้ 26 ปีและได้เก็บลายพิมพ์มือของตนเองอีกครั้งเมื่ออายุ 44 ปี

และทำการเก็บครั้งสุดท้ายเมื่ออายุ 83 ปี และพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของลายเส้น (Cummins and Midlo 1961 : 41)

ปี 1880 Dr. Henry Faulds นายแพทย์ชาวสก็อต ได้เขียนบทความลงในนิตยสาร Nature เดือน ตุลาคม 1880 ว่าลายนิ้วมือบนมือของเขาไม่เปลี่ยนแปลงตลอดอายุ ด้วยเหตุนี้จึงใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องมือในการยืนยันตัวบุคคล โดยหนึ่งในการทดลองของเขาคือการให้นักศึกษาแพทย์ใช้หินพูมิส (หินเป็นรูพรุนลักษณะคล้ายฟองน้ำ)ขัดลายเส้นนูนของนิ้วมือออก เมื่อแผลหายดีแล้วพบว่าลายเส้นก็กลับมามีรูปร่างเหมือนเดิม การทดลองนี้พิสูจน์ความจริงที่ว่า ลายนิ้วมือไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ปี 1880 Sir Francis Galton ได้ศึกษาข้อมูลจาก Herschel , Faulds และการทดลองส่วนตัว นำมาเขียนตำราเกี่ยวกับลายนิ้วมือโดยอธิบายแบบลายพิมพ์นิ้วมือเป็นรูปโค้ง มัดหวายและก้นหอย เป็นที่ยอมรับจนกระทั่งลายนิ้วมือได้ถูกนำมาใช้ในการระบุตัวอาชญากร

ปี 1891 Juan Vucetich นายตำรวจชาวอาร์เจนตินา ได้ทำการศึกษาลายพิมพ์นิ้วมือโดยใช้แนวคิดบางอย่างของ Galton โดยแบ่งลักษณะของลายนิ้วมือเป็น 4 ประเภท คือ 1. แบบโค้ง (Arch) 2. สันดอนอยู่ทางขวา (มัดหวาย) 3. สันดอนอยู่ทางซ้าย(มัดหวาย) 4. สันดอนอยู่ทั้ง2 ข้าง (ก้นหอย)

ปี 1897 Sir Edword Richard Henry ชาวอังกฤษ ได้ทำการศึกษาและคิดระบบจัดเก็บลายพิมพ์นิ้วมือขึ้นมา โดยจัดจำแนกแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือซึ่งทำให้แผ่นลายพิมพ์นิ้วมือจัดเก็บเป็นระบบและสามารถสืบค้นได้ง่าย โดยใช้การให้ค่าตัวเลขของแบบลายนิ้วมือ ระบบจำแนกแผ่นลายพิมพ์นิ้วมือนี้เรียกระบบเฮนรี่ (Henry System) ซึ่งเป็นที่รู้จักและใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.2 ประวัติลายนิ้วมือในประเทศไทย

ในประเทศไทยรู้จักและใช้ลายนิ้วมือมาเป็นเวลานานตั้งแต่สมัยอยุธยา ในตำราทำนาย “นรลักษณ์” เป็นตำราดวงชะตาตามลักษณะของบุคคล ซึ่งได้บันทึกเกี่ยวกับเรื่องของลายนิ้วมือและลักษณะมือไว้ด้วย

นอกจากนั้นยังพบว่าในสมัยโบราณยังใช้ลายนิ้วมือประทับลงบนเอกสารสำคัญต่างๆ เช่น เอกสารขายฝากทาส เอกสารกู้ยืม

แต่ที่ใช้ประโยชน์ทางวิชาพิมพ์ลายนิ้วมือได้เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2444 โดยสมเด็จพระเจ้าพี่ยาเธอกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์ ขณะทรงดำรงตำแหน่งเสนาบดีกระทรวงยุติธรรม ดำริให้ตรากฎหมายอาญาขึ้นใหม่แทนกฎหมายเดิมและมีพระราชประสงค์ที่จะเก็บรวบรวมลายพิมพ์นิ้วมือของผู้ต้องหาในคดีอุกฉกรรจ์ ส่งให้กองพิมพ์ลายนิ้วมือทำการตรวจสอบ และถ้าพบว่าเคยต้องคำพิพากษามาก่อนแล้วก็จะแจ้งให้อัยการและศาลทราบเพื่อการเพิ่มโทษ ฐานไม่เข็ดหลาบต่อไป

ในปี พ.ศ. 2455 เป็นต้นมาได้มีการดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ ปรับเปลี่ยนและจัดตั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ลายนิ้วมือ จนกระทั่ง ปี พ.ศ. 2500 องค์การบริหารวิเทศกิจสหรัฐอเมริกาประจำประเทศไทย (ยูซอม) ได้ให้ความช่วยเหลือ ปรับปรุงกิจการตำรวจในด้านต่างๆ โดยสนับสนุนเครื่องมือเครื่องใช้และนำเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญมาจัดการฝึกอบรมและวางหลักเกณฑ์ให้ตามแบบการเก็บพิมพ์ลายนิ้วมือของตำรวจเอฟ.บี.ไอ. (F.B.I.) (วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ ม.ป.ป.: 5 -15)

2. นิติวิทยาศาสตร์กับลายนิ้วมือ

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า เป็นสาขาหนึ่งในวิชาการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (personal identification) จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์เป็นเวลาช้านาน พบว่าลักษณะลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของมนุษย์สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์บุคคลได้ดีเนื่องจากความจริง 2 ประการ คือ

1. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน (uniqueness) ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีลักษณะเฉพาะพิเศษที่แตกต่างกัน

2. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลนั้นไม่เปลี่ยนแปลง (permanence) ตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตาย หรือแม้แต่ตายแล้วถ้ามีการรักษาสภาพศพให้ดี ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ก็จะคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลง

ดังนั้น การใช้ลายนิ้วมือ ลายฝ่ามือ ลายฝ่าเท้า ในการตรวจพิสูจน์บุคคลจึงเป็นที่ยอมรับและนิยมใช้อยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

การที่ลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลมีความเฉพาะเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนบุคคลอื่นและไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต หากจะมีการลบเลือนด้วยสารเคมีเช่นฟอร์มาลินไปก็ตาม แต่เมื่อผิวหนังขึ้นมาใหม่จะมีลักษณะลายเส้นเหมือนเดิม จึงสามารถใช้ลายนิ้วมือมาตรวจสอบจำแนกตามความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ นอกเหนือจากการตรวจสอบด้วยเสียง ลายม่านตาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การตรวจพิสูจน์ตัวบุคคล (personal identification) ด้วยลายนิ้วมือยังมีประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่นในคดีอาชญากรรม กองพิสูจน์หลักฐาน กองทะเบียนประวัติอาชญากร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ มีการรวบรวมลายนิ้วมือของบุคคลต้องโทษในคดีอาญาต่างๆ ไว้เป็นจำนวนมาก เพื่อประโยชน์ในการพิสูจน์ตัวบุคคล อาชญากร คนตาย คนสูญหาย เป็นต้น โดยใช้สาระบบพิมพ์ลายนิ้วมือสิบนิ้วของเฮนรี่ (FBI Extension of Henry System) นอกเหนือจากการใช้ระบบพิมพ์ลายนิ้วมือเดี่ยว (single fingerprint file) ของแบทเล่ (Battley) หรือระบบพิมพ์ลายนิ้วมือห้านิ้ว

(five fingerprint file) และในปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้ระบบไบโอเมตริกซ์ (Biometrics) ซึ่งได้พัฒนาไปสู่ระบบ AFIS (automated fingerprint identification system) (สมทรง ณ นคร และคณะ:2008)

3. ลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ

ลายเส้นผิวหนัง มาจากคำภาษาอังกฤษว่า dermal ridge หรือ dermatoglyphics หมายรวมถึง ลายเส้นบนฝ่ามือ (palmprint) ลายนิ้วมือ (fingerprint) ลายฝ่าเท้า (footprint) มีลักษณะเป็นเส้นนูนปรากฏบนผิวหนังนิ้วมือ ฝ่ามือและนิ้วเท้า ฝ่าเท้าของทุกคน เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล แม้แต่ฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (identical twins) ก็มีลักษณะลายเส้นของนิ้วมือ ฝ่ามือและนิ้วเท้า ฝ่าเท้าแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการนำลายเส้นผิวหนังโดยเฉพาะลายนิ้วมือไปใช้ประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ คือ การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล และด้านการแพทย์ในการช่วยวินิจฉัยโรคพันธุกรรมได้อีกด้วย

ลายนิ้วมือมีลักษณะเป็นเส้นเรียงเป็นลำดับเต็มหน้านิ้วทุกนิ้วมือ ลักษณะผิวหนังของนิ้วมือ ฝ่ามือ และนิ้วเท้า ฝ่าเท้า ของมนุษย์มีเส้นอยู่ 2 ชนิด คือ เส้นนูนและเส้นร่อง

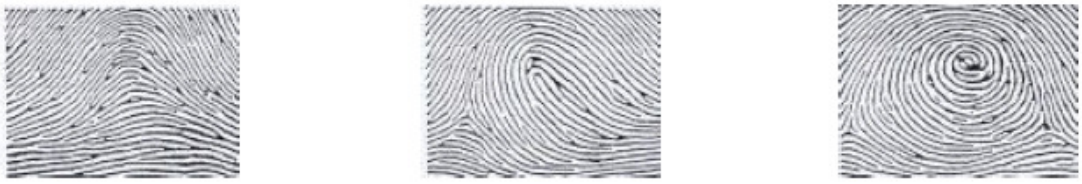
เส้นนูน (ridges) คือ รอยนูนซึ่งสูงขึ้นพ้นผิวหนังส่วนนอกของนิ้วมือ ฝ่ามือ และนิ้วเท้า ฝ่าเท้า ซึ่งมีประโยชน์ในการหยิบจับสิ่งของไม่ให้ลื่นหลุดระหว่างเส้นนูนมีร่อง บนสันนูนมีรูเล็กๆ ซึ่งเป็นรูเหงื่อให้เหงื่อไหลซึมออกมา ฉะนั้นเมื่อนิ้วใดนิ้วหนึ่งจับต้องวัตถุพื้นเรียบ ลายเส้นนูนที่ชื้นด้วยเหงื่อจึงถูกกดลงบนวัตถุ ทำให้เกิดการจำลองแบบลายเส้นบนนิ้วมือ ติดอยู่บนวัตถุนั้น จะเรียกรอยลายนิ้วมือนั้นว่า ลายนิ้วมือแฝง (latent fingerprint)

เส้นร่อง (furrows) คือ รอยลึกที่ต่ำลงไปกว่าระดับเส้นนูน

เมื่อพิจารณาจะเห็นเป็นรูปร่างลักษณะต่างๆกันหรือเมื่อเราพิมพ์หรือประทับปลายนิ้วมือด้วยหมึก รายละเอียดของลายเส้นบนผิวหนังจะกลับด้านกัน เส้นนูนเป็นเส้นที่ติดหมึก ส่วนเส้นร่องอยู่ลึกลงไปจึงไม่ติดหมึก

3.1 ประเภทของลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมือแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1. โค้ง (Arch) 2. มัดหวาย (Loop) 3. ก้นหอย (Whorl) โดยแสดงให้เห็นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การแบ่งประเภทของลายนิ้วมือ

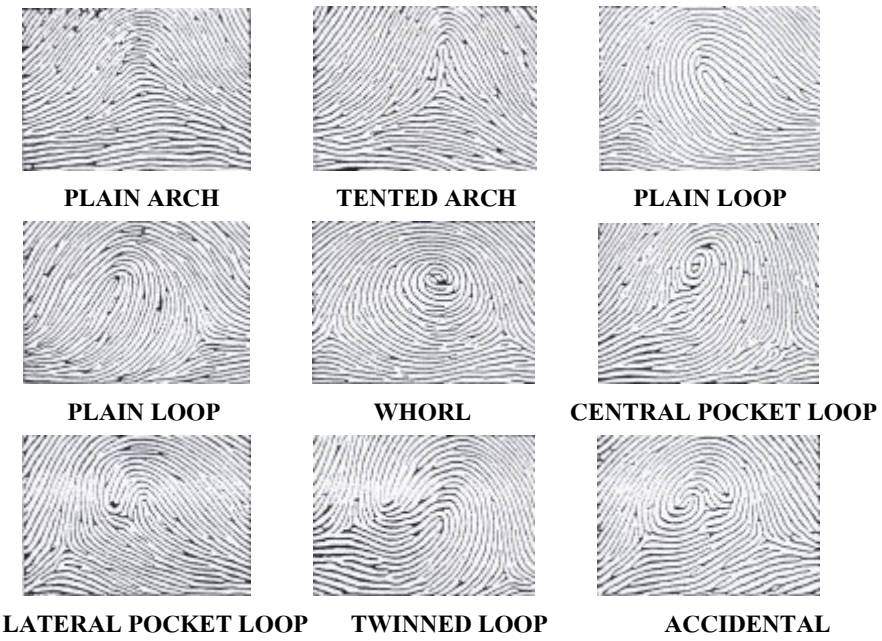
ที่มา : Fingerprint Pattern Classification [Online], accessed 25 March 2009. Available from http://policenew.com/info/fingerprints/finger06.html

3.1.1. โค้ง (Arch) เป็นแบบลายนิ้วมือที่มีลักษณะลายเส้นตั้งต้นจากขอบเล็บข้างหนึ่งไหลออกไปอีกข้างหนึ่ง โดยไม่มีจุดศูนย์กลางไม่มีจุดสันดอน แบบโค้งยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบแผน ได้แก่ โค้งราบ (plain arch) มีลักษณะของเส้นโค้งไม่สูงชัน ซึ่งต่างจากแบบโค้งกระโจม (tented arch) ที่มีเส้นโค้งตรงกลางหนึ่งเส้นหรือมากกว่าหนึ่งเส้นพุ่งขึ้นพบกันตรงกลางเป็นมุมแหลมหรือมุมฉาก ลายนิ้วมือแบบโค้งจึงไม่มีจุดสันดอน และไม่มีจุดใจกลาง

3.1.2. มัดหวาย (Loop) เป็นแบบลายนิ้วมือที่พบมาก มีประมาณ 65% ของแบบลายนิ้วมือทั้งหมด มีลักษณะเป็นรูปเกือกม้าที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดออกไปทางใดทางหนึ่ง (นิ้วก้อย หรือนิ้วหัวแม่มือ ของมือนั้น) ถ้าปลายเส้นเกือกม้าปัดไปทางนิ้วก้อย เรียกว่า มัดหวายปัดก้อย (ulnar loop) ถ้าปัดไปทางนิ้วหัวแม่มือ เรียกว่า มัดหวายปัดหัวแม่มือ (radial loop) ลายนิ้วมือแบบมัดหวายทั้งสองแบบจะมีจุดสันดอนหนึ่งแห่งและจุดศูนย์กลางหนึ่งจุด การนับจำนวนเส้นลายนิ้วมือ (ridge count) สามารถนับได้ โดยนับจากจำนวนเส้นจากจุดใจกลางถึงจุดสันดอน

3.1.3. ก้นหอย (Whorl) เป็นแบบลายนิ้วมือที่พบประมาณ 30% ของแบบลายนิ้วมือทุกแบบ มีลักษณะเป็นลายเส้นวนเวียนเป็นรูปก้นหอยหรือเป็นวงกลม มีจุดสันดอนสองแห่งขึ้นไป และจุดศูนย์กลางหนึ่งจุด ดังนั้นจึงมีค่าจำนวนเส้นลายนิ้วมือสองค่า เพื่อความสะดวกในการจำแนกประเภทลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือแบบก้นหอยแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ซึ่งหมายรวมถึงลายนิ้วมือที่ไม่จัดอยู่ในแบบโค้งหรือมัดหวาย เช่น มัดหวายคู่ (double loop whorl) หรืออาจเรียก มัดหวายแฝด (twin loop whorl) ก้นหอยกระเป๋ากลาง (central pocket loop) ก้นหอยกระเป๋าข้าง (lateral pocket loop) และแบบซับซ้อน (accidental whorl)

โดยประเภทของลายนิ้วมือชนิดต่างๆแสดงให้เห็นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ประเภทของลายนิ้วมือ

ที่มา : Fingerprint Pattern Classification [Online], accessed 25 March 2009. Available from http://policenew.com/info/fingerprints/finger06.html

3.2 จุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ

คณะกรรมการมาตรฐานของสมาคมตรวจพิสูจน์นานาชาติ (The Standardization Committee of the International Association for Identification (IAI)) ได้แนะนำมาตรฐานของลักษณะพิเศษของลายเส้นไว้ 5 แบบ คือ เส้นหยุด (Ridge ending) เส้นแยกหรือเส้นแตก (Bifurcation) เส้นสั้น (Shot ridge) เกาะ (Enclosure) และ จุด (Dot)

ปัจจุบันประเทศไทยลงความเห็นการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบลายนิ้วมือ 2 ลายนิ้วมือว่าเป็นลายนิ้วมือเดียวกัน โดยเปรียบเทียบจากจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรงกันตั้งแต่ 10 จุดขึ้นไปซึ่งเป็นที่ยอมรับของศาล

4. ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ

ลายนิ้วมือในที่เกิดเหตุแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

4.1 ลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible fingerprint)

รอยลายนิ้วมือที่ประทับอยู่บนวัตถุแล้วง่ายต่อการมองดูด้วยตาเปล่า เป็นลายนิ้วมือที่เกิดจากนิ้วมือที่เปื้อนเลือด สี หมึก ฝุ่น น้ำมันหรือสารอื่นๆสัมผัสกับวัตถุเกิดเป็นรอยลายนิ้วมือขึ้น

จะเห็นเป็นลักษณะ 2 มิติ หรือรอยลายนิ้วมือที่ประทับลงบนวัตถุอ่อนนิ่ม (plastic print) เช่น รอยลายนิ้วมือบนสีหรือปูนที่ยังไม่แห้ง ดินเหนียว ทราย ขี้ผึ้ง จะเห็นลายนิ้วมือเป็นลักษณะ 3 มิติ

4.2 ลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือมองเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า (Latent fingerprint)

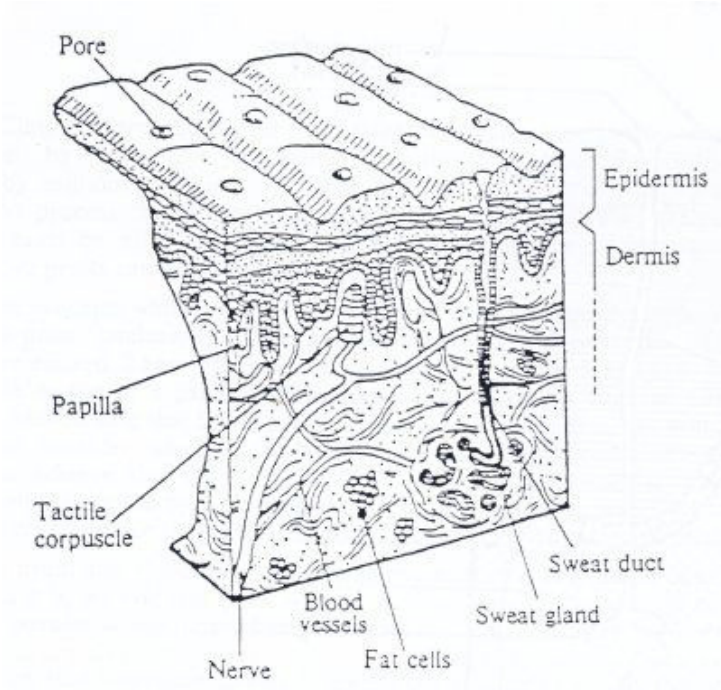
เป็นลายนิ้วมือที่เกิดจากตะกอนของเหงื่อที่ถูกขับออกมาจากต่อมเหงื่อบนนิ้วมือที่มีลักษณะนูนขึ้นมา ลายนิ้วมือชนิดนี้พบมากที่สุดในสถานที่เกิดเหตุ เช่น ลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นกระจก (ลายนิ้วมือที่ลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า) ลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ (ลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า)

5. คุณสมบัติของลายนิ้วมือและพื้นผิวของวัตถุ

5.1 โครงสร้างของผิวหนังของลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า

ผิวหนังลายนิ้วมือของคนเราประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ชั้นบน คือ หนังกำพร้า (Epidermis) ที่มีลักษณะเป็นเส้นนูน เส้นร่องและต่อมเหงื่อ (sweat gland) จะอยู่บนเส้นนูน เมื่อจับสัมผัสวัตถุจะทิ้งเหงื่อไว้เป็นลายเส้นนูน ซึ่งเรียกว่าลายนิ้วมือแฝง ชั้นล่าง คือ หนังแท้ (Dermis) เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันกัน ลักษณะเป็นคลื่นทำให้ดันหนังกำพร้าที่ทาบอยู่โค้งคดตามกันไปเป็นลอนต่อเนื่องสม่ำเสมอ ดังภาพที่ 3

ลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุเกิดจากสารที่ขับจากต่อมเหงื่อ ต่อมไขมันและไขมันจากเนื้อเยื่อผิวหนัง สารที่ขับจากต่อมเหงื่อไม่มีสี ใส มีค่า pH เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย (pH 4-7) ประกอบด้วยความชื้นหรือน้ำ ประมาณ 98-99% และสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ ประมาณ 1-2 % สารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน ยูเรีย และกรดแลคติก เป็นต้น ส่วนสารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ เกลือ แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น (กองพิสูจน์หลักฐาน 2538 : 2)



ภาพที่ 3 โครงสร้างของผิวหนัง

ที่มา : Friction Ridge Skin [Online], accessed 25 March 2009. Available from http:// policenew. co/info/fingerpmrints/finger06.html

5.2 ชนิดของพื้นผิววัตถุ

คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง สภาพพื้นผิวของวัตถุเป็นสิ่งที่สำคัญมากปัจจัยหนึ่ง ลายนิ้วมือที่ติดอยู่บนพื้นผิวของวัตถุที่แตกต่างกันจะมีเทคนิควิธีการในการตรวจเก็บที่แตกต่างกัน เนื่องจากการคงอยู่ของสารประกอบจากลายนิ้วมือ พื้นผิวของวัตถุแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พื้นผิวที่เป็นรูพรุน (porous) พื้นผิวกึ่งรูพรุน (semi-porous) และพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุน (non-porous)

5.2.1. พื้นผิวที่เป็นรูพรุน (porous)

พื้นผิวชนิดนี้มีความสามารถในการดูดซับสารประกอบจากลายนิ้วมือแฝงได้อย่างรวดเร็ว เหมือนกับผิวของวัตถุที่มีรูพรุน ตัวอย่างเช่น กระดาษ

สารประกอบที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Deposit) จะซึมผ่านเข้าสู่ชั้นผิวด้านในของวัตถุเป็นอันดับแรก ในระหว่างที่มีการดูดซึม น้ำจะค่อยๆระเหยออกไปคงเหลือไว้แต่เพียงกรดอะมิโน ยูเรียและเกลือ ซึ่งสารประกอบที่ละลายน้ำได้เหล่านี้จะคงอยู่ได้นานเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาวัตถุนั้นภายใต้สภาวะปกติที่ไม่มีการขัดถูหรือเช็ดทำลาย แต่ลายนิ้วมือแฝงที่อยู่บน

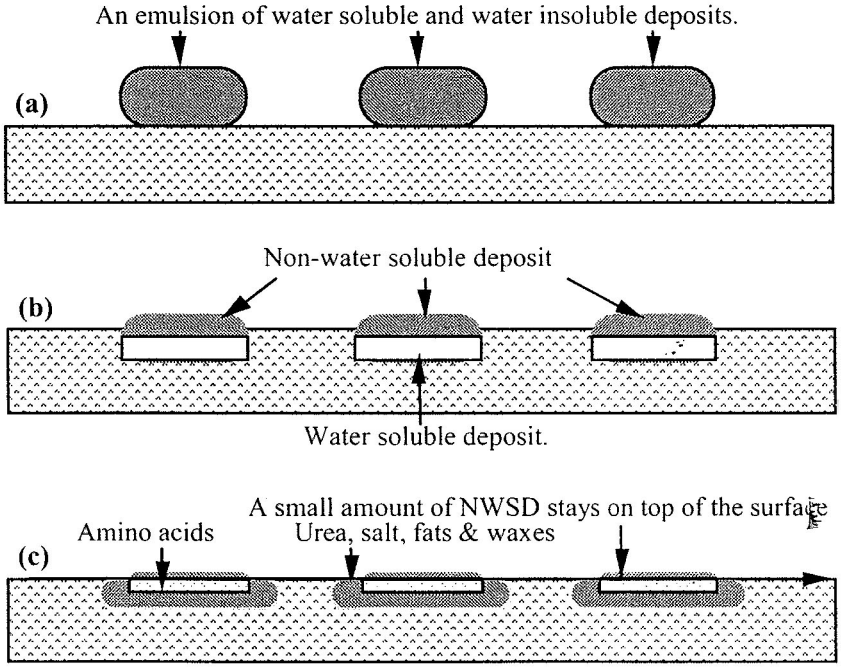
วัตถุพื้นผิวที่เป็นรูพรุนนั้นถูกทำลายได้ง่ายจากการชะล้างหรือการดูดซึมและแพร่กระจายของน้ำทำให้ลายเส้นกระจายตัวไปจนกระทั่งไม่สามารถมองออกได้ว่าเป็นลายนิ้วมือ

กรดอะมิโนที่ติดอยู่บนกระดาษ เมื่อเก็บรักษากระดาษในสภาพอากาศปกติความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 80% จะทำให้รักษาลายนิ้วมือแฝงไว้ได้นาน มีรายงานว่าลายนิ้วมือแฝงมีอายุมากกว่า 40 ปี สามารถตรวจพบได้ด้วยนินไฮดริน

ยูเรียและเกลือที่คงอยู่จะค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม (ความชื้นสัมพัทธ์มีผลเป็นอันดับแรก) ที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่สภาวะแวดล้อมปกติ (ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 80%) ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บในช่วง 1-2 สัปดาห์จะเห็นได้ชัดเจน แต่สำหรับลายนิ้วมือเก่า ลายเส้นจะไม่คมชัด

ส่วนสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ (Non-Water Soluble Deposit) เป็นสารประกอบเชิงซ้อนกึ่งของแข็ง ของไขมัน แว็กซ์ และแอลกอฮอลล์ ซึ่งคงอยู่ได้นานกว่าบนผิววัตถุ ภายใต้สภาวะปกติสารประกอบเหล่านี้จะอยู่ชั้นบนสุดของผิววัตถุได้เป็นระยะเวลานาน

การเคลื่อนที่ของสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมเป็นหลัก ที่อุณหภูมิประมาณ 20 °C การเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆและสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะคงอยู่ชั้นบนสุดของผิววัตถุเป็นเวลา 1-2 วัน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 °C การเคลื่อนที่เกิดขึ้นเร็วขึ้นและลายนิ้วมือไม่สามารถคงอยู่บนผิววัตถุได้เกิน 1 ชั่วโมง สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กมากๆจะคงอยู่ชั้นบนสุดของผิววัตถุได้เป็นระยะเวลานาน (หลายปี) สารประกอบเล็กๆเหล่านี้ไม่สามารถตรวจเก็บได้ด้วยผงฝุ่น ไอโอดีนหรือ cyanoacrylate แต่สามารถตรวจเก็บด้วย ซิลเวอร์ไอออนจากเทคนิค physical developer



(a) ภาพตัดขวาง ของสารประกอบจากลายนิ้วมือที่เกิดการสะสมอย่างรวดเร็วหลังจากประทับลายนิ้วมือ

(b) 1 ชั่วโมงผ่านไปน้ำระเหยไป สารประกอบที่ละลายน้ำได้จะซึมลงสู่พื้นผิวชั้นในเป็นอันดับแรก ส่วนสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะคงอยู่ที่ผิวด้านบนของวัตถุจะซึมลงสู่ผิวชั้นในอย่างช้าๆ

(c) 2 สัปดาห์ผ่านไป ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นจากกรดอะมิโนจะเห็นลายเส้นได้ชัดเจนดี ขณะที่ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นจากยูเรียและเกลือจะเริ่มไม่ชัดเจน สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำเหลืออยู่จำนวนเล็กน้อยที่ผิวด้านบนของวัตถุ

ภาพที่ 4 แสดงอายุของลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่เป็นรูพรุน (เช่น กระดาษ)

ที่มา : Milutin Stoilovic , and Chris Lennard ,Fingerprint Detection &Enhancement :Incorporating the Application of Optical Enhancement Techniques in Forensic Science , 3 rd ed.(Canberra : Forensic Services,2006),72.

5.2.2. พื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุน (non-porous)

พื้นผิวชนิดนี้ไม่ดูดซับสารประกอบจากลายนิ้วมือแฝงเหมือนกับผิวของวัตถุที่เป็นรูพรุน ตัวอย่างของพื้นผิวชนิดนี้ได้แก่ ถุงพลาสติก กระจกหรือวัสดุผิวเรียบมัน

สารประกอบจากลายนิ้วมือแฝงจะติดอยู่ที่ชั้นบนสุดของผิววัตถุได้นาน หากไม่ถูกเช็ดล้างไปจากพื้นผิววัตถุนั้นหรือการสลายตัวไปเนื่องจากระยะเวลาหรือสภาพแวดล้อมที่วัตถุนั้นอยู่ เนื่องจากสารประกอบทั้งหมดจะสะสมอยู่บนผิววัตถุโดยไม่ถูกดูดซึม ลายนิ้วมือแฝงจึงเสียหายและถูกทำลายได้ง่ายหากไม่ได้รับการป้องกัน

5.2.3. พื้นผิวกึ่งรูพรุน (semi-porous)

พื้นผิวชนิดนี้มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างพื้นผิวที่เป็นรูพรุนกับพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุน ยอมให้สารต่างๆผ่านเข้าไปได้ไม่ดีเท่ากับพื้นผิวที่เป็นรูพรุน ตัวอย่างพื้นผิวชนิดนี้ได้แก่ พื้นผิวที่มีการทาสี ธนบัตรที่ทำจากโพลิเมอร์ กระดาษเคลือบไข

พื้นผิวชนิดนี้ดูดซับสารประกอบที่ละลายน้ำได้แต่ช้ากว่าพื้นผิวที่เป็นรูพรุน ส่วนสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะติดอยู่ชั้นบนสุดของผิววัตถุ และจะคงอยู่เป็นเวลานานกว่าพื้นผิวที่เป็นรูพรุนแต่ไม่นานเท่าพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุน (Stoilovic and Lennard 2006 :71-74)

ตารางที่ 1 ชนิดของพื้นผิววัตถุและการดูดซับลายนิ้วมือแฝง

ชนิดของพื้นผิววัตถุ		
พื้นผิวที่เป็นรูพรุน (porous)	พื้นผิวกึ่งรูพรุน (semi-porous)	พื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุน (non-porous)
พื้นผิวชนิดนี้ดูดซับสารประกอบที่ละลายน้ำได้ได้อย่างรวดเร็ว(ภายในไม่กี่วินาที)หลังจากประทับลายนิ้วมือ สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะอยู่ที่ด้านบนของผิววัตถุเป็นช่วงเวลาไม่นาน(ครึ่งวันถึงหนึ่งวัน) สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจำนวนเล็กน้อยจะอยู่บนผิววัตถุเป็นเวลานาน ตัวอย่างพื้นผิว เช่น กระดาษ ผ้า ไม้ที่ไม่ได้เคลือบสาร	พื้นผิวชนิดนี้ดูดซับสารประกอบที่ละลายน้ำได้ได้อย่างช้าๆหลังจากประทับลายนิ้วมือ(เป็นเวลาหลายนาทีถึงหลายชั่วโมง) สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะอยู่ที่ด้านบนของผิววัตถุเป็นช่วง เวลานานกว่า(1วันถึงหลายวัน) สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจำนวนเล็กน้อยจะอยู่บนผิววัตถุเป็นเวลานานมาก ตัวอย่างพื้นผิว เช่น พลาสติกบางชนิด พื้นผิวเคลือบแว็กซ์ ผนังที่ทาสี ไม้ที่เคลือบเงา	พื้นผิวชนิดนี้ไม่ดูดซับสารประกอบจากลายนิ้วมือสารประกอบที่ละลายน้ำได้และสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำจะไม่ผสมรวมกัน จะอยู่ที่ด้านบนของผิววัตถุเป็นช่วงเวลานานมาก(จนกว่าจะสลายไป) ลายนิ้วมือแฝงจะเสียหายได้ง่ายมากบนพื้นผิวชนิดนี้ ตัวอย่างพื้นผิว เช่น พลาสติกบางชนิด ถุงพลาสติก วัตถุที่ทำจากกระจกหรือแก้ว เครื่องเคลือบดินเผา(เซรามิก) วัตถุที่เป็นมันวาว วัตถุที่ทาสี

ที่มา : Milutin Stoilovic , and Chris Lennard ,Fingerprint Detection &Enhancement :Incorporating the Application of Optical Enhancement Techniques in Forensic Science , 3 rd ed.(Canberra : Forensic Services,2006),71.

6. ปัจจัยที่มีผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝง

หลังจากที่ลายนิ้วมือถูกประทับลงบนวัตถุเมื่อเวลาผ่านไปลายนิ้วมือก็จะจางหายไปในที่สุด แต่ลายนิ้วมือจะคงอยู่ได้นานหรือ เปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วเพียงใดก็มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อลายนิ้วมือ

6.1 องค์ประกอบตะกอนของเหงื่อ

ตะกอนของเหงื่อขับถ่ายจากต่อม Eccrine glands ซึ่งเป็นต่อมที่อยู่เฉพาะที่นิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าเท่านั้นซึ่งประกอบด้วย ความชื้นหรือน้ำ ประมาณ 98-99% และสารประกอบอินทรีย์ สารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน ยูเรีย และกรดแลคติก เป็นต้น ส่วนสารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ เกลือ แคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟต ฟอสเฟต เป็นต้น ลายนิ้วมือแฝงที่ประกอบด้วยไขมันมากกว่าจะคงอยู่ได้นานกว่า

6.2 ปริมาณของสารที่อยู่ในตะกอนของเหงื่อ

ลายนิ้วมือแฝงเกิดจากสารที่ขับจากต่อมเหงื่อจากเนื้อเยื่อผิวหนัง คุณภาพและปริมาณของสารที่ขับออกต่อมเหงื่อแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ซึ่งปริมาณของสารที่ขับออกมาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูง หรือความตึงเครียดของจิตใจสูงขึ้น ปริมาณของเหงื่อบนวัตถุขึ้นอยู่กับ 2 สาเหตุ

6.2.1. ปริมาณการหลั่งของเหงื่อ

ต่อมเหงื่อเป็นต่อมที่อยู่บนผิวชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) พบได้ตามผิวหนังทุกแห่งของร่างกาย มีมากเป็นพิเศษที่หน้าผาก ฝ่าเท้า ปัจจัยที่มีผลต่อการหลั่งของเหงื่อมีด้วยกันหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิความร้อนที่ผิวหนังเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิในเลือดสูงขึ้นด้วยจะเกิดการกระตุ้นให้มีการหลั่งของเหงื่อเกิดขึ้น อารมณ์ก็มีส่วนทำให้เกิดการหลั่งของเหงื่อมากที่สุด อารมณ์ที่แปรปรวนไป เช่น ตกใจ ตื่นเต้นหรือมีความตึงเครียดมากๆ ก่อให้เกิดการหลั่งของเหงื่อเพิ่มขึ้น และบริเวณที่มีการหลั่งมากที่สุดคือ ที่ฝ่ามือ เท้า รักแร้ และหน้าผาก อีกทั้งจำนวนของต่อมเหงื่อในบริเวณต่างๆของร่างกายก็มีผลต่อปริมาณของเหงื่อเช่นกัน (อวยชัย เปลื้องประสิทธิ์ 2516 : 3 , อ้างถึงใน สวลี ลิมป์รัชตวิชัย 2540 : 22-23)

นอกจากอุณหภูมิและอารมณ์จะมีผลต่อการหลั่งของเหงื่อแล้ว อาหารที่รับประทานเข้าไปก็มีผลต่อการหลั่งของเหงื่อ โดยเมื่อรับประทานอาหารเผ็ดๆร้อนๆ จะทำให้เกิดการหลั่งของเหงื่อเพิ่มขึ้น (กัมพล นิ่มเกียรติขจร และ สมพงษ์ ทองศิริกุล 2517 : 4)

อาชีพ ลักษณะการทำงาน กิจกรรม การดำเนินชีวิต (lifestyle) และสุขภาพหรือโรคบางอย่างส่งผลต่อปริมาณการหลั่งของเหงื่อ ในแต่ละบุคคลเช่นกัน

6.2.2. แรงกดและระยะเวลาในการสัมผัสวัตถุ

น้ำหนักการกดหรือประทับลายนิ้วมือ ลักษณะการหยิบจับ สัมผัสวัตถุ การที่ลายนิ้วมือแฝงจะปรากฏบนพื้นผิววัตถุ จะต้องมีแรงกดที่มากกว่าการจับหรือสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ ยิ่งออกแรงมากก็ยิ่งทำให้ปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าหากวัตถุนั้นมีน้ำหนักมาก การจับก็ต้องเพิ่มแรงกดเพื่อกระชับไม่ให้วัตถุหลุดร่วงได้ และระยะเวลาที่สัมผัสวัตถุ หากใช้เวลาในการสัมผัสวัตถุนานโอกาสที่เหงื่อจะติดที่วัตถุก็มีมากขึ้นด้วยหรือแม้แต่การสัมผัสวัตถุอื่นๆมาก่อนที่จะสัมผัสวัตถุที่ต้องการเก็บลายนิ้วมือ เช่น การจับสัมผัสผ้า หรือการเช็ดมือมาก่อน ทำให้ลายนิ้วมือบนวัตถุเกิดได้น้อยหรือเกิดได้ไม่ดี

6.3 พื้นผิวของวัตถุ

ความเรียบของผิววัตถุ ความสามารถในการดูดซับ ลักษณะทางไฟฟ้าสถิต การเป็นสนิมและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุ ล้วนแล้วแต่มีผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงทั้งสิ้น

ลายนิ้วมือมีการสูญเสียความชื้น ถ้าประทับลายนิ้วมือบนวัตถุพื้นผิวที่ไม่ดูดซับความชื้นจะค่อยๆระเหยไป แต่ถ้าประทับลายนิ้วมือลงบนวัตถุพื้นผิวที่ดูดซับ ความชื้นนอกจากจะระเหยแล้วยังถูกดูดซับเข้าไปในวัตถุด้วย

นอกจากนั้น สิ่งสกปรก ฝุ่น หรือไขมัน ก็มีผลต่อการติดของลายนิ้วมือแฝงอีกด้วย วัตถุผิวเรียบมันและสะอาด ไม่มีฝุ่นลายนิ้วมือแฝงจะติดได้ดี

6.4 ตำแหน่งที่อยู่ของลายนิ้วมือแฝง

ตำแหน่งที่ลายนิ้วมือไปประทับอยู่มีผลต่อความคงทนของลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือแฝงที่ประทับอยู่ที่ลูกบิดประตู พวงมาลัยรถยนต์หรือวัตถุอื่นๆที่มีโอกาสถูกสัมผัสซ้ำได้ง่ายหรือบริเวณทำความสะอาดได้ง่าย ย่อมถูกทำลายได้ง่าย แต่หากมีการป้องกันหรือเก็บรักษาเป็นอย่างดีก็จะช่วยให้ลายนิ้วมือแฝงคงอยู่ได้นาน เช่น การตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนรูปภาพในอัลบั้ม 10 ปีหลังจากการประทับ ด้วยการใช้ผงฝุ่นผสมระหว่างอลูมิเนียมและไลโคโปเดียม หรืออีกตัวอย่างหนึ่ง ได้แก่ การตรวจพบลายนิ้วมือแฝงในสมุดด้วยนินไฮดริน หลังจากเจ้าของสมุดตายไป 25 ปี
(กองพิสูจน์หลักฐาน 2538 : 3)

6.5 สภาพแวดล้อม

อุณหภูมิ ความร้อน แสงแดด ลม น้ำค้าง ฝน และน้ำ ล้วนแต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลายนิ้วมือทั้งสิ้น

ในสภาวะอากาศร้อน อุณหภูมิสูง นอกจากจะช่วยกระตุ้นการหลั่งของเหงื่อแล้ว ยังทำให้สารประกอบจากลายนิ้วมือเกิดการระเหยได้อย่างรวดเร็ว หรืออาจทำให้ลายนิ้วมือเกิดความ

เสียหาย เช่น ลายนิ้วมือที่ประทับอยู่บนเทียนไขหรือดินน้ำมัน เมื่ออุณหภูมิสูงมากๆ ทำให้เทียนไขหรือดินน้ำมันละลายทำให้ลายนิ้วมือถูกทำลายไปได้

ลมช่วยเร่งให้เกิดการระเหยและทำให้สารประกอบจากลายนิ้วมือแห้งได้เร็วขึ้น และหากลายนิ้วมือที่เกิดจากฝุ่น ฝุ่นมีความเบาเมื่อถูกลมจะเคลื่อนที่ได้ง่าย

น้ำค้าง ฝนและน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลายนิ้วมือ เช่น ถ้าน้ำค้าง ฝนหรือน้ำติดหรือเกาะอยู่บนผิววัตถุที่จะสัมผัส มันจะป้องกันหรือลดการติดของลายนิ้วมือบนวัตถุนั้น แต่ถ้าน้ำค้าง ฝนและน้ำเกิดขึ้นหลังจากลายนิ้วมือประทับลงบนวัตถุแล้ว มันจะทำให้ลายนิ้วมือแฝงนั้นละลายไปบางส่วนหรือทั้งหมด ถ้าเป็นเพียงหยดเล็กๆมันจะชะล้างลายนิ้วมือไปบางส่วน แต่ถ้าลายนิ้วมือแฝงนั้นประกอบด้วยไขมันอยู่เป็นจำนวนมาก มันจะต้านการซึมผ่านของน้ำจึงทำให้น้ำค้าง ละอองฝนหรือหยดน้ำขนาดเล็กไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับลายนิ้วมือได้อย่างชัดเจน

6.6 ระยะเวลาเริ่มต้นในการประทับลายนิ้วมือหรืออายุของลายนิ้วมือ

หลังจากที่ลายนิ้วมือถูกประทับลงบนวัตถุเมื่อเวลาผ่านไปลายนิ้วมือก็จะจางหายไปในที่สุด

7. การตรวจเก็บลายนิ้วมือ

ในบางครั้งพยานวัตถุหนึ่งชิ้น อาจต้องใช้การตรวจเก็บพยานหลักฐานหลายอย่าง เช่น มีดที่เปื้อนเลือด นอกจากต้องตรวจเก็บลายนิ้วมือบนมีดแล้วยังต้องตรวจเก็บคราบเลือดที่ติดอยู่บนมีดด้วย ดังนั้นผู้ทำการตรวจเก็บจึงต้องคำนึงถึงวิธีการเก็บที่ไม่มีผลกระทบหรือมีผลกระทบน้อยที่สุดต่อการเก็บวัตถุพยานอีกชนิดหนึ่ง

การตรวจเก็บลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุด้วยวิธีใดก็ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของสถานที่เกิดเหตุเป็นสำคัญ ผู้ตรวจเก็บควรมีความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการและวัสดุในการตรวจเก็บให้เหมาะสมโดยเลือกใช้ตามหลักวิชาและประยุกต์ใช้โดยมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น การตรวจเก็บลายนิ้วมือบนพื้นที่เปียกชุ่มน้ำให้เร็วที่สุดที่จะทำได้ เพื่อหยุดผลของน้ำที่จะเกิดกับลายนิ้วมือ อาจทำให้แห้งโดยใช้เครื่องเป่าผม วัตถุที่มีผิวหยาบอาจเก็บโดยใช้วิธีกลิ้งผงฝุ่น วัตถุที่มีผิวเรียบใช้วิธีการปัดฝุ่น เป็นต้น

7.1 ผงฝุ่น (Fingerprint powders)

ผงฝุ่นแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันเช่น สี การยึดติด ขนาดของเม็ดฝุ่น ความสามารถในการเลือกติดผิววัตถุ เป็นต้น แตกต่างกัน เลือกผงฝุ่นที่เหมาะสมและใช้ให้เหมาะกับสภาพของรอยประทับลายนิ้วมือและวัตถุ บางครั้งอาจผสมผงฝุ่น 2 ชนิดหรือมากกว่า ซึ่งเรียกว่าผงฝุ่นผสม โดยการผสมผงฝุ่น สามารถปรับสี และการยึดติดได้ ตัวอย่าง ผสมผงอะลูมิเนียมกับ

ไลโคโปเดียมเพื่อป้องกันมิให้ผงฝุ่นอะลูมิเนียมติดผิววัตถุมากเกินไป ชนิดและสัดส่วนของผงฝุ่นที่จะผสมขึ้นกับสภาพอากาศ ความชื้น ความแห้ง หรือเปียกของวัตถุ ผงฝุ่นผสมที่ใช้มากคือ ผงอะลูมิเนียมกับผงไลโคโปเดียม

7.1.1 วิธีการใช้ผงฝุ่น

วิธีการใช้ผงฝุ่น ได้แก่ วิธีการปัดผงฝุ่น กลิ้งผงฝุ่น ตีเบาๆ

วิธีการปัดผงฝุ่น คือการทำให้ผงฝุ่นติดที่วัตถุด้วยแปรง โดยการปัดกวาดแปรงเบาๆ ผงฝุ่นที่ติดที่ปลายแปรงจะติดลายนิ้วมือ และใช้แปรงที่ไม่มีผงฝุ่นเพื่อเอาผงฝุ่นส่วนเกินออก วิธีการนี้เหมาะสมกับการใช้ผงฝุ่นที่มีการยึดติดดี การตรวจเก็บลายนิ้วมือจะใช้แปรงเล็กทำด้วยขนม้า ขนกระรอก หรือขนอื่นๆ ขณะที่แปรงขนาดใหญ่ทำด้วยขนนก ขนไก่เตอร์กี หรือขนสัตว์ปีกน้ำ หรือกระต่าย แปรงขนาดใหญ่จะนิ่มกว่า และสามารถติดผงฝุ่นมากกว่าแปรงขนขนาดเล็ก ซึ่งจะได้ผลดีกับผงฝุ่นเบา

วิธีการกลิ้งผงฝุ่น เป็นวิธีใส่ผงฝุ่นลงบนวัตถุที่ต้องการตรวจหาลายนิ้วมือ เอียงวัตถุไปมาเบาๆ เพื่อให้ผงฝุ่นกระจายติดรอยลายนิ้วมือทั่ววัตถุ แล้วจึงเอียงวัตถุเพื่อเอาผงฝุ่นส่วนเกินออกวิธีนี้จะใช้กับกระดาษ ฟิล์มถ่ายภาพ กระดาษตะกั่ว หรือวัตถุอื่นที่เคลื่อนที่ได้ง่าย

วิธีเคาะเบาๆ ใช้แปรงขนนกจุ่มผงฝุ่นเล็กน้อย เคาะแปรงเบาๆ เพื่อให้ผงฝุ่นติดวัตถุใช้แปรงที่ไม่มีผงฝุ่นติดปัดให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ ใช้แปลงปัดเบาๆหรือเคาะเบาๆให้ผงฝุ่นส่วนเกินออกไป เหมาะกับวัตถุผิวรูพรุน หรือ ผิวที่มีความเหนียว

7.1.2 วิธีการลอกลายนิ้วมือ

ใช้เทปเจลละตินหรืออื่นๆ ที่ใช้ในการลอกลายนิ้วมือ เช่น เทปใส เทปไวนิล เทปกาว และวิธีใช้ยางซิลิโคน เป็นต้น เทคนิคการลอกลายนิ้วมือด้วยเทปเจลละติน มีดังนี้
ตัดเทปให้ได้ขนาดเหมาะสมกับลายนิ้วมือที่ต้องการเก็บ ลอกส่วนที่รองด้านเหนียวออกวางด้านเหนียวไปบนลายนิ้วมือ กดมุมด้านหนึ่งของเทปให้ติดแน่นกับวัตถุจากนั้นกดส่วนที่เหลือของเทปติดบนวัตถุโดยเริ่มจากจุดที่มุมที่กดติดไว้แล้ว กดเบาๆ และสม่ำเสมอด้วยนิ้วมือ เพื่อไล่ฟองอากาศออกจากข้างใน ลอกเทปออกหลังจากติดลายนิ้วมือแล้ว ติดเทปบนกระดาษรองในลักษณะเดียวกันกับการติดเทปบนลายนิ้วมือ

วิธีนี้ใช้กับวัตถุผิวเรียบ กระดาษรองด้านเหนียวของเทปเจลละตินมีสีดำ และสีขาว ตัดมุมด้านขวาเพื่อแสดงทิศด้านบนของวัตถุที่ถูกประทับรอยลายนิ้วมือ โดยไม่คำนึงถึงแบบของลายนิ้วมือ เพื่อแสดงว่าลายนิ้วมือประทับบนวัตถุอย่างไร เมื่อใดที่วัตถุถูกวางราบ มุมบนด้านขวาของด้านที่อยู่ไกลจากผู้ตรวจเก็บจะถูกตัดออก

เทคนิคการตรวจเก็บโดยใช้เทปใส หรือเทปไวนิล เช่นเดียวกับการใช้เทปเจลละติน อย่างไรก็ตามจะต้องหาวัสดุที่เหมาะสมในการรองด้านเหนียวของเทป ซึ่งบางครั้งเทปเหล่านี้ลอกลายนิ้วมือได้ดีกว่าเทปเจลละติน

7.1.3 วิธีการทำให้วัตถุคืนสภาพเดิม

เมื่อตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยวิธีแห้งเรียบร้อยแล้วควรทำให้พยานวัตถุกลับคืนสภาพเดิมโดยการเอาผงฝุ่นที่ติดวัตถุออก โดยการถูด้วยผ้าหรือปัดด้วยแปรงซึ่งมี 0.5%น้ำยาทำความสะอาดสังเคราะห์หรือ2-5%น้ำสบู่ แล้วเช็ดถูพยานวัตถุด้วยน้ำและผ้าแห้ง (กองพิสูจน์หลักฐาน 2538 : 7-12)

7.2 Forensic Light Source

เครื่องมือที่ให้กำเนิดแสงความยาวคลื่นพิเศษ ที่ทำให้วัตถุพยานเรืองแสง (fluorescence)หรือเปล่งแสง (glowing)ในแสงพิเศษนั้น ในขณะปกติที่แสงปกติมองไม่เห็น แสงความยาวคลื่นพิเศษนี้ช่วยในการตรวจหาลายนิ้วมือ เส้นผม เส้นขน เส้นใย คราบเลือด คราบอสุจิ ของเหลวอื่นๆจากร่างกาย (body fluids) เป็นต้น

7.3 RUVIS (Reflected Ultra – Violet Imaging System)

เป็นกล้องที่ใช้ส่องหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุที่ไม่ดูดซับ โดยไม่ต้องใช้สารเคมีหรือผงฝุ่นก่อน โดยอาศัยหลักการการสะท้อนแสง UV ตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพ

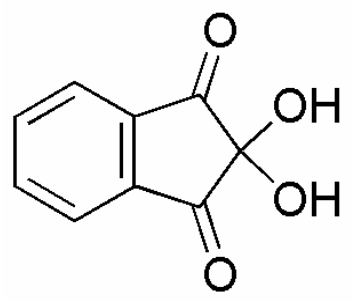
7.4 ไอโอดีน (Iodine)

สารเคมีลักษณะเป็นเกล็ดสีน้ำตาล เมื่อได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยจะระเหิดเป็นไอให้ควันสีน้ำตาล ไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับไขมันในสารประกอบจากลายนิ้วมือ การรมควันไอโอดีนจะทำในภาชนะปิด เช่น ตู้รมควัน เมื่อรมควันวัตถุพยานด้วยไอโอดีน ลายนิ้วมือแฝงจะปรากฏขึ้นเป็นสีน้ำตาลแดง (บนพื้นสีดำ) ลายนิ้วมือที่ปรากฏจะไม่อยู่ถาวร จะจางหายไปเมื่อหยุดรมควันจึงต้องถ่ายภาพเก็บเอาไว้ แต่สามารถหยุดการจางหายได้ด้วย 7,8 benzoflavone

7.5 Ninhydrin

Ninhydrin (2,2-dihydroxy-1,3-indandione)เป็นสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนให้สีม่วงเข้ม ที่เรียกกันว่า “ Ruhemann’s purple ” ถูกนำมาใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือในปี 1954 นินไฮดรินกลายเป็นเทคนิควิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการตรวจหาลายนิ้วมือบนกระดาษ และพื้นผิวอื่นๆที่มีรูพรุน นินไฮดรินทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในตะกอนของลายนิ้วมือแฝงทำให้เกิดสารประกอบสีม่วง โดยทั่วไปจะใช้วิธีการแช่วัตถุที่ต้องการตรวจหาลายนิ้วมือลงในสารละลายนินไฮดรินและจากนั้นลายนิ้วมือจะปรากฏขึ้นภายใน 24-48 ชั่วโมง ลายนิ้วมือที่มีอายุมากกว่า 50 ปียัง

สามารถตรวจเก็บได้ด้วยวิธีนี้ (Lennard 2001 : D2-89) โดยภาพที่ 5 แสดงให้เห็นโครงสร้างทางเคมีของนินไฮดริน

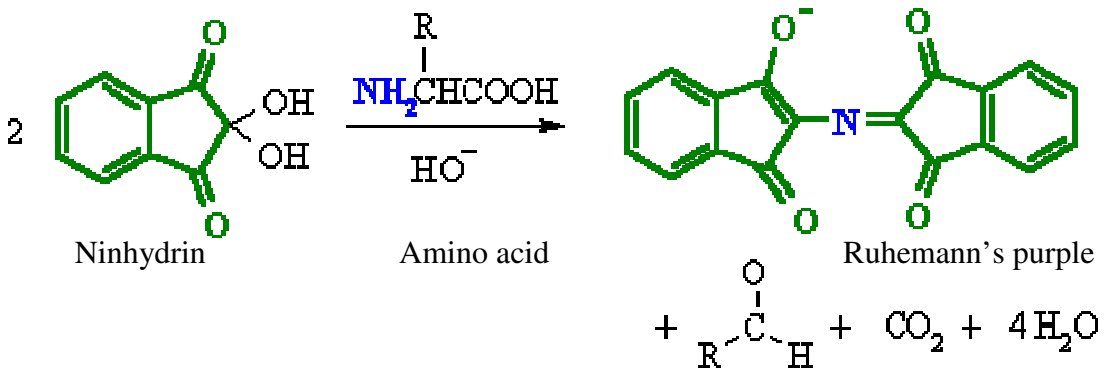


ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของนินไฮดริน
ที่มา : Ninhydrin stain [Online], accessed 25 March 2009. Available from http://curlyarrow.blogspot.com/2008_08_01_archive.html

กว่า 30 ปีที่ผ่านมาสูตรของนินไฮดรินที่ได้ถูกนำเสนอด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เช่น สารละลายนินไฮดริน 0.5% ในอะซิโตน ใช้ทาบนกระดาษเพื่อตรวจหาลายนิ้วมือ สารละลายนินไฮดริน 0.5 g ละลายในสารละลายผสมระหว่างปิโตรเลียมอีเธอร์ 10 ml.และปิโตรเลียมเบนซิน 90 ml ใช้กับกระดาษที่มีข้อความที่เขียนด้วยปากกาลูกลื่นและปากกาเมจิก (กองพิสูจน์หลักฐาน 2538 : 22)

วิธีการใช้มีด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีทาหรือสเปรย์ เหมาะสมกับวัตถุพยานชิ้นใหญ่ วิธีแช่หรือจุ่ม เหมาะสมกับวัตถุพยานชิ้นเล็ก

เทคนิคที่ใช้ทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นหลังจากทาด้วยนินไฮดรินแล้ว ก็มีด้วยกันหลายวิธี เช่น การปล่อยให้แห้งในอากาศปกติ การใช้ความร้อนจากเตาอบ การใช้เตารีดหรือแผ่นความร้อนทาบที่วัตถุโดยมีกระดาษอื่นรองไว้ไม่ให้สัมผัสโดยตรง หรือการทำกระดาษนินไฮดรินโดยใช้กระดาษแช่ในสารละลายนินไอดริน จากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง เมื่อต้องการหาลายนิ้วมือบนวัตถุพยานใดให้นำกระดาษนินไฮดรินที่ได้วางบนวัตถุพยาน แล้วใช้เตารีดไอน้ำห่างจากกระดาษประมาณ 1 cm ซึ่งกระดาษนินไฮดรินสามารถเก็บไว้ได้นาน 6 เดือน ในถุงกระดาษ ซึ่งการให้ความร้อนเป็นการเร่งปฏิกิริยาให้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยปฏิกิริยาระหว่างนินไฮดรินกับกรดอะมิโน แสดงให้เห็นดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปฏิกิริยานินไฮดรินกับกรดอะมิโน

ที่มา : Ninhydrin reaction [Online], accessed 25 March 2009. Available from http:// www.chem.ucalgary.ca/courses/350/Carey5th/Ch27/ch27-3-3.html

Connor ได้ทำการทดลองใช้ไอเหล็ก (steam iron) ในการช่วยเร่งปฏิกิริยาสารละลายนินไฮดริน 0.5% ในอะซิโตน เพื่อตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ โดยแบ่งเทคนิคการใช้นินไฮดรินเป็น 3 วิธี คือ ชุดที่1 ใช้วิธีจุ่มกระดาษในสารละลาย ชุดที่2 ใช้วิธีสเปรย์ และชุดที่3 ใช้วิธีทา จากนั้นปล่อยไว้ให้แห้ง นำไปอบในตู้ที่มีไอเหล็ก ผลคือลายนิ้วปรากฏให้เห็นภายในเวลา 5.8 นาที (Connor : 1976)

ลายนิ้วมือที่ทำการ treat ด้วยนินไฮดรินแล้วยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นด้วยการใช้เกลือของโลหะ zinc หรือ cadmium ทำให้ลายนิ้วมือที่ได้เปลี่ยนสีและเรืองแสงภายใต้สภาวะควบคุม (Lennard 2001 : D2-89)

ในปี 1954 นิตยสาร Nature เดือน มีนาคม ได้รายงานผลการทดลองของ Svante Oden และ Bengt Von Hofsten เกี่ยวกับการใช้นินไฮดรินตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ โดยใช้สารละลายนินไฮดริน 0.2 % ในอะซิโตน สเปรย์ลงบนกระดาษ และให้ความร้อนกับกระดาษที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 2-3 นาที ลายนิ้วมือจะเริ่มปรากฏให้เห็นและจะเข้มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ลายนิ้วมือที่เกิดขึ้นใหม่จะปรากฏให้เห็นอย่างสมบูรณ์หลังจาก treat ด้วยนินไฮดรินไปแล้วเป็นเวลา 1-2 วัน ได้ทำการทดลองตรวจหาลายนิ้วมือบนกระดาษหนังสือแบบเรียนไวยกรณ์ภาษาฝรั่งเศส ซึ่งกระดาษบางแผ่นไม่ได้ถูกสัมผัสมาเป็นเวลา 12 ปี พบว่ายังสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ (Nature 1954 : 449-450)

ในประเทศไทย ภัทรรัตน์ หอมกระจ่าง ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวทำละลายที่เหมาะสมกับนินไฮดริน โดยเปรียบเทียบผลของลายนิ้วแฝงที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษชนิดต่างๆ เช่น กระดาษ A4 สีขาว กระดาษหนังสือพิมพ์ ซองใส่เอกสารสีน้ำตาลโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ

อะซิโตน เอทธิลแอลกอฮอลล์ และปิโตเลียมอีเธอร์ พบว่าสารละลายนินไฮดรินที่ใช้ปิโตเลียมอีเธอร์เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด เพราะไม่ทำให้หมึกจากลายมือเขียนละลาย (Homkrajang 2005)

7.5 Silver Nitrate

เป็นวิธีทางเคมีที่ใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุที่เป็นรูพรุนและพื้นผิวกึ่งรูพรุน ซิลเวอร์ไนเตรตทำปฏิกิริยากับเกลือของสารประกอบจากลายนิ้วมือแฝง เทคนิคนี้ใช้ได้กับลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นใหม่ (ไม่เกิน 2 สัปดาห์) นี่เป็นข้อจำกัดของมัน แต่โดยทั่วไปแล้ววิธีนี้เหมาะสมกับลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นใหม่บนพื้นผิวบางชนิด เช่นไม้ที่ไม่เคลือบเงา

ซิลเวอร์ไนเตรต สามารถใช้ตรวจหาลายนิ้วมือแฝงร่วมกับวิธีอื่นได้ คือ ใช้วิธีนี้หลังจากตรวจหาด้วย DFO หรือนินไฮดริน

7.6 Gentian Violet

Gentian Violet ซึ่งยึดติดกับสารประกอบจากลายนิ้วมือแฝง ลายนิ้วมือแฝงจะปรากฏขึ้นเป็นสีม่วงเข้ม ใช้สำหรับตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่ด้านเหนียวของเทปกาว

7.7 Sticky-Side Powder

ใช้สำหรับตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่ด้านเหนียวของเทปกาว โดยใช้ผสมกับน้ำและ Photo-Flo ทาลงบนด้านเหนียวของเทปกาว ทิ้งไว้ประมาณ 20-30 นาที จากนั้นล้างออกด้วยน้ำ ลายนิ้วมือแฝงจะปรากฏขึ้นชัดเจน

7.8 Super Glue or Cyanoacrylate adhesive

cyanoacrylate ให้ควันสีขาว ซึ่งทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนและน้ำในลายนิ้วมือแฝง ลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นจะมีสีขาว ช่วยในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่เรียบไม่มีรูพรุน เช่น ถุงพลาสติก หรือ วัตถุผิวไม่เรียบ เช่น กระเป๋าหนัง ใบไม้ การรมควัน Super Glue จะทำในภาชนะปิด อาจเป็นตู้กระจกหรือตู้พลาสติกก็ได้ โดยนำวัตถุพยานไว้ในตู้รมควันที่มี Super Glue ใส่ไว้ในภาชนะทิ้งไว้จนกระทั่งปรากฏลายเส้นสีขาวของลายนิ้วมือ แต่ต้องระวังอย่าให้นานเกินไปเพราะจะทำให้ลายนิ้วมือทำปฏิกิริยานานเกินไปทำให้ลายเส้นที่ได้เปรอะเปื้อน ลายเส้นไม่คมชัด จากนั้นทำการถ่ายภาพเก็บไว้ อาจใช้ผงฝุ่นปัดซ้ำเพื่อลอกเก็บอีกครั้งหนึ่งก็ได้

7.9 Physical Developer

เป็นของเหลวที่มีส่วนประกอบของโลหะเงิน (Silver) เป็นหลัก ซึ่งจะยึดติดกับตะกอนของสารประกอบจากลายนิ้วมือแฝง ลายนิ้วมือแฝงจะปรากฏขึ้นเป็นสีเทาของเงิน ใช้ได้กับกระดาษหรือพื้นผิวที่เป็นรูพรุนอื่นๆ โดยใช้หลังจากใช้ DFO หรือนินไฮดริน สามารถใช้ได้ดีกับกระดาษที่เปียก

7.10 Small Particle Reagent (SPR)

ประกอบด้วยสารแขวนลอยขนาดเล็กของผง molybdenum dislphid ซึ่งยึดติดกับส่วนประกอบของไขมันในลายนิ้วมือ ทำให้ลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นเป็นสีเทาเข้ม ใช้ตรวจหาลายนิ้วมือได้ดีมากบนพื้นผิววัตถุกึ่งรูพรุนและพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุนที่เปียก

7.11 Multimetal Deposition (MMD)

เป็นเทคนิคที่คิดค้นโดย Saunders และเพื่อนร่วมงาน และมีรายงานไว้ในเดือนกรกฎาคม ปี 1989 เทคนิคนี้มี2 ขั้นตอนโดยผสมผสานเทคนิค Physical Developer และ เทคนิค Small Particle Reagent โดยขั้นตอนแรก ใช้ colloidal gold ที่มีค่าpH 2.5-3.9 ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนและ โปรตีนในลายนิ้วมือ จากนั้นใช้ โลหะเงิน (Silver) ที่มีอนุภาคเล็กเกาะบนอนุภาคของทองระดับนาโนบนลายนิ้วมือที่เกิดขึ้นในขั้นตอนแรก ซึ่งขั้นตอนที่2 อาศัยหลักการของเทคนิค physical developer

เทคนิคนี้ใช้ได้กับพื้นผิววัตถุทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุน พื้นผิวกึ่งรูพรุน พื้นผิวที่เป็นรูพรุน พื้นผิววัตถุที่แห้งหรือเปียก และยังสามารถใช้เทคนิคนี้หลังจากใช้เทคนิคอื่น เช่นนินไฮดริน (แต่ต้องไม่ใช้นินไฮดรินร่วมกับเทคนิค metal salt post-treatment) หรือเทคนิค cyanoacrylate (Stoilovic and Lennard 2006 :103-108)

8. กระดาษ

8.1 ความหมายและความเป็นมาของกระดาษ

กระดาษหมายถึงวัตถุแผ่นบาง ๆ ทำมาจากใยเปลือกไม้ ฟาง เศษผ้า และอาจมีส่วนผสมอย่างอื่นเพื่อช่วยให้คุณสมบัติของกระดาษดีขึ้น

ประวัติของกระดาษเริ่มเมื่อประมาณ 5,000 ปีมาแล้ว ชาวอียิปต์โบราณได้คิดค้นวิธีการทำกระดาษได้สำเร็จ โดยนำต้นกกชนิดหนึ่งขึ้นตามริมฝั่งแม่น้ำไนล์ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “ไซเปอรัส ปาไปรัส (Cyperus papyrus)” มาตัดให้ได้ขนาด เสร็จแล้วลอกเปลือกออก วางเป็นแนวสานขัดเข้าด้วยกันแล้วจึงนำไปแช่ในน้ำจนนิ่ม ทุบให้ส่วนที่สานกันอยู่ให้แบนเป็นแผ่นติดกัน ตากให้แห้ง สุดท้ายใช้หินขัดผิวให้เรียบ จึงนำมาใช้เขียนหนังสือ กระดาษที่ได้ถูกเรียกตามต้นกกว่า“ปาไปรัส”

สมัยของกรีกและโรมัน ได้มีการนำหนังสัตว์มาใช้จารึกหนังสือกันอย่างแพร่หลาย ผู้ที่มีส่วนสำคัญในการคิดค้นการทำกระดาษจนเป็นที่นิยมและเป็นหลักในการพัฒนาจนถึงปัจจุบันกลับเป็นชาวจีน ประมาณปี ค.ศ. 105 ชาวจีน ผู้หนึ่งมีชื่อว่า ไจ่หลุน ได้นำเศษผ้าขี้ริ้วเก่า เศษไม้มาต้มกับน้ำและทุบจนเปื่อยอยู่ในน้ำเป็นเยื่อกระดาษ นำน้ำเยื่อดังกล่าวมาเทลงบนตะแกรงผ้าแล้วเกลี่ยให้ทั่ว ส่วนของน้ำจะซึมผ่านตะแกรงเหลือแต่เยื่อกระดาษที่ยังเปียกอยู่ เมื่อนำไปตากแดดให้

แห้งก็สามารถลอกและนำมาใช้เขียนได้ ไจ่หลุนได้คิดค้นวิธีการทำกระดาษให้ดีขึ้น โดยใช้ตะแกรงจุ่มลงในอ่างที่มีน้ำเยื่ออยู่ แล้วค่อย ๆ ช้อนเอาเยื่อกระดาษขึ้นมาก่อนจะนำไปตากแห้งและใช้งาน วิธีนี้ทำให้กระดาษที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอขึ้น กระดาษที่ได้จากการทำด้วยวิธีของไจ่หลุนจะมีความเหนียวขึ้นกว่าวิธีของชาวอียิปต์เนื่องจากการเรียงตัวของเส้นใยต่าง ๆ ไม่เป็นระเบียบ กระดาษเริ่มมีการใช้อย่างแพร่หลายขึ้นจากจีนไปยังเกาหลี ญี่ปุ่น อาหรับ ยุโรป และอเมริกา

กรรมวิธีการผลิตกระดาษจากจีนได้รับการพัฒนาเรื่อยมา จนมีการนำเครื่องจักรมาช่วยในการผลิต โดยในปี ค.ศ. 1490 ได้มีการตั้งโรงงานผลิตกระดาษขึ้นที่เมือง เฮอฟอร์ดชายร์ (Herfordshire) ประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1798 ชาวฝรั่งเศส ชื่อ เอ็ม ดิโดต์ (M. Didot) ได้ประดิษฐ์เครื่องจักรผลิตกระดาษแบบอัตโนมัติเครื่องแรก ในปี ค.ศ. 1807 พี่น้องตระกูลโฟร์ดริเนียร์ (Fourdrinier) และทีมงานได้สร้างเครื่องจักรผลิตกระดาษม้วนได้สำเร็จ และได้เป็นต้นแบบสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษในปัจจุบัน

สำหรับเยื่อกระดาษซึ่งเดิมทีใช้เศษผ้ามาเป็นวัตถุดิบ เมื่อมีความต้องการกระดาษมากขึ้น เศษผ้าเริ่มขาดแคลน จึงมีการทดลองใช้วัสดุอื่นมาเพื่อแทน เช่น ปอ ซังข้าวโพด อ้อย ไผ่ เปลือกไม้ เนื้อไม้ จนพบว่าเยื่อที่ทำจากเนื้อไม้ยืนต้นเหมาะที่จะนำมาทำกระดาษที่สุด การผลิตกระดาษในปัจจุบันมีการใช้เยื่อไม้หลายชนิดเข้าด้วยกัน เยื่อใยยาวมักจะได้มาจากต้นสนซึ่งจะช่วยเรื่องความเหนียวของกระดาษ เยื่อใยสั้นอาจจะใช้เยื่อของต้นยูคาลิตัส โดยนำเนื้อไม้มาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปบดหรือย่อย ฟอกจนเป็นน้ำเยื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตกระดาษต่อไป

ในปัจจุบันมีผลิตกระดาษหลายหลากชนิดเพื่อนำไปใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันนอกจากจะใช้เพื่อการเขียน เช่นเพื่อนำไปใช้ทำบรรจุภัณฑ์ วัสดุก่อสร้าง (ฝ้า ผนัง) ใช้ในการพิมพ์ ทำปกหนังสือ หรือแม้กระทั่งใช้เป็นกระดาษสุขภัณฑ์

8.2 องค์ประกอบของกระดาษ

องค์ประกอบของกระดาษแบ่งออกเป็น 2 จำพวกคือองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยและองค์ประกอบที่ไม่เป็นเส้นใย

8.2.1 องค์ประกอบที่เป็นเส้นใย

กระดาษทั่วไปจะมีเส้นใยสั้นผสมอยู่ประมาณร้อยละ 70-95 ของน้ำหนักกระดาษ ปริมาณเส้นใยที่มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยที่ต้องการผลิต เส้นใยนี้จะได้จากพืชชนิดต่างๆ เช่น ไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้ออ่อน และพืชล้มลุก ส่วนเส้นใยหรือที่เรียกทั่วไปว่าเยื่อ แบ่งออกเป็นเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น (AdvanceAgro 2008)

กระดาษสามารถยึดตัวเป็นแผ่นได้เกิดจากเส้นใยเป็นจำนวนมากสานกันอย่างไม่เป็นระเบียบ เส้นใยดังกล่าวโดยทั่วไปจะใช้เส้นใยจากธรรมชาติจากพืช(fibrous raw materials)

อาจมีการใช้เส้นใยจากสัตว์หรือจากแร่ก็ได้ นอกจานี้ยังมีการใช้เส้นใยสังเคราะห์ เช่นพวกพอลิอาไมด์ (Polyamide) ซึ่งช่วยทดแทนการใช้เส้นใยจากธรรมชาติ และเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรได้คุ้มค่าประกอบกับการลดต้นทุนของกระดาษ ได้มีการนำกระดาษใช้แล้วมาใช้ในการผลิตกระดาษอีกครั้งหนึ่ง เยื่อที่ได้จากกระดาษที่ใช้แล้วจะมีความขาวและความแข็งแรงต่ำลงเนื่องจากต้องผ่านขบวนการขจัดสิ่งที่ปนเปื้อนมาด้วย

เส้นใยจากพืช (fibrous raw materials) ที่เป็นตัวหลักของกระดาษทำมาจาก 2 แหล่ง คือ

ไม้เนื้ออ่อน(softwood,coniferous)เป็นไม้ประเภทสน ลักษณะใบเหมือนเข็ม ไม่ผลัดใบมีมากในประเทศแถบหนาว ตัวอย่างเช่น pine,spruce,fir,hemlock หรือไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ซึ่งมีเส้นใยยาว (3-5 mm.)จึงเรียกเยื่อกระดาษจากไม้ชนิดนี้ว่าเยื่อใยยาว ช่วยให้กระดาษมีความแข็งแรงและเหนียว

ไม้เนื้อแข็ง (hardwood ,deciduous) เป็นไม้ผลัดใบ ใบกว้าง เนื้อไม้แข็งเหมาะนำไปทำเฟอร์นิเจอร์ ไม้ยืนต้นในประเทศเขตร้อนส่วนใหญ่เป็นไม้จำพวกนี้ ไม้เนื้อแข็งในประเทศแถบหนาวเช่น ต้นโอ๊ก ต้นเมเปิล หรือ ต้นแอซเพ็น (aspen) เส้นใยที่ได้จะสั้น(1-2 มม.) เรียกเยื่อกระดาษจากไม้นี้ว่าเยื่อใยสั้น เส้นใยที่สั้นกว่านี้ช่วยทำให้ผิวกระดาษเรียบและทึบแสงมากขึ้น

กระดาษที่ใช้โดยทั่วไปมักมีเยื่อใยผสมของทั้งเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น เนื่องจากเยื่อใยยาวทำให้กระดาษแข็งแรงกว่า แต่เนื้อจะไม่ค่อยสม่ำเสมอ การเติมเยื่อใยสั้นจะทำให้กระดาษมีผิวหน้าที่เรียบขึ้น ในประเทศไทยไม่มีการผลิตเยื่อใยยาว จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อมาผสมเยื่อใยสั้นที่ได้จากต้นยูคาลิปตัส นอกจากนี้ยังมีเยื่อที่ไม่ใช่ไม้(non-wood fibers)เช่น ต้นกก ปอ กระเจา อ้อย ฝ้าย ไผ่ ฟางข้าวมาใช้ทำเยื่อกระดาษด้วย

เส้นใย(Tracheidหรือ Fiber) มีลักษณะเป็นท่อกลวง ยาว หัวท้ายปิด ผนังด้านข้างมีรูเล็กๆอยู่เป็นแนว ในไม้เส้นใยแต่ละเส้นจะเกาะอยู่รวมกันเชื่อมด้วยวัสดุเสมือนกาว ซึ่งในการนำเส้นใยไปทำกระดาษเราจะต้องแยกเส้นใยออกจากกันเสียก่อน

เส้นใยจะประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสมาเรียงต่อกันเป็นพอลิเมอร์ กับเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างโมเลกุลของกลูโคสและน้ำตาลอื่น ๆ เช่น แมนโนส (Mannose) ฟูโคส (Fucose) ไซโลส (Xylose) มาต่อกัน นอกจากนี้เส้นใยยังมีส่วนที่เป็นลิกนิน (Lignin)ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมเส้นใยให้อยู่ด้วยกัน ลิกนินประกอบด้วยphenyl propaneหลาย unit มาเชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้าง 3 มิติ เป็นตัวที่ทำให้กระดาษเหลือง เนื่องจากเป็น Chromophore เมื่อทำปฏิกิริยากับความร้อนหรือแสงจะให้สีน้ำตาล ในขบวนการผลิตกระดาษ

ลิกนินจะถูกขจัดออกจากเยื่อกระดาษ หากมีลิกนินหลงเหลืออยู่ในกระดาษ จะทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อได้รับแสงและ สารสกัด(Extractives) อื่นๆ ได้แก่ resin acids, fatty acids, turpenoid และแอลกอฮอลล์

8.2.2 องค์ประกอบที่ไม่ใช่เส้นใย

องค์ประกอบที่ไม่ใช่เส้นใยจะเป็นสารเติมแต่งหรือแอดดิทีฟ (Additives) ที่เติมเข้าไประหว่างการผลิตกระดาษเพื่อช่วยให้กระดาษที่ได้ออกมามีคุณสมบัติเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการได้ดียิ่งขึ้น สารเติมแต่งมีมากมายแล้วแต่กรรมวิธีการผลิตของแต่ละโรงงาน แต่ที่ใช้กันมากมีดังนี้

1. ฟิลเลอร์ (Filler)ใช้เพื่อให้กระดาษมีความขาวขึ้นเรียบขึ้น ทึบแสงมากขึ้น รับหมึกดีขึ้น ตลอดจนลดการซึมผ่านของหมึกพิมพ์ สารที่ใช้เติมเข้าไปมี ปูนขาว ดินเหนียว ผงสี จำพวกแร่ไททาเนียมไดออกไซด์ เป็นต้น สารเหล่านี้ยังช่วยทำให้น้ำหนักกระดาษมากขึ้นเป็นการลดต้นทุนในการใช้เยื่อกระดาษได้

2. สารยึดติด (Adhesive) เป็นสารที่ช่วยให้เส้นใยและส่วนผสมอื่น ๆ ยึดติดกันได้ดี อีกทั้งช่วยให้ผิวหน้ายึดติดกับเนื้อกระดาษ สารยึดติดมีทั้งสารที่ทำมาจากธรรมชาติ เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมัน โปรตีนที่มีอยู่ในนม และสารที่สังเคราะห์ขึ้น เช่น อาคริลิก (Acrylic) สารจำพวกโพลิไวนิล (Polyvinyl) เป็นต้น

3. สารกันซึม (Sizing Agent) เป็นสารที่ใช้เติมลงในน้ำเยื่อเพื่อช่วยลดการซึมของของเหลวเข้าไปในเนื้อกระดาษ เพิ่มสมบัติความต้านน้ำของกระดาษ เส้นใยมีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสซึ่งชอบน้ำ ดังนั้นหากไม่สารกันซึมกระดาษจะสามารถดูดซึมน้ำได้ดีมากเช่นกระดาษชำระ กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ด้วยระบบออฟเซ็ทจำเป็นต้องเติมสารประเภทนี้ สารกันซึมที่ใช้มีทั้งสารที่ทำจากธรรมชาติและสารที่สังเคราะห์ขึ้น

4. สารเพิ่มความแข็งแรงของผิว (Surface Sizing) เป็นสารที่ถูกเคลือบบนผิวกระดาษในขั้นตอนการผลิตที่กระดาษที่เป็นแผ่นแล้ว เพื่อช่วยให้เส้นใยที่ผิวมีการยึดเกาะกับเส้นใยชั้นถัดลงไปได้ดีขึ้น ทำให้ผิวมีความแข็งแรงทนต่อการขูดขีด แรงดึง แรงกดทะลุ การถอนของผิว สารเพิ่มความแข็งแรงของผิวที่ใช้กันมากและราคาไม่สูงคือ แป้งอย่างละเอียด (Starch)

5. สารให้สี (Dyes and Coloring Agents) เราใส่สีย้อม(dyes)ลงในกระดาษเพื่อให้สี ในกรณีที่ผลิตกระดาษสี เรียกว่าเป็น coloring agentsและปรับเฉดสี ในกรณีที่ผลิตกระดาษขาว เรียกว่าเป็น tinting agents หรือ tinting dyes

8.3 กระบวนการผลิตกระดาษ

การผลิตเยื่อกระดาษ (pulping) หมายถึง กระบวนการใดๆที่ทำให้เส้นใยในไม้ หรือ fibrous raw material อื่นๆ แยกตัวออกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ

เยื่อกระดาษ(pulp) หมายถึง เส้นใยจากไม้ หรือ fibrous raw material อื่นๆ ที่ผ่านการ pulping จนมีสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปทำกระดาษ

กระบวนการผลิตกระดาษในปัจจุบันเป็นอุตสาหกรรมใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่มีผลผลิตมากและมีประสิทธิภาพการผลิตสูง แต่ก็ยังมีโรงงานขนาดกลางและย่อมที่ผลิตกระดาษเฉพาะอย่าง

กระบวนการผลิตกระดาษในเชิงอุตสาหกรรมแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ 1.ขั้นตอนการทำเยื่อกระดาษ 2. ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ 3. ขั้นตอนการทำแผ่น 4. ขั้นตอนการตกแต่งผิว

8.3.1 ขั้นตอนการทำเยื่อกระดาษ (Pulping)

การทำเยื่อกระดาษเริ่มจากการนำไม้มาตัดเป็นท่อนๆ ลอกเปลือกไม้ออก ทำความสะอาดแล้วสับเป็นชิ้นเล็กๆ สามารถทำเยื่อกระดาษได้ 3 ประเภท คือ

1. เยื่อเชิงกลหรือเยื่อบด (Mechanical Pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยใช้พลังงานกลโดยนำชิ้นไม้ไปบดด้วยหินบดหรือจานบด เยื่อที่ได้จะมีลักษณะไม่สมบูรณ์ สั้นและขาดเป็นท่อนทำให้กระดาษที่ได้มาไม่แข็งแรง อีกทั้งยังมีสารลิกนินคงเหลืออยู่ซึ่งเป็นสารที่ทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อได้รับแสง กระดาษที่ได้จากกรรมวิธีนี้มีความทึบสูงดูดความชื้นได้ดี มีราคาถูก แต่ไม่แข็งแรงและดูเก่าเร็ว มักจะนำไปใช้ทำสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือพิมพ์ สมุดโทรศัพท์หรือ catalogและสามารถนำไปเคลือบเพื่อใช้พิมพ์นิตยสารหรือแผ่นพับใบปลิว

เพื่อพัฒนาเยื่อบดให้ดีขึ้น ได้มีการนำชิ้นไม้ไปอบด้วยความร้อนก่อนนำไปบดเพื่อให้เยื่อไม้ กับลิกนินแยกออกจากกันได้ง่าย คุณภาพกระดาษที่ได้ก็จะดีขึ้น

2. เยื่อเคมี (Chemical Pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยใช้สารเคมีและความร้อนในการแยกเยื่อและขจัดลิกนิน เยื่อกระดาษที่ได้จากวิธีการนี้มีความสมบูรณ์กว่าเยื่อบด แต่ได้ผลผลิตที่ต่ำกว่า ราคาก็สูงกว่า เมื่อเทียบกับMechanical Pulpแล้ว เยื่อที่ได้จากChemical Pulp จะขาวกว่าและแข็งแรงกว่า เนื่องจากลิกนินส่วนใหญ่ถูกกำจัดออกไปและเส้นใยไม่ถูกทำลายหรือทำให้สั้นด้วยแรงบด นอกจากนี้การที่มีลิกนินอยู่น้อยทำให้เซลลูโลสสามารถสร้างพันธะระหว่างกันได้ดีขึ้น กระดาษที่ทำจาก Chemical Pulp จึงแข็งแรงกว่า กระดาษที่ทำจาก Chemical Pulpล้วนๆเรียกว่ากระดาษ wood-free ซึ่งอาจแปลได้ว่า”wood-free from mechanical content” หรือ”groundwood free” นิยมใช้ทำกระดาษพิมพ์เขียน กระดาษถ่ายเอกสาร

เยื่อเคมีที่ได้จากการใช้สารซัลเฟต ซึ่งเรียกว่าเยื่อซัลเฟต (Sulfate Pulp) จะเป็นเยื่อที่เหนียวมีสีคล้ำอมน้ำตาล มักจะนำไปใช้ทำกระดาษเหนียว (Kraft Paper) สำหรับทำถุงและบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ส่วนเยื่อเคมีที่ได้จากการใช้สารซัลไฟต์ ซึ่งเรียกว่าเยื่อซัลไฟต์ (Sulfite Pulp) จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเยื่อซัลเฟต นิยมนำไปฟอกให้ขาวเพื่อใช้เป็นกระดาษสำหรับเขียนและกระดาษเพื่อใช้ในงานพิมพ์

3. เยื่อกึ่งเคมี (Semi-chemical Pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยนำไม้ชิ้นมาต้มในสารเคมีเพื่อให้เยื่อแยกออกจากกันง่ายขึ้นและเพื่อละลายลิกนิน เสร็จแล้วจึงนำมาบดด้วยจานบด กรรมวิธีนี้ทำให้ได้เยื่อที่มีคุณภาพดีกว่าเยื่อบดและได้ผลผลิตมากกว่าเยื่อเคมี เยื่อกึ่งเคมีมักนำไปใช้ในการผลิตกระดาษสำหรับบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้ยังมีการทำเยื่อจากกระดาษใช้แล้ว โดยนำมาปั่นเพื่อให้เยื่อกระจายออกจากกันและมีการผ่านขบวนการขจัดสิ่งที่ติดกระดาษมาด้วยเช่น หมึก กาว เยื่อที่ได้นี้จะไม่สมบูรณ์ สั้น เส้นใยขาด จึงไม่มีความแข็งแรง การผลิตกระดาษจึงมักนำเยื่อบริสุทธิ์มาผสม เนื่องจากมีสารปนเปื้อนตกค้างไม่สามารถกำจัดได้หมด เยื่อจากกระดาษเก่ามักนำไปใช้ทำกระดาษหนา กระดาษกล่อง และมักจะมีสีคล้ำ

เยื่อที่ผ่านขั้นตอนการผลิตข้างต้น หากต้องการนำไปผลิตกระดาษที่มีเนื้อสีขาวก็จะนำไปผ่านขบวนการฟอกเพื่อกำจัดลิกนินออก เยื่อที่ได้ด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ จะต้องผ่านการเตรียมน้ำเยื่อก่อนที่จะนำไปทำแผ่นกระดาษ

8.3.2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อ (Stock Preparation)

การเตรียมน้ำเยื่อ เป็นการทำให้เยื่อกระจายตัวและเติมส่วนผสมให้เหมาะกับการทำกระดาษประเภทที่ต้องการ การเตรียมน้ำเยื่ออาจมีการนำเยื่อไม้มากกว่า 1 ชนิดมาผสมเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมต้นทุนให้เหมาะสมและเพิ่มสมบัติบางประการให้กับกระดาษที่จะผลิต การเตรียมน้ำเยื่อเริ่มจากการตีเยื่อให้กระจายอย่างสม่ำเสมอในน้ำเยื่อไม่จับเป็นก้อน เสร็จแล้วนำไปบดให้เส้นใยแตกเป็นขลุยเพื่อช่วยการเกาะยึดระหว่างกันดีขึ้น จากนั้นก็นำสารปรับแต่งต่าง ๆเพื่อเพิ่มสมบัติของกระดาษตามที่ต้องการพร้อมกันนี้จะมีการปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำแผ่น

8.3.3 ขั้นตอนการทำแผ่น (Sheet Formation)

ขั้นตอนนี้เริ่มด้วยการนำน้ำเยื่อลงในถังจ่ายน้ำเยื่อ ซึ่งจะถูกปล่อยลงบนสายพานตะแกรง น้ำส่วนใหญ่จะเล็ดรอดผ่านช่องของตะแกรงเหล่านี้ เยื่อจะเริ่มเป็นรูปร่างกระดาษ สายพานตะแกรงจะพาเยื่อกระดาษเข้าสู่ส่วนที่เป็นลูกกลิ้งเพื่อรีดน้ำที่ยังค้างอยู่ออกให้มากที่สุด พร้อมกับกดทับให้เยื่อประสานติดกัน ต่อจากนั้นกระดาษจะถูกพาไปอบโดยผ่านลูกกลิ้งร้อน

หลาย ๆ ลูกจนเหลือน้ำอยู่น้อยมาก (ประมาณ 4 – 6 % โดยน้ำหนัก)

8.3.4 ขั้นตอนการตกแต่งผิว (Finishing)

กระดาษที่ผ่านการอบแห้งจะถูกนำมาตกแต่งผิวตามที่ต้องการเช่นการขัดผิว (Calendering) การเคลือบผิวให้เรียบเงาหรือด้าน กระดาษที่แล้วเสร็จจะถูกจัดเก็บเป็นม้วนเข้าโกดัง เมื่อมีการออกจำหน่ายก็จะตัดเป็นม้วนเล็กตามหน้ากว้างที่ต้องการ หรือตัดเป็นแผ่น ๆ ตามขนาดที่ต้องการแล้วห่อเป็นรีม ๆละ 500 แผ่น

8.4 สมบัติเชิงโครงสร้างของกระดาษ

สมบัติเชิงโครงสร้างของกระดาษคือลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษที่ปรากฏในกระดาษแต่ละชิ้น สมบัติเชิงโครงสร้างดังกล่าวที่สำคัญมีดังนี้

8.4.1. น้ำหนักพื้นฐาน (Basis Weight) หมายถึง น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยวัดจากกระดาษที่ถูกเก็บไว้ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ การวัดมี 2 ระบบ คือระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบ อิมพีเรียล (Imperila Basis Weight System) กับ ระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบเมตริก (Metric Basis Weight System) สำหรับประเทศไทยเราใช้ระบบหลังคือ ระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบเมตริก ซึ่งเป็นการกำหนดน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษเป็น g/m^2 หรือ เรียกว่า แกรมเมจ (Grammage) ในการสื่อสารกันในวงการพิมพ์มักเรียกสั้น ๆ ว่า กรัม หรือ แกรม

8.4.2. ความหนา (Caliper) หมายถึง ระยะห่างระหว่างผิวกระดาษด้านหนึ่งไปยังผิวกระดาษอีกด้านหนึ่งโดยวัดในแนวตั้งฉากกับผิวกระดาษและวัดในสภาวะและวิธีการตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หน่วยวัดจะเป็นมิลลิเมตร ไมโครเมตร หรือเป็นนิ้ว สำหรับเมืองไทยนิยมใช้เป็นมิลลิเมตร สิ่งที่มีผลทำให้เกิดความหนาของกระดาษที่แตกต่างกันคือ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ เยื่อกระดาษที่นำมาใช้ กรรมวิธีในการทำและบดเยื่อ แรงกดของลูกกลิ้งในขบวนการทำรีดกระดาษระหว่างผลิต ดังนั้น น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษที่เท่ากัน ก็อาจมีความหนาที่ไม่เท่ากันได้

8.4.3. ความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยกระดาษ (Formation) หมายถึง การเปรียบเทียบปริมาณของเส้นใยในบริเวณต่าง ๆ ของกระดาษว่ามีความเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร กระดาษที่มีความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยที่ดี จะทำให้กระดาษเรียบเสมอกันทั้งแผ่นและมีความหนาเท่าเทียมกัน เมื่อนำไปพิมพ์ก็จะได้ภาพพิมพ์ที่ดีไม่กระด้ำกระด่าง

8.4.4. แนวเส้นใย (Grain Direction) หมายถึง แนวการเรียงตัวของเส้นใยกระดาษ ถึงแม้ว่าเส้นใยของกระดาษจะวางตัวไม่เป็นระเบียบ แต่เมื่อดูภาพรวมจะพบว่าการเรียงตัวของเส้นใยส่วนใหญ่จะมีทิศทางไปในแนวเดียวกันและเป็นแนวเดียวกับการไหลของน้ำเยื่อและการเคลื่อนของตะแกรงในเครื่องผลิต ซึ่งเรียกแนวนี้ว่าแนวขนานเครื่อง ส่วนแนวที่ตั้งฉากกับ

แนวขนานเครื่องเรียกว่าแนวขวางเครื่อง จากการศึกษาเรื่องความชื้นกับเส้นใย พบว่าเมื่อความชื้นสูงขึ้น อัตราการขยายตัวด้านกว้างของเส้นใยจะสูงกว่าด้านยาวของเส้นใย ดังนั้นการขยายตัวของกระดาษด้านแนวขวางเครื่องจะสูงกว่าด้านขนานเครื่องเมื่อกระดาษพบกับความชื้นที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่โรงพิมพ์ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้กระดาษให้ถูกแนวเพื่อลดปัญหาการพิมพ์สีเหลื่อม

8.4.5. ความสามารถในการคงขนาด (Dimensional Stability) หมายถึง ความสามารถของกระดาษในการรักษาขนาดทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และความหนาให้คงเดิมเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่ต่างไป เช่นได้รับความชื้นที่เพิ่ม ได้รับแรงกดทับ ความสามารถในการคงขนาดที่ดีช่วยลดปัญหาในการพิมพ์ เช่น ลดปัญหาการพิมพ์สีเหลื่อม

8.4.6. ความพรุน (Porosity) หมายถึงการเปรียบเทียบปริมาณและขนาด ความลึกของหลุมบนกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ความพรุนมากช่วยทำให้อากาศและของเหลวซึมผ่านได้ง่าย ดังนั้นเมื่อกระดาษที่มีความพรุนสูงได้รับหมึกพิมพ์หมึกก็จะซึมลงในหลุม ทำให้หมึกแห้งตัวเร็วแต่ยังผลให้เนื้อสีที่คงเหลืออยู่บนผิวน้อย ภาพพิมพ์จึงดูซีดและไม่คมชัด

8.4.7. ความเรียบ (Smoothness) หมายถึง ระดับความเรียบของผิวกระดาษเทียบกับความเรียบของผิวแก้ว ความเรียบของผิวกระดาษที่ดี ทำให้การรับเม็ดหมึกได้ดีไม่กระจายตัวออก ทำให้เม็ดสกรีนคม ภาพพิมพ์จึงออกมาคมชัดมีแสงเงาที่ดี

8.5 ชนิดของกระดาษ

การจำแนกกระดาษสามารถจัดแบ่งได้หลายวิธี ในที่นี้จะจัดแบ่งชนิดของกระดาษที่ใช้ในวงการพิมพ์ ซึ่งสามารถรวบรวมได้ดังนี้

กระดาษปรู๊ฟ (Newsprint) เป็นกระดาษพิมพ์คุณภาพต่ำ เพราะส่วนใหญ่ทำจากเยื่อไม้บด (Mechanical Pulps) มากกว่า 70% ที่มีส่วนผสมของเยื่อบดที่มีเส้นใยสั้น และมักนำเยื่อจากกระดาษใช้แล้วมาผสมด้วย กระดาษปรู๊ฟมีน้ำหนักเพียง 40 – 52 g/m^2 มีสีอมเหลือง ราคาไม่แพงแต่ความแข็งแรงน้อย แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. กระดาษปรู๊ฟเหลือง ใช้กับสิ่งพิมพ์ประเภทอายุการใช้งานสั้น เช่น หนังสือพิมพ์รายวัน สำเนาใบเสร็จ แผ่นปลิว เป็นต้น ถ้าเก็บไว้นานจะเหลืองเก่าและกรอบ

2. กระดาษปรู๊ฟขาว ใช้กับสิ่งพิมพ์ทั่วไป เช่น เอกสารตำราที่พิมพ์สีเดียว หรือพิมพ์ขาวดำ

3. กระดาษปรู๊ฟมัน ใช้ทำหนังสือหรือเอกสารทางวิชาการที่สามารถเก็บไว้นานๆ สำนักพิมพ์บางแห่งนิยมใช้เพราะต้นทุนต่ำ

กระดาษแบงค์ (Bank Paper) เป็นกระดาษบางไม่เคลือบผิว น้ำหนักไม่เกิน 50 กรัม/ตารางเมตร มีสีให้เลือกหลายสี ใช้สำหรับงานพิมพ์แบบฟอร์มต่าง ๆ ที่มีสำเนาหลายชั้น

กระดาษปอนด์ (Bond Paper) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อเคมีซัลไฟต์ที่ผ่านการฟอกและอาจมีส่วนผสมของเยื่อที่มาจากเศษผ้า มีสีขาว ผิวไม่เรียบ น้ำหนักอยู่ระหว่าง 60 – 100 g/m^2 ใช้สำหรับงานพิมพ์ที่ต้องความสวยงามปานกลาง พิมพ์สีเดียวหรือหลายสีก็ได้

กระดาษอาร์ต (Art Paper) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อเคมี (เยื่อที่ผลิตโดยใช้สารเคมี) และเคลือบผิวให้เรียบด้านเดียวหรือทั้งสองด้าน การเคลือบอาจจะเคลือบมันเงาหรือแบบด้านก็ได้ มีสีขาว น้ำหนักอยู่ระหว่าง 80 – 160 g/m^2 ใช้สำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการความสวยงาม งานพิมพ์สอดสี เช่นแคตตาล็อก โบร์ชัวร์

กระดาษฟอกขาว (Wood free Paper) หรือกระดาษปอนด์ขาว เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อเคมี (เยื่อที่ผลิตโดยใช้สารเคมี) และฟอกให้ขาว เป็นกระดาษที่มีคุณภาพและมีความหนาแน่นสูง การดูดซึมน้อย ใช้สำหรับงานพิมพ์หนังสือ กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษสมุด

กระดาษเหนียว (Kraft Paper) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อซัลเฟต (เยื่อใยยาวที่ผลิตโดยใช้สารซัลเฟต) จึงมีความเหนียวเป็นพิเศษ มีสีเป็นสีน้ำตาล ถ้านำไปฟอกจะได้สีขาว น้ำหนักอยู่ระหว่าง 80 – 180 g/m^2 มักจะเคลือบสารกันซึม เช่น แวกซ์หรือ เรซิ่น ใช้สำหรับทำสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ กระดาษห่อของ ถุงกระดาษ กระดาษเหนียวมีหลายเกรด ดีที่สุดจะเหนียวที่สุดต้องใช้เยื่อคราฟต์ล้วนๆ ถ้าใช้เยื่อผสมความเหนียวจะลดลง

กระดาษการ์ด (Card Board) เป็นกระดาษที่ดูดซึมหมึกได้ดี มีความหนาและแข็งแรง เหมาะสำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน ประกอบด้วยชั้นของกระดาษหลายชั้น ชั้นนอกสองด้านมักเป็นสีขาว แต่ก็มีการ์ดสีต่าง ๆ ให้เลือกใช้ บางชนิดมีผิวเคลือบมันเรียบ ซึ่งเรียกกระดาษอาร์ตการ์ด น้ำหนักกระดาษการ์ดอยู่ระหว่าง 110 – 400 g/m^2 ใช้สำหรับทำปกหนังสือ บรรจุภัณฑ์ที่มีราคา เช่นกล่องเครื่องสำอาง

กระดาษกล่อง (Box Paper) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อบด และมักนำเยื่อจากกระดาษใช้แล้วมาผสม มีสีคล้ำไปทางเทาหรือน้ำตาล ผิวด้านหนึ่งมักจะประกบด้วยชั้นของกระดาษขาวซึ่งอาจมีผิวเคลือบมันหรือไม่ก็ได้เพื่อความสวยงามและพิมพ์ภาพลงไปได้ หากเป็นกระดาษไม่เคลือบ จะเรียก กระดาษกล่องขาว หากเป็นกระดาษเคลือบผิวมัน จะเรียก กระดาษกล่องแป้ง น้ำหนักกระดาษกล่องอยู่ระหว่าง 180 – 600 g/m^2 ใช้สำหรับทำสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ เช่น กล่อง ป้ายแข็ง ฯลฯ

กระดาษแข็ง (Hard Board) เป็นกระดาษหลายชั้นแข็งหนาทำจากเยื่อไม้บดและเยื่อกระดาษเก่า มีผิวขรุขระสีคล้ำ มีคำเรียกกระดาษชนิดนี้อีกว่า กระดาษจั่วปัง น้ำหนักมีตั้งแต่ 430 g/m^2 ขึ้นไป ใช้ทำไส้ในของปกหนังสือ ฐานปฏิทินตั้งโต๊ะ บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ

กระดาษแฟนซี (Fancy Paper) เป็นคำเรียกโดยรวมสำหรับกระดาษที่มีรูปร่างลักษณะของเนื้อและผิวกระดาษที่ต่างจากกระดาษใช้งานทั่วไป บางชนิดมีการผสมเยื่อที่ต่างออกไป บาง

ชนิดมีผิวเป็นลายตามแบบบนลูกกลิ้งหรือตะแกรงที่กดทับในขั้นตอนการผลิต มีสีสันให้เลือกหลากหลาย มีทั้งกระดาษบางและหนา ประโยชน์สำหรับกระดาษชนิดนี้สามารถนำไปใช้แทนกระดาษที่ใช้อยู่ทั่วไป ตั้งแต่นามบัตร หัวจดหมาย ไปจนถึงกล่องบรรจุภัณฑ์

กระดาษพิมพ์ออฟเซตม้วนเคลือบสารกันซึม (web sized offset printing paper WSOP) ทำจากเยื่อไม้บดเป็นส่วนใหญ่ มีสารกันซึมและผิวถูกขัดมันเสมอให้เรียบและมันวาว เหมาะกับการพิมพ์ภาพถ่ายและใช้พิมพ์วารสารและนิตยสาร

กระดาษอื่น ๆ นอกจากกระดาษชนิดต่าง ๆ ที่เอ่ยมาข้างต้นแล้ว ยังมีกระดาษชนิดอื่น ๆ อีก เช่น กระดาษถนอมสายตา กระดาษกันปลอม (Security Paper) กระดาษเอ็นซีอาร์ (Carbonless Paper) กระดาษสังเคราะห์ กระดาษสติ๊กเกอร์ (Supremeprint 2009)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้ร่วมทำการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ผู้ร่วมทำการทดลองทั้งสิ้น 4 คน ดังนี้

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 เป็นเพศชาย อายุ 32 ปี ส่วนสูง 160 cm น้ำหนัก 53 kg ประกอบอาชีพเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ ทำหน้าที่ตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 เป็นเพศหญิง อายุ 26 ปี ส่วนสูง 157 cm น้ำหนัก 71 kg ประกอบอาชีพเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ ทำหน้าที่ตรวจสถานที่เกิดเหตุ

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 เป็นเพศชาย อายุ 28 ปี ส่วนสูง 174 cm น้ำหนัก 78 kg ประกอบอาชีพเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ ทำหน้าที่ตรวจพิสูจน์อาวุธปืน

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 เป็นเพศหญิง อายุ 34 ปี ส่วนสูง 158 cm น้ำหนัก 46 kg ประกอบอาชีพเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ ทำหน้าที่ตรวจพิสูจน์ยาเสพติด

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. กระดาษที่ใช้ในการประทับลายนิ้วมือแฝง แบ่งเป็น 5 ชนิด (ดังภาพที่ 7) คือ
   1.1 กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ความหนา 80 แกรม ของบริษัท แอ๊ดวานซ์ เปเปอร์ จำกัด
   1.2 ซองใส่เอกสารสีขาว ความหนา 100 แกรม ของบริษัท สีทอง 555 จำกัด
   1.3 ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล ความหนา 125 แกรม ของบริษัท สีทอง 555 จำกัด
   1.4 กระดาษสมุด ความหนา 60 แกรม ของห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็น เอ็นแกลลอรี่
   1.5 กระดาษหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ
2. สารละลายนินไฮดริน 0.5% (w/v) ในอะซิโตน
3. แปรงทาสารเคมี ขนาด 1 นิ้ว
4. ถาดใช้สำหรับวางรองกระดาษขณะทาสารละลายนินไฮดริน
5. กรรไกรหรือคัตเตอร์เพื่อใช้ในการตัดกระดาษ
6. ถุงมือและปากคีบ ใช้สำหรับคีบกระดาษ เพื่อป้องกันลายนิ้วมืออื่นๆที่จะเกิดขึ้นขณะสัมผัสกระดาษ

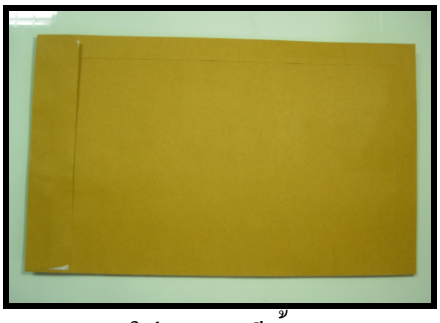
7. กล้องถ่ายรูป ยี่ห้อ Nikon รุ่น coolpix 5200ใช้สำหรับบันทึกภาพลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้น

8. แว่นขยายสำหรับใช้ในการตรวจนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ

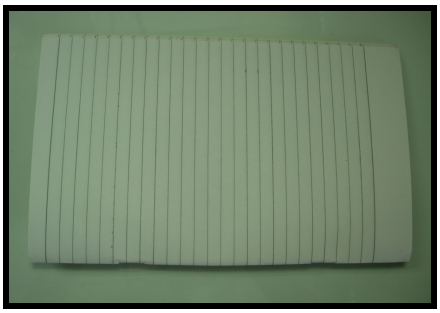
9. ตะกร้า ใช้สำหรับใส่กระดาษที่ประทับลายนิ้วมือแฝงแล้ว

กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว

ซองใส่เอกสารสีขาว



ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล



กระดาษสมุด

กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 7 กระดาษที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการเตรียมการทดลอง

1. วิธีเตรียมกระดาษเพื่อทำการทดลอง

ตีกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 3 cm x 4 cm จำนวน 2 กรอบ ต่อกระดาษที่ใช้ทดลองแต่ละแผ่น เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ใช้ในการประทับลายนิ้วมือซ้าย-ขวา โดยทำการบันทึกชื่อของผู้ร่วมทำการทดลองแต่ละคนและวันที่ทำการประทับลายนิ้วมือไว้ด้านบน

2. การเตรียมสารละลาย

ชั่งนินไฮดริน 0.5 g ละลายลงในอะซีโตน 100 ml คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (กองพิสูจน์หลักฐาน 2538 : 22)

การศึกษาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือ

1. ประทับลายนิ้วมือลงบนกระดาษ

2. ทาสารละลายนินไฮดรินลงบนกระดาษบริเวณที่ประทับลายนิ้วมือ ปล่อยไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

3. นำกระดาษที่ได้จากข้อ 2 มาศึกษาผลของลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นด้วยการวิธีต่างๆ ดังนี้

3.1 ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งในสภาพอากาศปกติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2 ให้ความร้อนที่ 100 °C เป็นเวลา 10 นาที ในเตาอบ (Kunkel et al. 2006 : 17)

3.3 ใช้เตารีดรีดลงบนกระดาษโดยใช้กระดาษแผ่นอื่นรองทับไว้ก่อน

วิธีทำการทดลอง

1. การเก็บลายนิ้วมือแฝงจากผู้ร่วมทำการทดลอง

1.1 การเก็บลายนิ้วมือแฝงจากผู้ร่วมทำการทดลองเพื่อให้ได้จำนวนตัวอย่างตามที่ต้องการไม่สามารถทำได้ภายในวันเดียว ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความแตกต่างอันเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือคนละวัน จึงได้มีการกำหนดเงื่อนไขดังนี้

1.1.1 ทำการเก็บตัวอย่างจากผู้ร่วมทำการทดลองที่ห้องเดิมทุกครั้ง

1.1.2 ทำการเก็บตัวอย่างเวลาประมาณ 15.00 น. ของทุกวันที่เก็บตัวอย่าง

1.1.3 ผู้ร่วมทำการทดลองจะต้องไม่ล้างมือก่อนทำการเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

1.1.4 ในการประทับลายนิ้วมือลงบนกระดาษ ให้ประทับลงในกรอบที่กำหนดไว้

1.2 ผู้วิจัยทำการกดนิ้วมือของผู้ร่วมทำการทดลองลงไปตรงๆบนกระดาษ โดยที่ผู้ร่วมทำการทดลองจะต้องไม่ออกแรงในการกดใดๆเลย จากนั้นดึงมือขึ้นในแนวดิ่งเพื่อป้องกันมิให้นิ้วมือมีการบิดหรือเคลื่อนซึ่งอาจทำให้ลายนิ้วมือแฝงที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไป ทำการประทับไปทีละนิ้ว โดยทำการประทับดังนี้

นิ้วหัวแม่มือซ้าย-ขวา ประทับลงบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว

นิ้วชี้ซ้าย-ขวา ประทับลงบนซองใส่เอกสารสีขาว

นิ้วกลางซ้าย-ขวา ประทับลงบนซองใส่เอกสารสีน้ำตาล

นิ้วนางซ้าย-ขวา ประทับลงบนกระดาษสมุด

นิ้วก้อยซ้าย-ขวา ประทับลงบนกระดาษหนังสือพิมพ์

โดยใช้ระยะเวลาที่นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนางและนิ้วก้อยสัมผัสกับกระดาษในแต่ละครั้งให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด สาเหตุที่ไม่ใช้นิ้วเดียวกันในทุกชนิดกระดาษเนื่องจากต้องการให้เหงื่อจากนิ้วมือที่ประทับลงบนกระดาษแต่ละชนิดอยู่ในสภาวะเดียวกัน หากมีการพิมพ์ซ้ำในนิ้วเดิมจะทำให้เหงื่อที่ได้ในกระดาษแต่ละชนิดไม่เท่ากัน

1.3 นำกระดาษที่ประทับลายนิ้วมือแฝงเรียบร้อยแล้วเก็บใส่ตะกร้าโดยกระดาษแต่ละแผ่นไม่ทับซ้อนกัน เก็บตะกร้าไว้ภายในห้อง ที่อุณหภูมิห้อง

2. การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงตามระยะเวลาต่างๆดังนี้

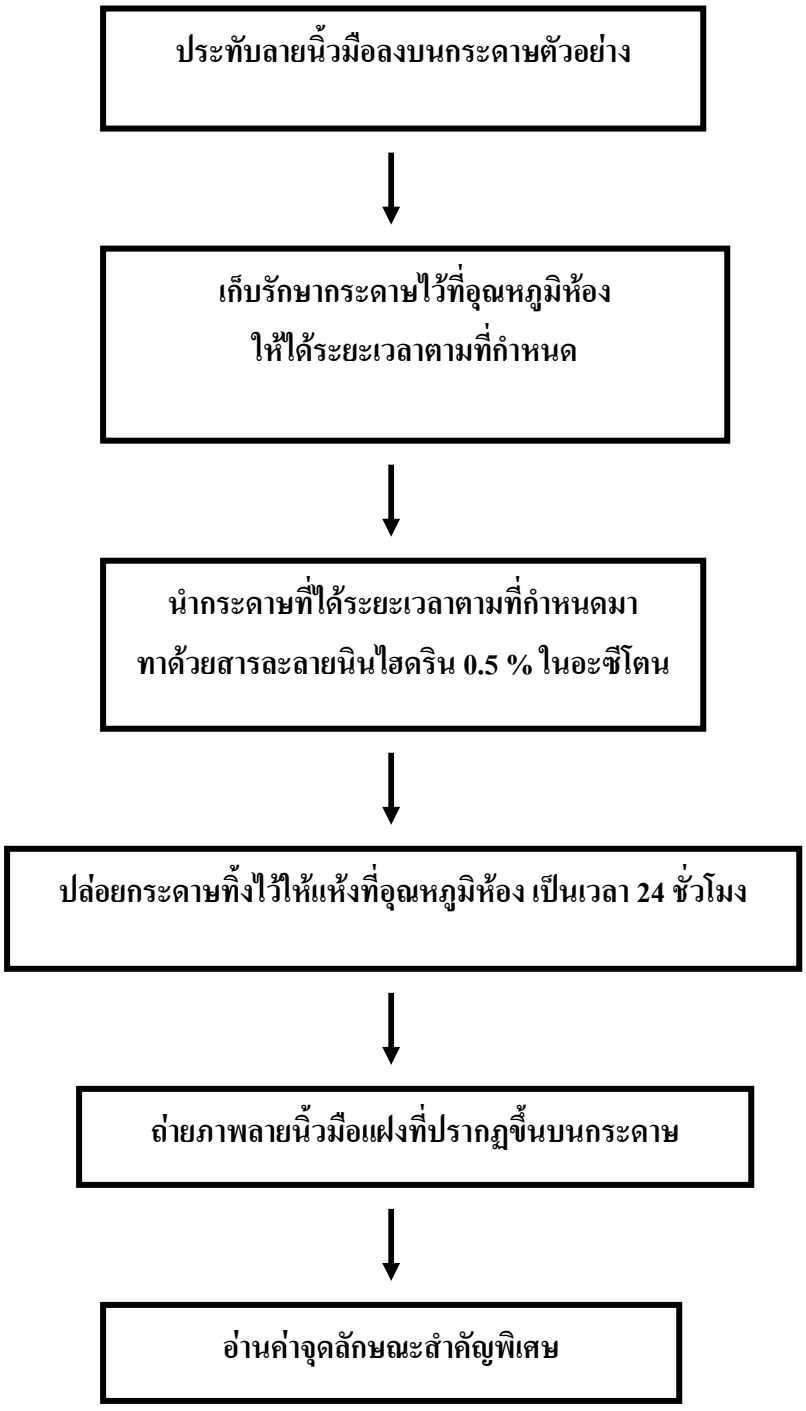
ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงครั้งแรกภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง และตรวจเก็บครั้งต่อไปเมื่อเก็บไว้ครบ 1 สัปดาห์, 2 สัปดาห์ , 3 สัปดาห์, 4 สัปดาห์,.... จนครบ 32 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝง ดังนี้

2.1 เมื่อได้ลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่มีระยะเวลาตามที่กำหนดไว้ ให้นำกระดาษที่ได้วางบนถาด ทาสารละลายนินไฮดรินลงบนกระดาษ บริเวณกรอบที่ประทับลายนิ้วมือแฝงไว้จนครบทุกแผ่น จากนั้นปล่อยให้แห้งในสภาพอากาศปกติ ปล่อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วดูผลลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้น

2.2 ถ่ายภาพผลของลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษ

2.3 ตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงที่ได้แต่ละนิ้ว โดยดูผ่านแว่นขยาย นับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษว่ามีจำนวนเท่าไรและสามารถอ่านจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ตามที่ต้องการหรือไม่ โดยผู้วิจัยกำหนดจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ถ้านิ้วใดสามารถอ่านได้ครบ10 จุด ให้ทำเครื่องหมายบวก (+) บนกระดาษเหนือกรอบสี่เหลี่ยมที่ใช้ประทับลายนิ้วมือ ให้ถือว่าลายนิ้วมือนี้

ตรวจพิสูจน์ได้และถ้านิ้วใดไม่สามารถอ่านได้ครบ10 จุด ให้ทำเครื่องหมายลบ (-) บนกระดาษเหนือกรอบสี่เหลี่ยมที่ใช้ประทับลายนิ้วมือ ให้ถือว่าลายนิ้วมือนี้ตรวจพิสูจน์ไม่ได้



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทดลอง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการศึกษาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือทั้งสิ้น 3 วิธี คือ ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งในสภาพอากาศปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้เตาอบ และใช้เตารีด ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือด้วยวิธีต่างๆ

วิธีที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏ	ลายนิ้วมือที่ปรากฏ
ปล่อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง	ลายเส้นชัดเจน และมีความสมบูรณ์
ใช้เตาอบ	ลายเส้นชัดเจน แต่ยังขาดความสมบูรณ์
ใช้เตารีด	ลายเส้นชัดเจน แต่ยังขาดความสมบูรณ์

จากการศึกษาพบว่าถึงแม้การใช้เตาอบ หรือใช้เตารีดจะช่วยให้ลายนิ้วมือแฝงเกิดขึ้นได้รวดเร็ว แต่ลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นจากการปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งในสภาพอากาศปกติมีความสมบูรณ์ของลายเส้นมากกว่า และวิธีการอื่นต้องใช้อุปกรณ์เพิ่ม ผู้วิจัยจึงเลือกตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่กระดาษด้วยการปล่อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

จากการทดลองเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงจากผู้ร่วมทดลองจำนวน 4 คน เป็นเพศชาย 2 คน เป็นเพศหญิง 2 คน โดยประทับลายนิ้วมือลงบนกระดาษ 5 ชนิด คือ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล กระดาษสมุด และกระดาษหนังสือพิมพ์ ทำการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษที่ประทับลายนิ้วมือไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2552

การอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษ กระทำโดยผู้ชำนาญเพียงคนเดียว ซึ่งเป็นผู้ชำนาญด้านการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบลายพิมพ์นิ้วมือของสำนักนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจ โดยลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้คือลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษแล้วมีลายเส้นที่ชัดเจนเพียงพอที่จะอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด ลายนิ้วมือที่ไม่สามารถตรวจเก็บได้คือลายนิ้วมือแฝงที่ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

จากการทดลองพบว่าลายนิ้วมือที่ไม่สามารถตรวจเก็บได้มีหลายลักษณะ คือ

1.ไม่ปรากฏลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ

2. ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นมีลายเส้นไม่เพียงพอต่อการอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

3. ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นบนกระดาษแต่มีลักษณะเปรอะเปื้อน ไม่ปรากฏให้เห็นเป็นลายเส้น

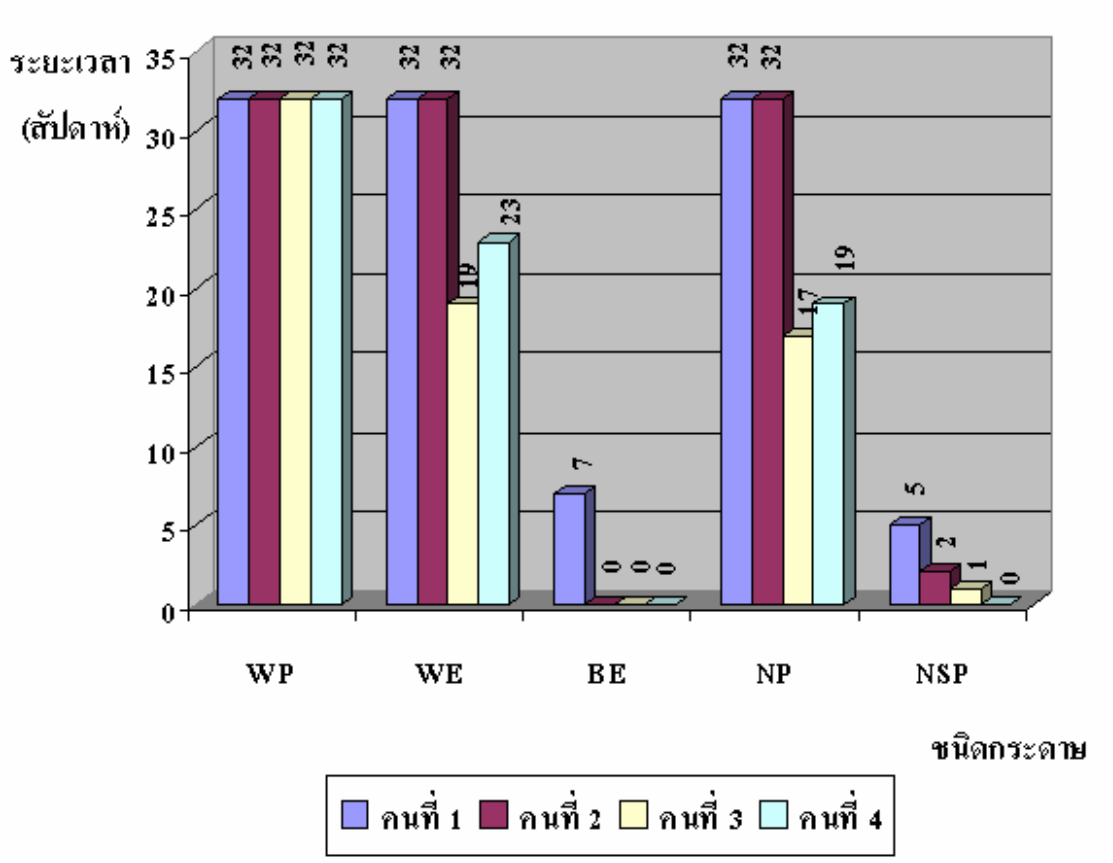
โดยผลการทดลองแสดงการปรากฏของลายนิ้วมือและจำนวนสัปดาห์ที่ตรวจเก็บได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของลายนิ้วมือแฝงในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	ผู้ร่วมทดลอง	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
		หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
1	คนที่1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	คนที่2	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	คนที่3	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
	คนที่4	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-
2	คนที่1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	คนที่2	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	คนที่3	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	คนที่4	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
5	คนที่1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	คนที่2	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
	คนที่3	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
	คนที่4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	คนที่1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	คนที่2	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
	คนที่3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	คนที่4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	คนที่1	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
	คนที่2	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
	คนที่3	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	คนที่4	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
32	คนที่1	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
	คนที่2	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
	คนที่3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	คนที่4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ หมายถึง สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

-หมายถึง ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด



WP แทน กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว

WE แทน ซองใส่เอกสารสีขาว

BE แทน ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล

NP แทน กระดาษสมุด

NSP แทน กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 9 ระยะเวลาที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้บนกระดาษชนิดต่างๆ

จากการทดลองพบว่า บนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาวสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงจากผู้ร่วมทำการทดลองทั้ง 4 คน เป็นระยะเวลานานถึง 32 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาตามขอบเขตงานวิจัย ส่วนกระดาษชนิดอื่นๆ ระยะเวลาสามารถตรวจเก็บได้นั้นแตกต่างกันไปตามชนิดกระดาษและตัวบุคคล ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ในแต่ละชนิดกระดาษ

ชนิดกระดาษ	ผู้ร่วมทดลอง	ระยะเวลาที่ตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้(สัปดาห์)
กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว	1	32
	2	32
	3	32
	4	32
ซองใส่เอกสารสีขาว	1	32
	2	32
	3	19
	4	23
ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล	1	7
	2	0 (ไม่สามารถตรวจเก็บได้)
	3	0 (ไม่สามารถตรวจเก็บได้)
	4	0 (ไม่สามารถตรวจเก็บได้)
กระดาษสมุด	1	32
	2	32
	3	17
	4	19
กระดาษหนังสือพิมพ์	1	5
	2	2
	3	1
	4	0 (ไม่สามารถตรวจเก็บได้)

เมื่อพิจารณาจากคุณภาพของลายนิ้วมือที่ได้จากผู้ร่วมทำการทดลองแต่ละคนพบว่า ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้บนกระดาษทุกชนิด ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ส่วนใหญ่ลายเส้นมีความสมบูรณ์ และคมชัด โดยเฉพาะบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุด ส่วนซองใส่เอกสารสีน้ำตาลกับกระดาษหนังสือพิมพ์ ลายเส้นที่ได้ขาดความสมบูรณ์ ดังภาพที่ 10

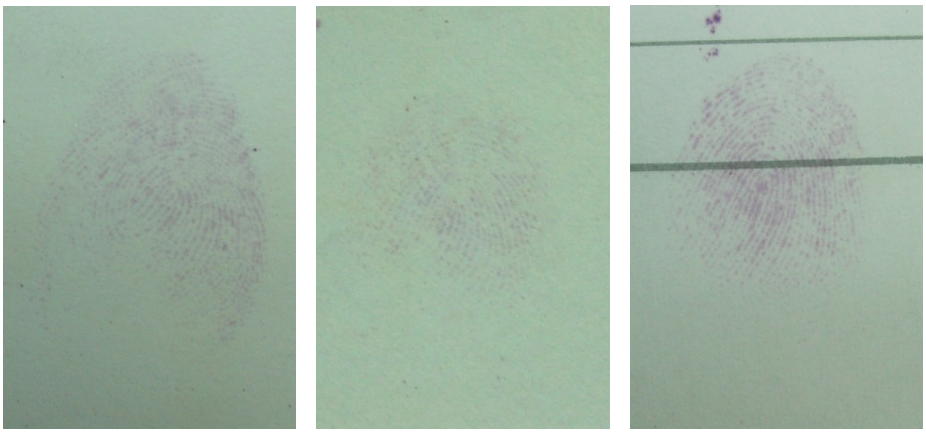
(a) (b) (c)

(d) (e)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 10 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษสัปดาห์ที่ 1

เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบ 32 สัปดาห์ (ระยะเวลาขอบเขตการวิจัย) พบว่าลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ ความสมบูรณ์และความชัดเจนของลายเส้นลดลง ดังภาพที่ 11

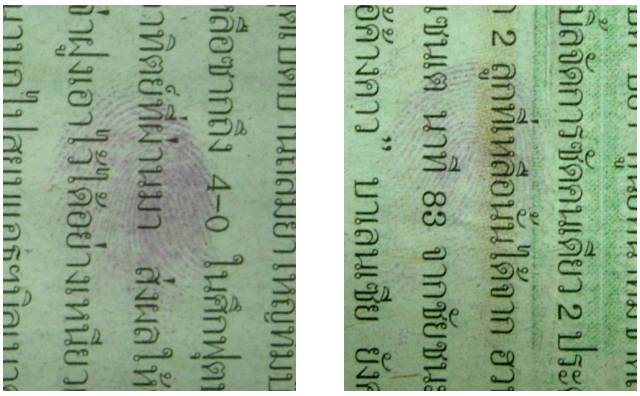


(a) (b) (c)

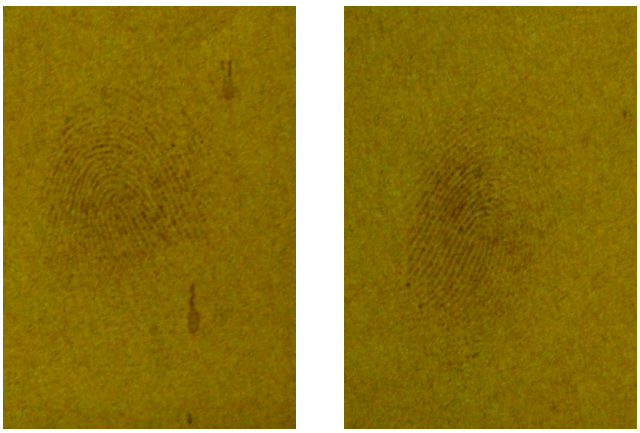
(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด

ภาพที่ 11 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่1 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษสัปดาห์ที่ 32

ส่วนกระดาษหนังสือพิมพ์ สามารถตรวจเก็บได้ถึงสัปดาห์ที่ 5 เท่านั้น (ดังภาพที่ 12) และ ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล สามารถตรวจเก็บได้ถึงสัปดาห์ที่ 7 (ดังภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่1 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหนังสือพิมพ์ สัปดาห์ที่ 5



ภาพที่ 13 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ที่ปรากฏขึ้นบนซองใส่เอกสารสีน้ำตาล สัปดาห์ที่ 7

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ส่วนใหญ่ ลายเส้นชัดเจน แต่ไม่สามารถตรวจเก็บได้บนซองใส่เอการสีน้ำตาล

ลายนิ้วมือที่ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด เป็นไปใน2 ลักษณะ คือลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นมีลักษณะลายเส้นเปรอะเปื้อนไม่คมชัด ไม่สามารถอ่านจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ และ ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นมีลายเส้นไม่เพียงพอ ไม่สามารถอ่านจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

(a) (b) (c)

(d) (e)

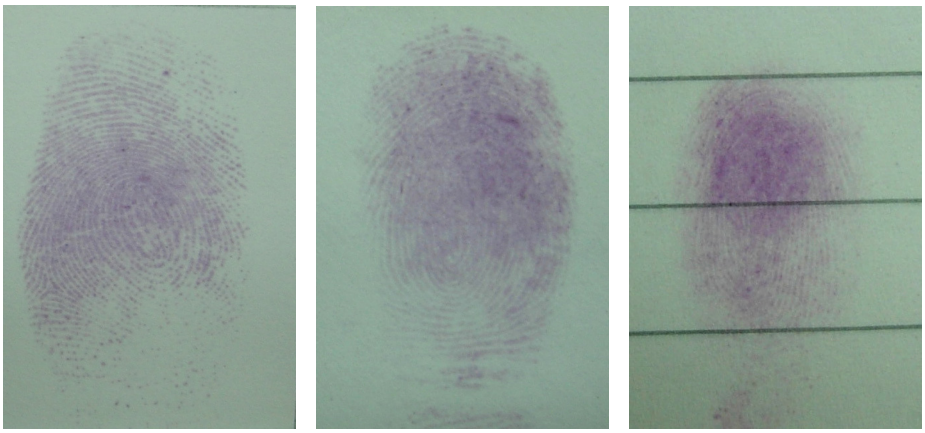
(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่14 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษสัปดาห์ที่ 3

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่า ลายนิ้วมือบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาว และกระดาษสมุด ลายเส้นชัดเจน สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

แต่บนซองใส่เอกสารสีน้ำตาลและกระดาษหนังสือพิมพ์ไม่สามารถอ่านค่าได้ เนื่องจากลายนิ้วมือที่ได้มีลักษณะเปรอะเปื้อน

เมื่อระยะเวลาผ่านไปครบ 32 สัปดาห์ (ระยะเวลาขอบเขตการวิจัย) พบว่าลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ ความสมบูรณ์และความชัดเจนของลายเส้นลดลง ดังภาพที่ 15



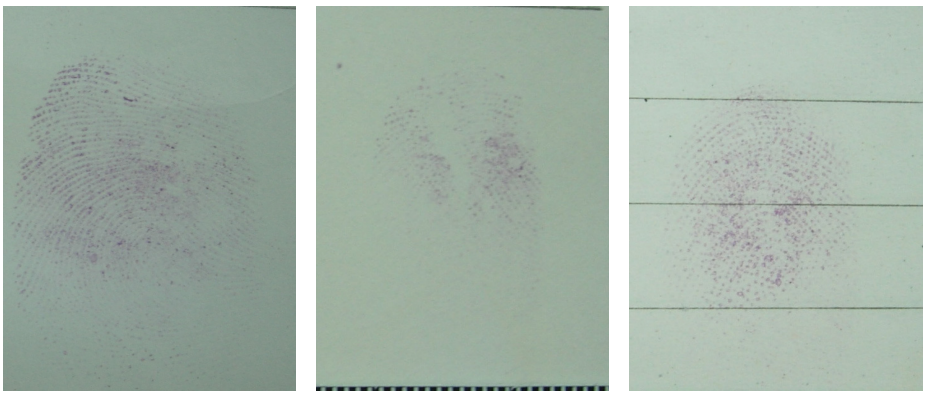
(a) (b) (c)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด

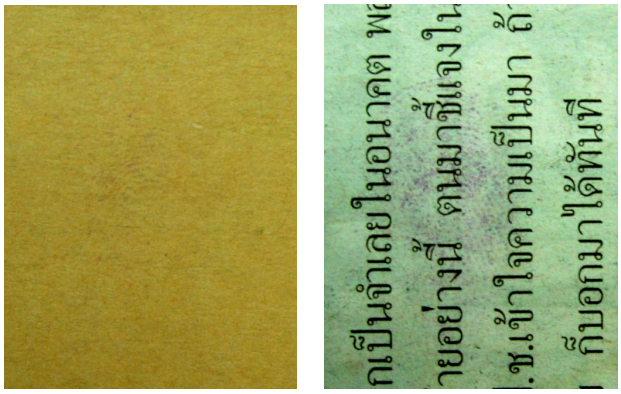
ภาพที่15 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่2 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษสัปดาห์ที่ 32

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ส่วนใหญ่มีลายเส้นไม่สมบูรณ์และไม่ชัดเจน และเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นความชัดเจนของลายนิ้วมือยิ่งลดลง

ลายนิ้วมือที่ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด เป็นไปใน2 ลักษณะ คือมีลายเส้นให้เห็นเพียงเล็กน้อยและไม่ปรากฏลายนิ้วมือขึ้นเลย



a) (b) (c)



(d) (e)

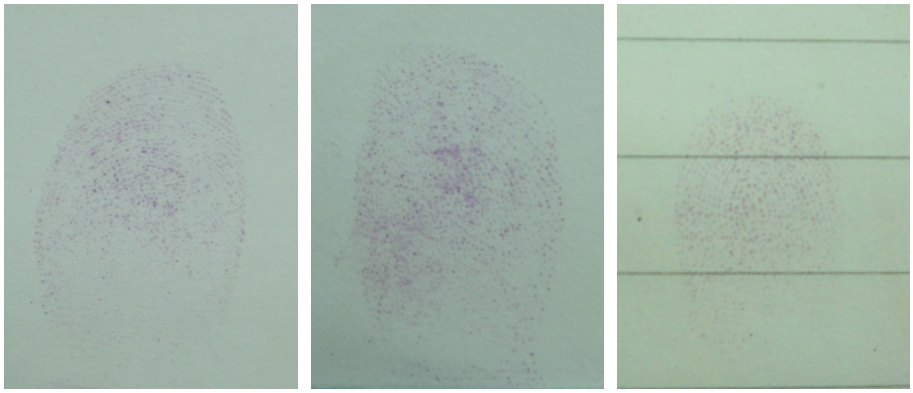
(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 16 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษสัปดาห์ที่ 1

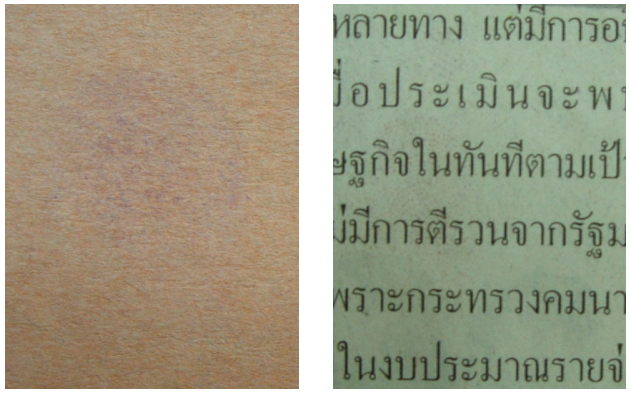
จากภาพที่ 16 จะเห็นได้ว่า ลายนิ้วมือที่ปรากฏบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว กระดาษสมุด และกระดาษหนังสือพิมพ์ ลายเส้นไม่สมบูรณ์ แต่ยังสามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด ส่วนลายนิ้วมือที่ปรากฏบนซองใส่เอกสารสีขาว มีลายเส้นให้เห็นแต่ไม่เพียงพอที่จะอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด ส่วนซองใส่เอกสารสีน้ำตาลไม่ปรากฏลายนิ้วมือขึ้นเลย

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ส่วนใหญ่ มีลายเส้นไม่สมบูรณ์ และลายเส้นที่ตรวจเก็บได้มีลักษณะบาง ไม่ชัดเจน และเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นความชัดเจนของลายนิ้วมือยิ่งลดลง

ลายนิ้วมือที่ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด เป็นไปใน2 ลักษณะ คือมีลายเส้นให้เห็นเพียงเล็กน้อยและไม่ปรากฏลายนิ้วมือขึ้นเลย



(a) (b) (c)



(d) (e)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 17 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษสัปดาห์ที่ 1

จากภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่า ลายนิ้วมือที่ปรากฏบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและ กระดาษสมุด ลายเส้นไม่สมบูรณ์และมีลายเส้นบางไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด ส่วนซองกระดาษสีน้ำตาลและกระดาษหนังสือพิมพ์ไม่ปรากฏลายนิ้วมือขึ้นเลย

บทที่ 5
บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผล

สำหรับการทดลองครั้งนี้เป็นศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนกระดาษในช่วงเวลาต่างๆด้วยนินไฮดรินและหาความสัมพันธ์ของการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนกระดาษชนิดต่างๆกันพบว่า

เมื่อเวลาผ่านไป 32 สัปดาห์ ยังสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่กระดาษถ่ายเอกสารสีขาวได้จากผู้ร่วมทำการทดลองทั้ง4 คน ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุดสามารถตรวจเก็บได้เพียงผู้ร่วมทำการทดลองที่ 1 และ 2

ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล ระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ คือ 7 สัปดาห์ และตรวจเก็บได้จากผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 เท่านั้น

ส่วนกระดาษหนังสือพิมพ์ระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ คือ 5 สัปดาห์ สำหรับผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 และตรวจเก็บได้บ้างในช่วง 1-2 สัปดาห์ สำหรับผู้ร่วมทำการทดลองที่ 2 และ 3

จากการทดลองนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงจากผู้ร่วมทำการทดลอง 4 คน

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่1 เป็นเพศชาย อายุ 32 ปี มีปริมาณของเหงื่อมากและลักษณะลายเส้นของลายนิ้วมือที่ได้มีความคมชัดและมีความสมบูรณ์ เห็นได้จากการติดของลายนิ้วมือบนกระดาษพบว่าสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้บนกระดาษทุกชนิด และบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุด สามารถตรวจเก็บได้สม่ำเสมอเกือบทุกครั้ง

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่2 เป็นเพศหญิง อายุ 26 ปี มีปริมาณของเหงื่อมากและลักษณะลายเส้นของลายนิ้วมือคุณภาพดี โดยส่วนใหญ่ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ลายเส้นชัดเจน แต่พบว่าในบางสัปดาห์ลายนิ้วมือแฝงที่ได้ลักษณะลายเส้นเปรอะเปื้อนไม่คมชัด ไม่สามารถอ่านจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ เนื่องมาจากปริมาณของเหงื่อมีมากเกินไป และในเหงื่อมีปริมาณน้ำมากกว่ากรดอะมิโนและงานประจำของผู้ร่วมทำการทดลองต้องมีการทำงานกลางแจ้งอยู่บ่อยครั้งจึงน่าจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีปริมาณการหลั่งของเหงื่อมาก

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่3 เป็นเพศชาย อายุ 28 ปี โดยปกติมีปริมาณเหงื่อปานกลาง แต่พบว่าลายนิ้วมือที่ทำการตรวจเก็บตัวอย่างโดยส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจเก็บได้เนื่องจากมีลายเส้นให้เห็นเพียงเล็กน้อยหรือไม่ปรากฏลายนิ้วมือขึ้นเลย ซึ่งน่าจะเกิดจากงานประจำที่ผู้ร่วมทำการทดลองทำอยู่ต้องมีการใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรดและจำเป็นต้องใช้กระดาษทรายในการขัดถูเหล็กอยู่เป็นประจำ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เส้นนูนบนนิ้วมือสึกกร่อนมีความนูนลดลง ผิวหนังที่มือด้าน ทำให้การติดของเหงื่อและลายเส้นเกิดได้ไม่ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สวลี ลิมป์รัชตวิชัย ที่พบว่าคนที่ประกอบอาชีพที่ใช้แรงน้อยมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระจกด้วยผงฝุ่นดำได้สูงกว่าคนที่ประกอบอาชีพที่ใช้แรงมาก (สวลี ลิมป์รัชตวิชัย 2540)

ผู้ร่วมทำการทดลองคนที่4 เป็นเพศหญิง อายุ 34 ปี มีปริมาณเหงื่อน้อย พบว่าส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือได้เนื่องจากการติดของเหงื่อเกิดขึ้นได้ไม่ดีและลายเส้นที่ตรวจเก็บได้มีลักษณะบาง ไม่ชัดเจน อ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ยากหรืออ่านค่าไม่ได้ เนื่องจากลักษณะลายเส้นของนิ้วมือผู้ร่วมทำการทดลองมีลักษณะบางและนิ้วมือมีขนาดเล็ก

ถึงแม้จะสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่กระดาษถ่ายเอกสารสีขาวจากผู้ร่วมทำการทดลองได้ครบทั้ง 4 คน เมื่อเวลาผ่านไป 32 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาตามขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้ แต่พบว่าในบางสัปดาห์ไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ เช่นผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ในสัปดาห์ที่ 6-10 แต่สามารถตรวจเก็บได้ในสัปดาห์ที่ 12 - 21 และ ในสัปดาห์ที่ 27-32 สาเหตุอาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิในแต่ละวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถที่จะเก็บตัวอย่างให้ครบตามจำนวนที่ต้องการได้ภายในวันเดียว การเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือในสัปดาห์ที่ 6-10 ทำในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงอื่นๆที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำให้ปริมาณการหลั่งของเหงื่อเกิดขึ้นน้อย

อีกทั้งสภาพจิตใจและอารมณ์ของผู้ร่วมทำการทดลองในแต่ละวัน ก็มีผลต่อการหลั่งเหงื่อด้วยเช่นกัน ปริมาณของเหงื่อที่ขับออกมาจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเกิดความเครียดหรือกดดัน

มีรายงานว่าอายุของเจ้าของลายนิ้วมือแฝงมีความสัมพันธ์กับการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงนั้น ทั้งนี้เพราะว่าในคนที่มีอายุ 40 ปี ต่อมต่างๆจะมีการหลั่งสารลดลงและในคนที่อายุมากกว่า 25 ปี จะมีความเข้มข้นของกรดอะมิโนในเหงื่อลดลง จึงมีโอกาสที่จะตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงของคนอายุมากขึ้นได้น้อยลง (Scott 1978 : 118)

การติดของเหงื่อเกิดขึ้นได้ค่อนข้างดีบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุด สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ ถึงแม้เวลาจะผ่านไป32 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นาน สอดคล้องกับผลการทดลองของ Svante Oden และ Bengt Von Hofsten ที่ได้ทำ

การทดลองกับตัวอย่างจริงคือบนกระดาษหนังสือแบบเรียนไวยกรณ์ภาษาฝรั่งเศส ซึ่งกระดาษบางแผ่นไม่ได้ถูกสัมผัสมาเป็นเวลา12 ปี พบว่ายังสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ (Nature 1954 : 449-450)

กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุด เป็นกระดาษฟอกขาวหรือกระดาษปอนด์ขาว มีเนื้อละเอียด ความพรุนน้อย ความหนาแน่นสูง ของเหลวซึมผ่านได้ยาก ทำให้สารประกอบของเหงื่อติดอยู่ที่เยื่อกระดาษได้นาน จึงทำให้ลายนิ้วมือติดได้ดีและสามารถตรวจเก็บได้แม้จะผ่านไปเป็นเวลานาน

ซองใส่เอกสารสีน้ำตาลการติดของเหงื่อทำได้ไม่ดี คือสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือได้เฉพาะผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 เท่านั้นและเมื่อระยะเวลานานขึ้นทำให้ไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ ระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ คือ 7 สัปดาห์ เนื่องจากซองใส่เอกสารสีน้ำตาล ทำมาจากกระดาษเหนียว (Kraft Paper) มีเนื้อเหนียว หยาบและมีสารกันซึม เช่น แวกซ์หรือเรซิ่นเคลือบอยู่ ทำให้การติดของเหงื่อเกิดได้ไม่ดี

กระดาษหนังสือพิมพ์การติดของเหงื่อทำได้ไม่ดีเช่นกัน ระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ คือ 5 สัปดาห์ เนื่องจากกระดาษหนังสือพิมพ์ทำมาจากกระดาษปรู๊ฟมีเนื้อหยาบ ความพรุนมาก ทำให้อากาศและของเหลวซึมผ่านได้ดีแต่ดูดซับได้ไม่ดีและมีการพิมพ์หมึกลงบนกระดาษทำให้การติดของเหงื่อบนกระดาษทำได้ไม่ดี กระดาษทำมาจากเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลสและมีน้ำเป็นส่วนประกอบจึงทำให้กรดอะมิโนซึ่งเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ค่อยๆดูดซึมลงไปจับเนื้อเยื่อของกระดาษด้วยพันธะไฮโดรเจน แต่เนื่องจากกระดาษหนังสือพิมพ์มีการพิมพ์หมึกลงไปบนกระดาษจึงทำให้พันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย จึงทำให้การติดของลายนิ้วมือเกิดได้ไม่ดี

นอกจากเนื้อกระดาษแล้วสีหรือbackground ของกระดาษก็มีผลต่อการมองเห็นลายนิ้วมือ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุด สีของกระดาษเป็นสีขาวจึงสามารถสังเกตลายนิ้วมือแฝงที่เกิดจากนินไฮดรินซึ่งเป็นสีม่วงได้ชัดเจนกว่าซองใส่เอกสารสีน้ำตาล และกระดาษหนังสือพิมพ์ที่มีการพิมพ์ข้อความไว้ทำให้สังเกตได้ยากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของภัทรรัตน์ หอมกระจ่าง ที่พบว่ากระดาษซองจดหมายสีน้ำตาลและกล่องกระดาษสีน้ำตาลไม่สามารถเห็นลายนิ้วมือแฝงได้ชัดเจน หลังจาก treat ด้วยสารละลายนินไฮดริน แต่สามารถเห็นลายนิ้วมือแฝงได้ชัดเจนดีบนกระดาษโน้ต กระดาษเขียนรายงาน (Homkrajang 2005)

อีกทั้งขนาดของนิ้วมือที่ต่างกันอาจมีผลต่อจำนวนลายเส้นของลายนิ้วที่ติดบนกระดาษอีกด้วย บนกระดาษหนังสือพิมพ์ใช้นิ้วก้อยซึ่งมีขนาดเล็กกว่านิ้วอื่นๆในการประทับจึงทำให้โอกาสที่จะอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด มีน้อยกว่ากระดาษอื่นๆ

นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่า เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นลายนิ้วมือที่แฝงที่ตรวจเก็บได้มีความชัดเจนลดลงและไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ในที่สุด

ลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นใหม่หรือมีอายุไม่มาก สามารถตรวจเก็บลายนิ้วได้บนกระดาษทุกชนิด โดยลายนิ้วมือที่ได้มีลายเส้นที่คมชัด แต่เมื่อลายนิ้วแฝงเกิดขึ้นเป็นเวลานานลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ความชัดเจนของลายนิ้วมือลดลงและโอกาสที่จะตรวจเก็บลายนิ้วมือได้ก็ลดลงหรือไม่สามารถตรวจเก็บได้เลย เช่นที่เกิดขึ้นบนกระดาษหนังสือพิมพ์และซองใส่เอกสารสีน้ำตาลที่สามารถตรวจเก็บได้ในช่วงเวลาที่ลายนิ้วมือเกิดขึ้นใหม่ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 5 สัปดาห์และ7 สัปดาห์ตามลำดับ ก็ไม่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือได้

จะเห็นว่ากระดาษเป็นวัตถุพยานอีกชนิดหนึ่งที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ถึงแม้ว่าเวลาจะผ่านไปถึง 32 สัปดาห์ก็ตาม โดยเฉพาะกระดาษถ่ายเอกสารสีขาวซึ่งสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงได้ดี ดังนั้นกระดาษจึงเป็นวัตถุพยานที่น่าสนใจและควรให้ความสำคัญ แต่การที่จะบอกอายุของลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ให้แน่นอนนั้นเป็นเรื่องที่ยากลำบาก เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือมีหลายปัจจัยและเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก ดังนั้นการที่จะประมาณอายุของลายนิ้วมือให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงยังต้องใช้วัตถุพยานอื่นๆและ สภาพแวดล้อมในสถานที่เกิดเหตุเป็นตัวเชื่อมโยงอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าสำหรับกระดาษถ่ายเอการสีขาว ซองใส่เอกสารสีขาวและกระดาษสมุด เมื่อเวลาผ่านไป 32 สัปดาห์ ยังสามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่กระดาษทั้ง 3 ชนิดได้อยู่ ควรมีการเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาหรืออาจเลือกตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงจากตัวอย่างจริงซึ่งทราบเวลาที่ไม่ถูกสัมผัสแน่นอน เช่น หนังสือแบบเรียนหรือกระดาษข้อสอบที่ใช้แล้ว เพื่อจะได้ตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นมาแล้วเป็นเวลานานๆ

2. เนื่องจากชนิดกระดาษที่แตกต่างกันมีผลต่อการคงอยู่ของลายนิ้วมือ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกระดาษชนิดอื่นๆ หรือศึกษาเปรียบเทียบความหนาของกระดาษชนิดเดียวกันว่าให้ผลเป็นอย่างไร

3. การอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษอาจใช้ระบบ MINI AFIS เข้าช่วยในการอ่านค่าแทนการให้ผู้ชำนาญด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงอ่านค่าโดยใช้แว่นขยาย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กัมพล นิ่มเกียรติขจร และ สมพงษ์ ทองศิริกุล. “ภาวการณ์หลั่งเหงื่อในผู้ป่วยไตและคนปกติ.” รายงานการศึกษาเพื่อปริญญาบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล , 2517.

ฑีฆายุ ชินะนาวิน. “ ข้อเท็จจริงประวัติรอยลายนิ้วมือ.” วารสารนิติวิทยาศาสตร์ 2 ,2 (2506) : 88-91.

วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ , พ.ต.ท.หญิง. “การตรวจลายนิ้วมือ.” เอกสารวิชาการประกอบแบบคำขอประเมินคุณสมบัติบุคคลและผลงานทางวิชาการ. เสนอที่กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักงานตำรวจแห่งชาติ, ม.ป.ป. (อัดสำเนา)

สมทรง ณ นคร และคณะ. ลายนิ้วมือ: ประวัติความเป็นมาทางนิติวิทยาศาสตร์ และพันธุศาสตร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2551. เข้าถึงได้จาก http:// www.champa.kku. ac. th/ somsong/file/300302aboutfingerp.doc

สวลี ลิมป์รัชตวิชัย. “การหาระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2540.

สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. กองพิสูจน์หลักฐาน. “การตรวจเก็บลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ.” เอกสารประกอบการอบรมการตรวจเก็บลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ 2538.(อัดสำเนา)

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, พล.ต.อ. นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน . พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2546.

อวยชัย เปลื้องประสิทธิ์.การรักษาอาการเหงื่อออกมากกว่าปกติ ม.ป.ท., 2516. อ้างถึงใน สวลี ลิมป์รัชตวิชัย. “การหาระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2540.

AdvanceAgro. รู้เฟื่องเรื่องกระดาษ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2551. เข้าถึงได้จาก http://www. doubleapaper.com/

Supremeprint. เรื่องของกระดาษ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2552 . เข้าถึงได้จาก http://www.supremeprint.net

ภาษาอังกฤษ

Connor, CM. "Collaborative study of accelerated development of latent fingerprint images on paper by application of steam." Journal -Association of Offical Analytical Chemists 59 (1976) : 1003-1005.

Cummins,George H., and Midlo C. Finger Print ,Palms and Soles. New York : Dover Publication, 1961.

German, Ed. The history of fingerprints [Online]. Accessed 29 March 2008. Available from http://www.onin.com/fp/phistory.html

Homkrajang, Phatararat. "Study of Appropriate Concentration of Ninhydrin for Latent Fingerprints on Various Papers." , Bangkok , Mahidol University, 2005.

Kunkel, ChristieWallace et al. "Optimisation and evaluation of 1, 2-idanedione for use as a fingermark reagent and its application to real samples." Forensic Science International 168 (October 2006) : 14-26 [Online]. Accessed 20 January 2008. Available from http://www.sciencedirect.com/science

Lennard,Chris. "The Detection and Enhancement of Latent Fingerprints." Paper Present at 13th INTERPOL Forensic Science Symposium ,Lyon. 16-19 October 2001. (Mimeographed)

Lennard,Christopher J, and Patterson Trevor. Fingerprint Pattern Classification [Online]. Accessed 25 March 2008. Available from http://policenew.com/info/finger06.html

Ode´n,Svante,and Hofsten Bengt Von . " Detection of Fingerprints by Ninhydrin Reaction." Nature 173, (March 1954) : 449-450.

Scott, Walter R. Scott´s Fingerprint Mechanics. 2 nd ed. Springfield : Charles C Thomas Publisher, 1978.

Stoilovic Milutin, and Lennard Chris. Fingerprint Detection & Enhancement :Incorporating the Application of Optical Enhancement Techniques in Forensic Science. 3 rd ed. Canberra : 2006.

Wikipedia. Locard's exchange principle [Online]. Accessed 29 March 2008. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Locard's_exchange_principle

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางผลของลายนิ้วมือแฝงในช่วงเวลาต่างๆ

ตารางที่ 5 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
< 1 hr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
7	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
8	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
9	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
10	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
11	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
12	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
13	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
14	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
15	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
16	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
17	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
18	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
19	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
20	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
21	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
22	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
23	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
24	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
25	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-

ต่อตารางที่ 5 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
26	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-
27	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
28	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
29	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
30	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-
31	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
32	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-

+ หมายถึง สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

-หมายถึง ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

ตารางที่ 6 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
< 1 hr.	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
1	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
2	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
3	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
4	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
5	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
6	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
7	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-
8	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
9	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
10	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
11	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
12	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
13	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
14	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
15	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
16	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
17	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
18	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
19	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
20	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
21	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-
22	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
23	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
24	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-
25	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-

ต่อตารางที่ 6 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
26	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
27	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
28	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
29	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
30	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
31	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
32	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-

+ หมายถึง สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

-หมายถึง ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

ตารางที่ 7 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
< 1 hr.	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-
1	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-
2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
6	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
11	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
12	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
13	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
14	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
15	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
16	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
17	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
18	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
20	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ต่อตารางที่ 7 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
28	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
29	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
32	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ หมายถึง สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

-หมายถึง ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

ตารางที่ 8 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
< 1 hr.	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-
1	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-
2	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
3	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
5	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
7	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
9	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
10	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
14	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
15	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
16	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
17	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
18	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
19	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
20	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
21	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
23	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
24	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
25	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ต่อตารางที่ 8 ผลของลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 ในช่วงเวลาต่างๆ (สัปดาห์) ที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษหลังจากทาด้วยสารละลายนินไฮดริน

สัปดาห์ที่	กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีขาว		ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล		กระดาษสมุด		กระดาษหนังสือพิมพ์	
	หัวแม่มือซ้าย	หัวแม่มือขวา	นิ้วชี้ซ้าย	นิ้วชี้ขวา	นิ้วกลางซ้าย	นิ้วกลางขวา	นิ้วนางซ้าย	นิ้วนางขวา	นิ้วก้อยซ้าย	นิ้วก้อยซ้าย
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
29	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
31	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
32	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ หมายถึง สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

-หมายถึง ไม่สามารถอ่านค่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 10 จุด

ภาคผนวก ข

ภาพลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษชนิดต่างๆ เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง

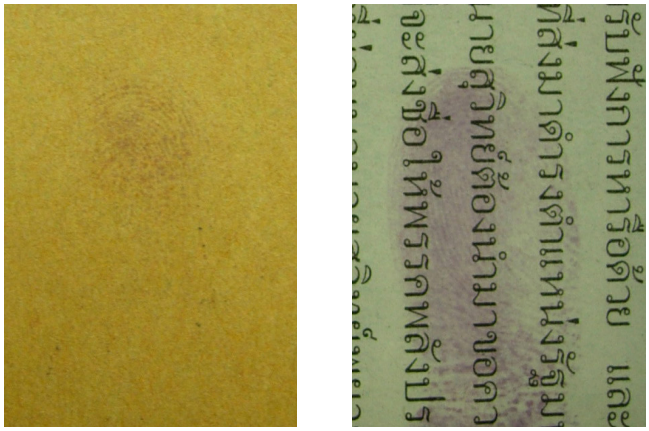
(a) (b) (c)

(d) (e)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 18 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 1 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง

(a) (b) (c)

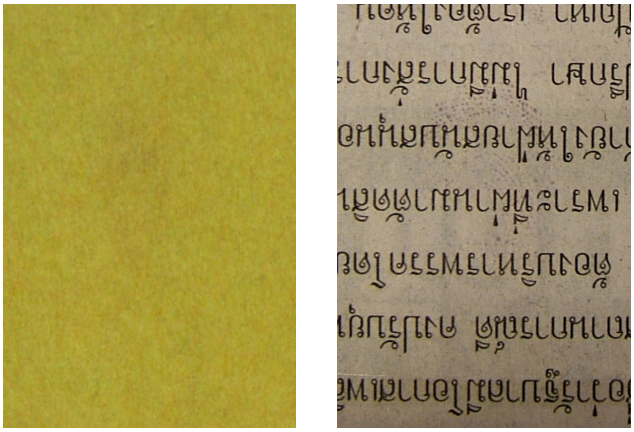


(d) (e)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 19 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 2 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง

(a) (b) (c)

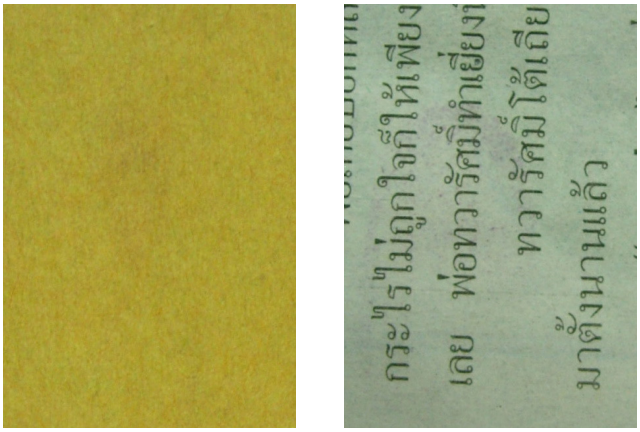


(d) (e)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 20 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 3 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง

(a) (b) (c)



(d) (e)

(a) กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (b) ซองใส่เอกสารสีขาว (c) กระดาษสมุด
(d) ซองใส่เอกสารสีน้ำตาล (e) กระดาษหนังสือพิมพ์

ภาพที่ 21 ลายนิ้วมือแฝงของผู้ร่วมทำการทดลองคนที่ 4 เมื่อตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินภายในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	พันตำรวจตรีหญิงเอกจิตตรา มีไชยธร
ที่อยู่	92 หมู่ 2 ตำบลเวียงคอย อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000
สถานที่ทำงาน	วิทยาการเขต 16 (เพชรบุรี) ถนนราชวิถี อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
พ.ศ. 2550	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2540	รองสารวัตรวิทยาการจังหวัดเชียงใหม่ วิทยาการจังหวัดเชียงใหม่
พ.ศ. 2543	รองสารวัตรวิทยาการจังหวัดเพชรบุรี วิทยาการจังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2549 - ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์ (สบ 2) งานพิสูจน์หลักฐานวิทยาการเขต 16 วิทยาการเขต 16 (เพชรบุรี)