



การตรวจเปรียบเทียบคุณภาพลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายประเภท ด้วยสารเคมีนินไฮดรินและอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดริน Comparison of Latent Fingerprint Quality on Various Types of Paper Using Ninhydrin and Indanedione Followed by Ninhydrin

จุฑารักษ์ บุญเลิศ
คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Jutarak Boonlert
Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

Received November 10, 2021 | Revised April 21, 2022 | Accepted April 22, 2022

บทความวิจัย (Research Article)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 4 ประเภท ได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว กระดาษคราฟท์ กระดาษเทอร์มอล และกระดาษลูกฟูก โดยใช้สารเคมีนินไฮดรินและสารเคมีอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดริน อีกทั้งเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีนินไฮดรินกับสารเคมีอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดรินที่ใช้ในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือจากการนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษโดยผู้เชี่ยวชาญด้านตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้สารเคมีอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดริน จะให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงดีที่สุดบนกระดาษทุกประเภท โดยให้คะแนนคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี และเมื่อทำการทดสอบสมมติฐานทั้ง 2 ปัจจัยพบว่าประเภทของกระดาษและวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ มีผลต่อระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ลายนิ้วมือแฝง, คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง, อินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดริน

Abstract

The purposes of this research were to compare the quality of latent fingerprints on various types of paper including white copy paper, kraft paper, thermal paper and corrugated paper using Ninhydrin versus using Indanedione followed by Ninhydrin and to compare the efficiency of latent fingerprint detection of Ninhydrin versus Indanedione followed by Ninhydrin. The quality of the latent fingerprints was evaluated by a latent fingerprint expert and based on the number of minutiae. Data were statistically analyzed



using means, standard deviation and two-way analysis of variance (Two-way ANOVA). The results of this research showed that detection using Indanedione followed by Ninhydrin provided the best quality of latent fingerprints on all types of paper, which was at the “Good” level. When testing the hypothesis for both factors, it showed that the types of paper and the method of latent fingerprint detection significantly affected the quality of latent fingerprints at 0.05.

Keywords: Latent Fingerprints, Quality of Latent Fingerprints, Indanedione Followed by Ninhydrin

บทนำ

ปัจจุบันพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทในกระบวนการยุติธรรมในการเชื่อมโยงหาตัวผู้กระทำผิดมารับโทษทางกฎหมาย โดยพยานหลักฐานที่พบในสถานที่เกิดเหตุสามารถอธิบายได้ว่าการกระทำผิดเกิดขึ้น โดยมากแล้วพยานหลักฐานที่พบได้ทั่วไปในสถานที่เกิดเหตุคือ รอยลายนิ้วมือแฝง ซึ่งมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคล กล่าวคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เกิดจนเสียชีวิต (Permanence) และไม่ซ้ำกันในแต่ละบุคคล (Uniqueness) จึงสามารถนำข้อดีของลายนิ้วมือไปยืนยันตัวบุคคลได้ ในปัจจุบันก็มีวิธีการมากมายที่นำมาใช้เพื่อตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง โดยวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือนั้นจะขึ้นอยู่กับพื้นผิวของวัตถุพยาน ที่มีทั้งแบบมีรูพรุน (Porous surface) แบบกึ่งรูพรุน (Semi porous surface) และแบบไม่มีรูพรุน (Non porous surface) ซึ่งวัตถุพยานประเภทกระดาษเอกสารก็เป็นวัตถุพยานประเภทหนึ่งที่พบได้ในสถานที่เกิดเหตุ ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ความไม่สงบในจังหวัดชายแดนภาคใต้ การหมิ่นประมาทโดยการโฆษณาด้วยเอกสาร การเขียนจดหมายสนท่หรือการขนส่งสิ่งผิดกฎหมายทางไปรษณีย์ โดยวัตถุพยานประเภทกระดาษเอกสารนั้นจัดเป็นวัสดุที่มีรูพรุน ต้องใช้สารเคมีเพื่อให้รอยลายนิ้วมือแฝงเกิดขึ้น ซึ่งในบางครั้งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้นั้นมีลายเส้นไม่ชัดเจนหรือมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ไม่เพียงพอแก่การตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงวิธีการตรวจเก็บที่เหมาะสมและถูกต้อง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจพิสูจน์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการพัฒนาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงให้มีคุณภาพสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานประเภทกระดาษด้วยการใช้สารเคมี เพื่อให้ได้ภาพรอยลายนิ้วมือปรากฏขึ้นอย่างชัดเจนมากที่สุด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานตรวจพิสูจน์เพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยต่อไป

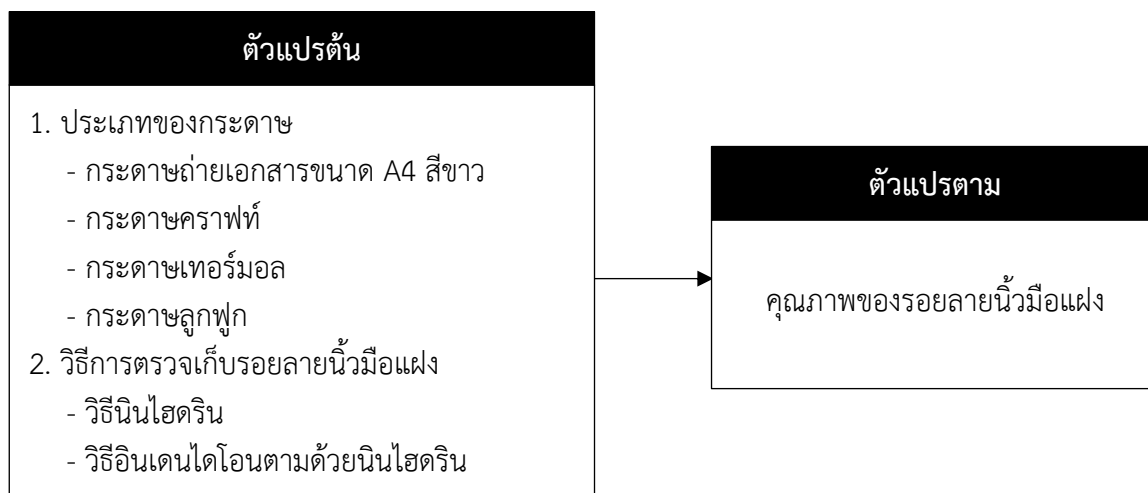
วัตถุประสงค์

1) เพื่อเปรียบเทียบระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 4 ประเภท โดยการใช้สารเคมีนินไฮดรินกับสารเคมีอินเดนไดโออนตามด้วยนินไฮดริน

2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีนินไฮดรินกับสารเคมีอินเดนไดโออนตามด้วยนินไฮดรินในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 4 ประเภท

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการตรวจเปรียบเทียบคุณภาพลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายประเภท ได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว กระดาษคราฟท์ กระดาษเทอร์มอล และกระดาษลูกฟูก ด้วยสารเคมี นิไฮตรินและอินเดนไดโอนตามด้วยนิไฮตริน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือ แฝงบนกระดาษประเภทต่างๆ อีกทั้งเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีนิไฮตรินและอินเดน ไดโอนตามด้วยนิไฮตริน โดยมีตัวแปรของงานวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

1) ลายนิ้วมือ

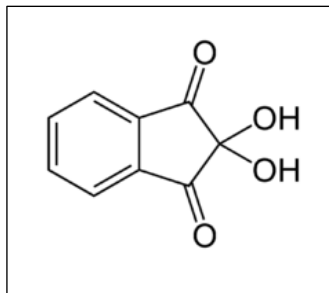
ลายนิ้วมือ มีลักษณะเป็นเส้นเรียงเป็นลำดับเต็มหน้านิ้วและนิ้วเท้าของมนุษย์ ประกอบไปด้วยสันนูน (Ridge) และเส้นร่อง (Furrow) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล แม้แต่ฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical twins) ก็ยังมีลายเส้นที่แตกต่างกัน จากความแตกต่างนี้ จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์

ลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุ เป็นพยานหลักฐานที่แสดงว่าบุคคลนั้นเป็นเจ้าของลายนิ้วมือ อยู่ในสถานที่เกิดเหตุ หรือมีการจับต้องวัตถุพยานนั้นๆ ซึ่งการตรวจพบรอยลายนิ้วมืออาจนำไปสู่ร่องรอยของผู้ต้องสงสัย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ รอยลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งรอยลายนิ้วมือที่พบบนวัตถุพยานและรวบรวมได้ในสถานที่เกิดเหตุส่วนใหญ่นั้น เป็นลายนิ้วมือประเภทหลังเกิดจากคราบเหงื่อและคราบไขมันที่ถูกขับออกจากต่อมเหงื่อและต่อมไขมันที่อยู่บนสันนูนของลายนิ้วมือ ประกอบด้วยความชื้นหรือน้ำมันประมาณ 98-99% สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ประมาณ 1-2% ซึ่งสารอนินทรีย์ ได้แก่ เกลือ แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น ส่วนสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน ยูเรีย และกรดแลคติก เมื่อนิ้วมือไปสัมผัสกับวัตถุจะทำให้คราบเหงื่อและคราบไขมันติดอยู่บนพื้นผิววัตถุนั้น และถ้าหากมีการตรวจเก็บ รอยลายนิ้วมือบนวัตถุนั้นออกมาก็จะเรียกว่า ลายนิ้วมือแฝง (Latent fingerprints) (Theangtheantham, 2013, p. 9)

2) การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือและสารเคมีที่ใช้ในการตรวจเก็บลายนิ้วมือ

การตรวจเก็บลายนิ้วมือสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีปิดด้วยผงฝุ่น วิธีทางเคมี เป็นต้น ซึ่งการเลือกใช้แต่ละวิธีนั้นต้องพิจารณาให้เหมาะสม โดยจะขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวของวัตถุและลักษณะของลายนิ้วมือที่ปรากฏ การปิดด้วยผงฝุ่น เหมาะสำหรับวัตถุที่มีพื้นผิวเรียบ มัน ไม่ดูดซึม และไม่เปื่อยก เช่น กระดาษ กระป๋องโลหะ ส่วนวิธีทางเคมี จะเหมาะสำหรับของกลางประเภทกระดาษเอกสารต่างๆ หลักการของวิธีทางเคมีก็คือการใช้องค์ประกอบของสารเคมีทำปฏิกิริยากับสารประกอบที่อยู่ในรอยลายนิ้วมือแฝง และทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นมา ซึ่งวิธีการทางเคมีมีหลากหลายวิธี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

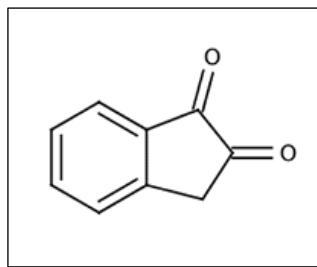
(1) วิธีนินไฮดริน (Ninhydrin) นินไฮดรินมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีเหลืองอ่อน เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือ ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงเกิดการเปลี่ยนสีจากไม่มีสีไปเป็นสีม่วงปนน้ำเงินหรือที่เรียกว่า Ruhemann's purple (Wallace-Kunkel et al., 2007, p. 14) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยานประเภทกระดาษเอกสารจนถึงปัจจุบัน โดยจะทำการแช่หรือทาวัตถุพยานที่ต้องการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยสารละลายนินไฮดรินทิ้งไว้ให้แห้ง หลังจากนั้นรอยลายนิ้วมือก็จะปรากฏขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 2 โครงสร้างนินไฮดริน

ที่มา: (Wallace-Kunkel et al., 2007, p.15)

(2) วิธี 1,2-อินเดนไดโอน (1,2-indanedione) อินเดนไดโอนมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีเหลือง มีโครงสร้างคล้ายกับนินไฮดริน (Ninhydrin analogues) โดย 1,2-อินเดนไดโอน จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือ เมื่อส่องดูภายใต้เครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ จะให้รอยลายนิ้วมือที่มีลักษณะเรืองแสงปรากฏขึ้นมา และสามารถเพิ่มการเรืองแสงได้เมื่อเติมเกลือของโลหะ เช่น Zn เหมาะสำหรับ การตรวจจรรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษความร้อน เนื่องจากสีของพื้นหลังกระดาษจะไม่ส่งผลต่อการเรืองแสงของรอยลายนิ้วมือแฝง จึงทำให้เห็นรอยลายนิ้วมือแฝงชัดเจน มีการศึกษาวิจัยพบว่า 1,2-อินเดนไดโอน สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีชนิดอื่นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้นอีกด้วย (Luscombe & Sears, 2018, pp. 254-255)



ภาพที่ 3 โครงสร้าง 1,2-อินเดนไดโอน
ที่มา: (Wallace-Kunkel et al., 2007, p.15)

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของ รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 4 ประเภท ด้วยวิธีการตรวจเก็บที่แตกต่างกัน อีกทั้งเพื่อเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของสารเคมีนินไฮดรินกับสารเคมีอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดรินที่ใช้ในการตรวจเก็บ รอยลายนิ้วมือแฝง โดยจะให้ผู้ชำนาญการด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝง ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 เป็นผู้วิเคราะห์เชิงคุณภาพ ซึ่งอาศัยเกณฑ์การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) จากรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ในแต่ละวิธี

1) อาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศหญิง อายุ 30 ปี มีลักษณะผิวมัน เหงื่อออกง่าย เป็นผู้ประทับรอยลายนิ้วมือ เพียงคนเดียวตลอดการทดลอง โดยได้รับความยินยอมจากการขอเข้าร่วมและข้อมูลส่วนบุคคลถูกปิดเป็น ความลับ และไม่เผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต โดยงานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการ วิจัยในมนุษย์ คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ รหัสโครงการ FSRPCA-IRB-62017

2) กลุ่มตัวอย่าง

กระดาษ 4 ประเภทที่พบได้ในงานตรวจพิสูจน์ ได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว กระดาษคราฟท์ กระดาษเทอร์มอล และกระดาษลูกฟูก

3) การเตรียมตัวอย่าง

ตัดกระดาษตัวอย่างแต่ละประเภทเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 3 x 4 เซนติเมตร และให้อาสาสมัคร ประทับนิ้วหัวแม่มือขวาบนกระดาษแต่ละชนิด โดยควบคุมน้ำหนักแรงกดประมาณ 1.3-1.5 กิโลกรัม นาน 10 วินาทีต่อตัวอย่าง และเว้นระยะเวลาในการประทับแต่ละตัวอย่างห่างกัน 30 วินาที ทั้งนี้ อาสาสมัครจะต้องไม่ล้างมือก่อนทำการประทับเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และจะทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ ต่อประเภทกระดาษต่อวิธี (ดัดแปลงจาก Seesuvan, 2018, p. 22)

4) การเตรียมเคมี

(1) เตรียมสารละลายนินไฮดริน

ชั่งสารเคมีนินไฮดริน 5 กรัม ละลายด้วยเมทานอล 30 มิลลิลิตร เติมนิโตรโซเฟอรอน 40 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 930 มิลลิลิตร ลงไป จะได้สารละลายใสปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาและไว้ในที่มืด

(2) เตรียมสารละลายอินเดนไดโออน

ชั่งสารเคมีอินเดนไดโออน 1 กรัม ละลายด้วยอะซิติกแอซิด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร คนให้ละลาย จากนั้นเติมน้ำปิโตรเลียมอีเทอร์ 900 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและไว้ในที่มืด

5) การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 กลุ่ม ตามวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน ดังนี้

(1) กลุ่มที่ 1 ทดสอบด้วยนินไฮดริน

นำกระดาษกลุ่มที่ 1 จุ่มลงในสารละลายนินไฮดรินที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล และให้ผู้ชำนาญการด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงเป็นผู้ให้คะแนนจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae)

(2) กลุ่มที่ 2 ทดสอบด้วยอินเดนไดโออน

นำกระดาษกลุ่มที่ 2 จุ่มลงในสารละลายอินเดนไดโออน ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปส่องตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (Polilight) ที่ 515 นาโนเมตร ทำการบันทึกภาพผ่านฟิลเตอร์สีส้มด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล และให้ผู้ชำนาญการด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงเป็นผู้ให้คะแนนจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae)

(3) กลุ่มที่ 3 ทดสอบด้วยอินเดนไดโออนแล้วตามด้วยนินไฮดริน

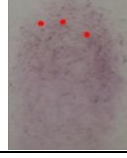
นำกระดาษจากกลุ่มที่ 2 ผ่านการทดสอบด้วยอินเดนไดโออนและบันทึกภาพแล้ว จุ่มลงในสารละลายนินไฮดรินอีกครั้งหนึ่ง ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล และให้ผู้ชำนาญการด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงเป็นผู้ให้คะแนนจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae)

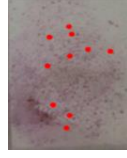
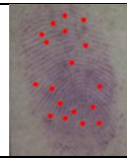
6) การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยครั้งนี้ได้นำผลการวิจัยคือรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นบนกระดาษทั้ง 4 ประเภท ให้ผู้ชำนาญการด้านการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝง กลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝง ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7 เป็นผู้ทำการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพอาศัยเกณฑ์การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) โดยแบ่งเป็นระดับ จำนวน 4 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 1 ระดับการให้คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง

ที่มา: (Seesuvan, 2018, p. 24)

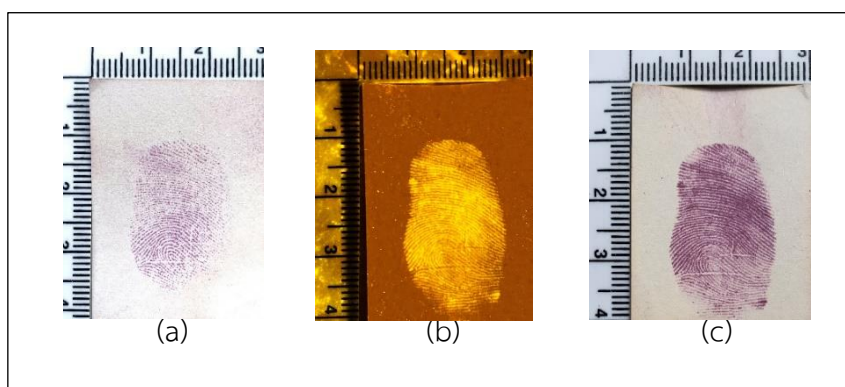
ระดับคะแนนเฉลี่ย	คุณภาพของรอยลายนิ้วมือ	ภาพรอยลายนิ้วมือ
0	ไม่ปรากฏลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝง	
1	คุณภาพต่ำ รอยลายนิ้วมือแฝงมีลายเส้นเลอะเลือน ไม่ชัดเจน	

ระดับคะแนนเฉลี่ย	คุณภาพของรอยลายนิ้วมือ	ภาพรอยลายนิ้วมือ
	ไม่สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ (< 10 จุด)	
2	คุณภาพปานกลาง มองเห็น รายละเอียดของลายเส้น แต่ยัง เลอะเลือนในบางจุด สามารถ ชี้เฉพาะบุคคลได้ (10-12 จุด)	
3	คุณภาพดี เห็นรอยลายเส้น ชัดเจน สมบูรณ์ทั้งนิ้ว สามารถ ชี้เฉพาะบุคคลได้ (> 12 จุดขึ้นไป)	

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ จะใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

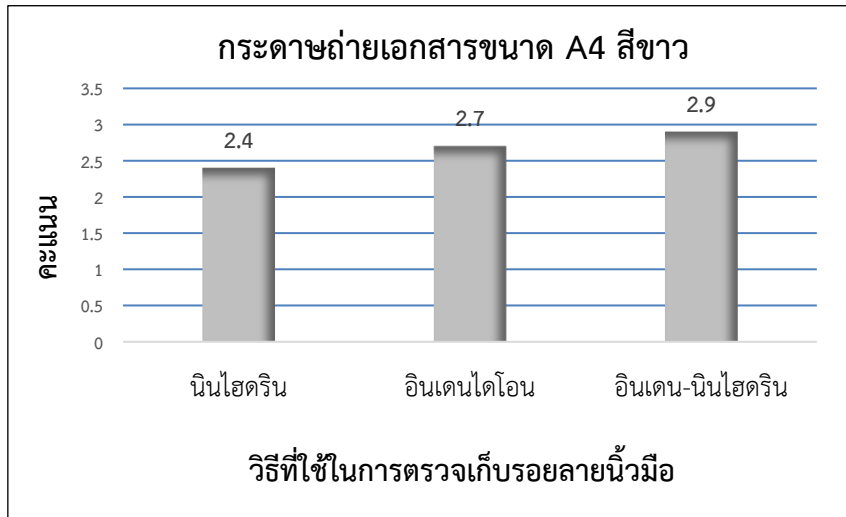
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษ 4 ประเภท ได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว กระดาษคราฟท์ กระดาษเทอร์มอล และกระดาษลูกฟูก โดยการใช้สารเคมีนินไฮดรินกับสารเคมีอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดริน และยังได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีนินไฮดรินกับสารเคมีอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดรินที่ใช้ในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ โดยจะให้ผู้ชำนาญการด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงเป็นผู้วิเคราะห์เชิงคุณภาพจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้



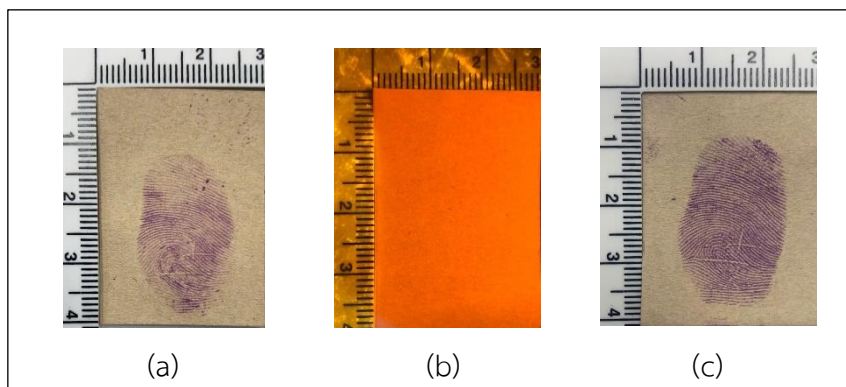
ภาพที่ 4 คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธี a) นินไฮดริน b) อินเดนไดโอน
c) อินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดรินบนกระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว

เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว แล้วทำการตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าการตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินจะให้ระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด มองเห็นรูปแบบลายนิ้วมือ แต่ลายเส้นที่ปรากฏขึ้นยังขาดความชัดและความต่อเนื่อง สามารถชี้เฉพาะ

บุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี ส่วนการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดโอนเพียงอย่างเดียวพบว่าให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าวิธีนินไฮดริน มองเห็นรูปแบบลายนิ้วมือชัดเจน ลายเส้นที่ปรากฏขึ้นมีความคมชัด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี และการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดริน พบว่าให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด มองเห็นรูปแบบลายนิ้วมือชัดเจน ลายเส้นมีความคมชัดและต่อเนื่อง สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี ดังแสดงในภาพที่ 4 และ 5



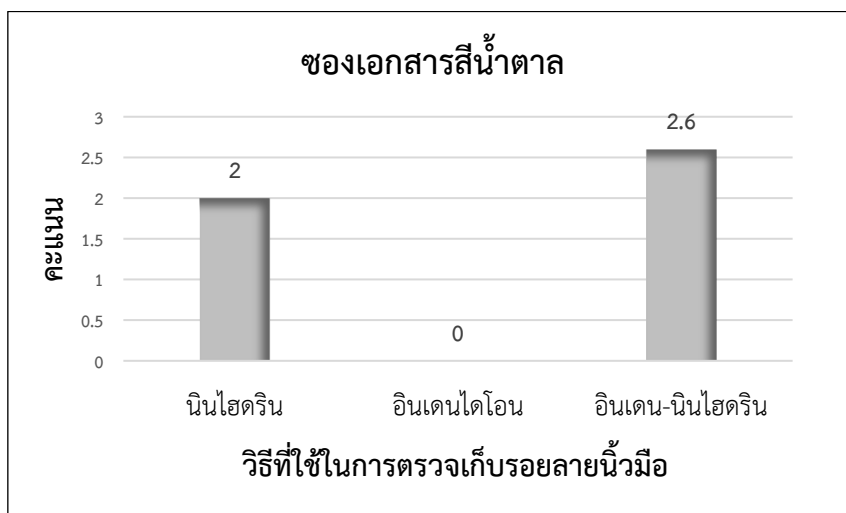
ภาพที่ 5 เปรียบเทียบระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกันบนกระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว



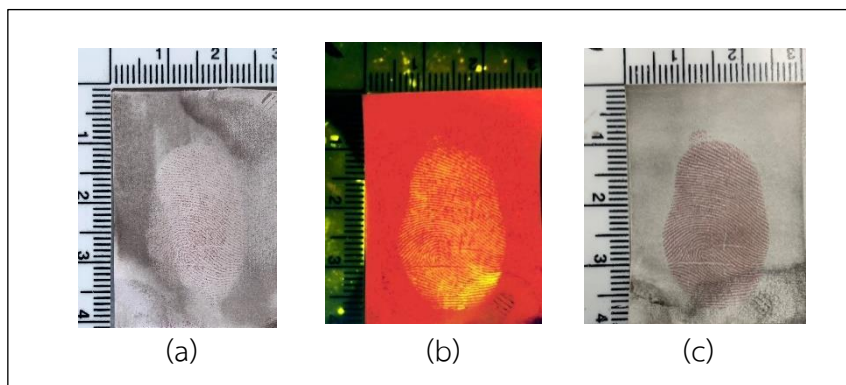
ภาพที่ 6 คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธี a) นินไฮดริน b) อินเดนไดโอน c) อินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮดรินบนกระดาษคราฟท์

เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือบนกระดาษคราฟท์ แล้วทำการตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกันพบว่า การตรวจเก็บด้วยนินไฮดริน มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้นได้ แต่ยังมีขาดความสม่ำเสมอและเลอะเลือนบ้างในบางจุด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง

อยู่ในระดับปานกลาง และมีระดับคะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดรอนเพียงอย่างเดียว ที่พบว่าไม่ปรากฏลายเส้นของรอยลายนิ้วมือเลย ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับต่ำ ส่วนการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดรอนตามด้วยนินไฮดรินจะให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือชัดเจน ลายเส้นที่ปรากฏขึ้นมีความคมชัดมากที่สุด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี ดังแสดงในภาพที่ 6 และ 7



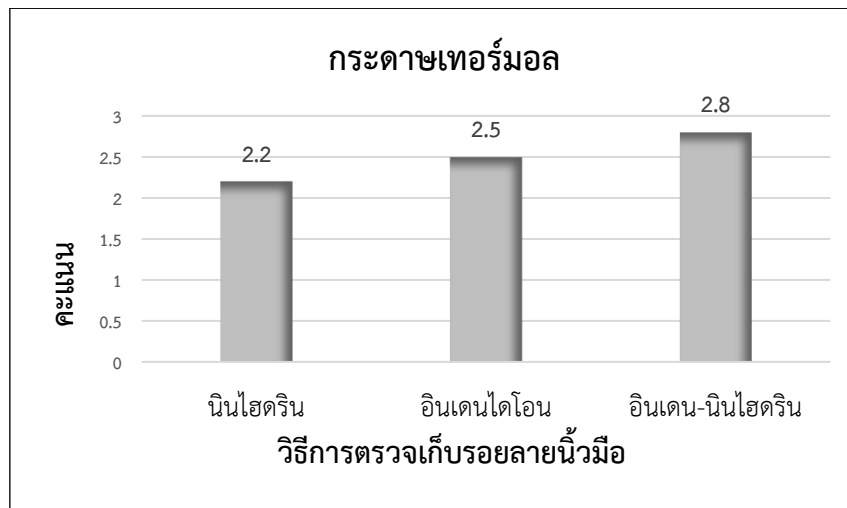
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกัน บนกระดาษคราฟท์



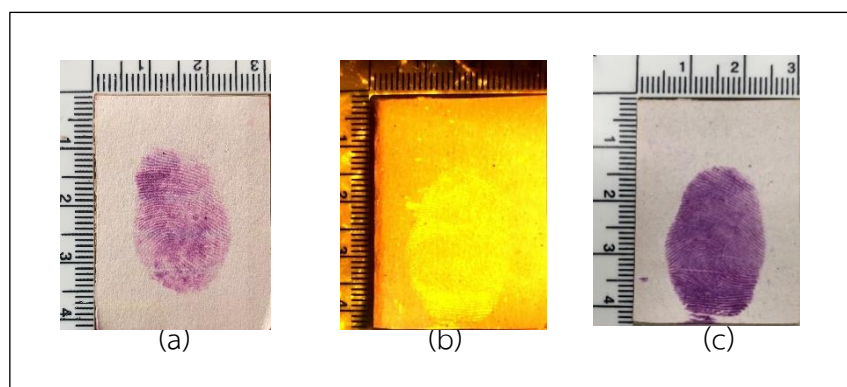
ภาพที่ 8 คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธี a) นินไฮดริน b) อินเดนไดรอน c) อินเดนไดรอนตามด้วยนินไฮดรินบนกระดาษเทอร์มอล

เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือบนกระดาษเทอร์มอล แล้วทำการตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่า การตรวจเก็บด้วยนินไฮดรินจะให้ระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้น แต่ยังขาดความคมชัด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี ส่วนการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดรอนเพียงอย่างเดียว พบว่าให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการเก็บด้วยนินไฮดริน มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้นชัดเจน ลายเส้น

มีความต่อเนื่อง สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี และการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮทรินจะให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือลายเส้นที่ปรากฏขึ้นมีความต่อเนื่องและคมชัดมากที่สุด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี ดังแสดงในภาพที่ 8 และ 9



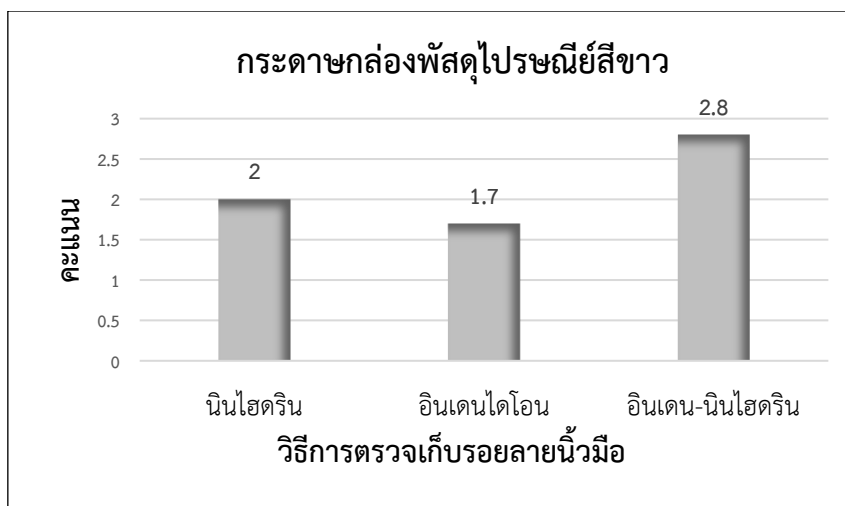
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกันบนกระดาศเทอร์มอล



ภาพที่ 10 คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธี a) นินไฮทริน b) อินเดนไดโอน c) อินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮทรินบนกระดาศลูกฟูก

เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือบนกระดาศลูกฟูก แล้วทำการตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าการตรวจเก็บด้วยนินไฮทริน มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้น แต่ยังไม่มีความละเอียดในบางจุด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดโอนเพียงอย่างเดียว ที่ให้ระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด มองเห็นรูปแบบของลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้นไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับต่ำ ส่วนการตรวจเก็บด้วยอินเดนไดโอนตามด้วยนินไฮทริน

จะให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด มองเห็นรูปแบบรอยลายนิ้วมือ ลายเส้นที่ปรากฏขึ้นมีความต่อเนื่องและคมชัดมากที่สุด ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดี สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ดังแสดงในภาพที่ 10 และ 11



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีที่แตกต่างกัน
บนกระดากลูกฟูก

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานตามตัวแปรทั้ง 2 ปัจจัย คือประเภทของกระดากล่องพัสดุไปรษณีย์และวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean S	F	Sig.
ประเภทกระดากล่องพัสดุไปรษณีย์	22.567	3	7.522	38.321	0.000*
วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง	22.317	2	11.158	56.844	0.000*
ประเภทกระดากล่องพัสดุไปรษณีย์* วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง	24.283	6	4.047	20.618	0.000*
Error	21.200	108	0.196		
Total	680.000	120			
Corrected Total	90.367	119			

*ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 การทดสอบสมมติฐานด้านประเภทของกระดากล่องพัสดุไปรษณีย์ พบว่า ประเภทของกระดากล่องพัสดุไปรษณีย์ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และในการทดสอบสมมติฐานด้านวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง พบว่า วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ



แฝงที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 เช่นกัน

กรณีทดสอบสมมติฐานของตัวแปรต้นทั้ง 2 ปัจจัย ได้แก่ ประเภทของกระดาษที่ใช้ในการทดลอง และวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง พบว่า ตัวแปรต้นทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างตัวแปรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปและอภิปรายผล

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้นินไฮดรินบนกระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว กระดาษคราฟท์ กระดาษเทอร์มอล และกระดาษลูกฟูก พบว่าสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงได้บนกระดาษทุกประเภท โดยให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงระดับปานกลาง-ดี มองเห็นรูปแบบลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้นแต่ยังขาดความคมชัดสามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ส่วนการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือนิ้วด้วยอินเดนโตไออนเพียงอย่างเดียว พบว่าจะให้ลายเส้นที่คมชัดมากขึ้น มองเห็นรูปแบบลายนิ้วมือและรายละเอียดของลายเส้น สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้บนกระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว และกระดาษเทอร์มอล ซึ่งให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงระดับดี ส่วนกระดาษคราฟท์ พบว่าไม่ปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงเลย ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงระดับต่ำ และกระดาษลูกฟูก รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้มีลายเส้นไม่ชัดเจนแต่ยังสามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงระดับปานกลาง เมื่อใช้สารเคมีอินเดนโตไออนร่วมกับสารเคมีนินไฮดริน พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือระดับดีบนกระดาษทุกประเภท เห็นรูปแบบลายนิ้วมือที่ชัดเจน ลายเส้นมีความละเอียดคมชัดมากที่สุด สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้

จากผลการวิจัยข้างต้น จะพบว่าวิธีการตรวจเก็บที่แตกต่างกัน จะให้ระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกัน โดยพบว่าการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยการใช้สารเคมีร่วมกันคือวิธีอินเดนโตไออนตามด้วยนินไฮดริน เป็นวิธีที่ดีที่สุดในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากให้ผลคุณภาพรอยลายนิ้วมือนิ้วในระดับดีบนกระดาษทุกประเภท ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Marriott et al. (2014) ที่ได้ทำการวิจัยตรวจหาลายนิ้วมือบนกระดาษโดยใช้สารเคมีร่วมกันแบบเรียงลำดับ พบว่าการใช้สารเคมีร่วมกันแบบเรียงลำดับจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการใช้สารเคมีเพียงชนิดเดียว อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Luscombe & Sears (2018) ที่ได้ทำการวิจัยการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีเรียงลำดับสารเคมี พบว่าเมื่อใช้ 1,2-indanedione/Zn ร่วมกับ Ninhydrin จะให้ประสิทธิภาพในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่ดี เนื่องจาก 1,2-indanedione/Zn และ Ninhydrin มีโครงสร้างที่คล้ายกันมาก จึงร่วมกันเสริมสร้างทำให้เกิดปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งนอกจากวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกันแล้ว ยังพบว่าประเภทของกระดาษที่แตกต่างกัน ก็ส่งผลต่อการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงเช่นกัน จากผลการวิจัยพบว่ากระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 สีขาว ให้ผลระดับคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงดีที่สุด โดย Suttatham (2008) ได้ทำการวิจัยการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione นำมาเปรียบเทียบกับ Ninhydrin และได้อธิบายว่าเนื่องจากกระดาษประเภทนี้มีลักษณะผิวเรียบ มีรูพรุน เส้นใย ไม่ขรุขระ มีสีอ่อน ไม่มีการเคลือบที่ผิวกระดาษหรือน้ำมันย ่งส่งผลให้เหงื่อและกรดอะมิโนถูกดูดซึมเข้าไปได้ดี รวมทั้งการที่ไม่มีลวดลาย จึงไม่รบกวนการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) กระดาษคราฟท์ให้ผลระดับคะแนนคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงต่ำที่สุด ซึ่ง Meechaitorn (2008) ได้ทำการศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงด้วย

นินไฮตริน และอธิบายไว้ว่าเนื่องจากกระดาษประเภทนี้ทำมาจากกระดาษเหนียว (Kraft paper) มีเนื้อเหนียว หยิบและมีสารกันซึม เช่น แวกซ์ เรซิน เคลือบอยู่ ทำให้เหงื่อซึมผ่านไม่ดี และนอกจากเนื้อกระดาษแล้ว สีหรือพื้นหลัง (Background) ของกระดาษก็ส่งผลต่อการมองเห็นรอยลายนิ้วมือแฝงเช่นกัน ส่วนกระดาษเทอร์มอลซึ่งมีองค์ประกอบพิเศษคือชั้นเทอร์มอล เมื่อใช้นินไฮตรินในการตรวจเก็บจะทำให้เปลี่ยนพื้นหลังสีขาวกลายเป็นคราบดำ แต่เมื่อใช้อินเดนไดโอร่วมกัน Polilight ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร สีดำของพื้นกระดาษจะไม่ส่งผลต่อการเรืองแสงของรอยลายนิ้วมือแฝง จึงทำให้เห็นรอยลายนิ้วมือแฝงชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suttatham (2008) ในด้านของกระดาษลูกฟูก องค์ประกอบของกระดาษลูกฟูกนั้นจะทำมาจากกระดาษคราฟท์ ทั้งในชั้นกระดาษลอนลูกฟูกและชั้นกระดาษแผ่นปะหน้าที่อยู่ติดกับลอนลูกฟูก นั่นคือมีลักษณะเนื้อเหนียวและหยิบ มีสารกันซึมและด้านการเปียกน้ำ ทำให้เหงื่อซึมผ่านไม่ดี ซึ่งให้ผลการวิจัยไปในทิศทางเดียวกันกับกระดาษคราฟท์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษด้วยวิธีอินเดนไดโอร่วมกับนินไฮตรินเป็นวิธีที่เพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานตรวจพิสูจน์ได้ เนื่องจากรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ด้วยวิธีนี้ให้ลายเส้นที่สมบูรณ์ คมชัด และเพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคล การวิจัยศึกษาในครั้งนี้จึงถือได้ว่าเป็นการพัฒนาวิธีการตรวจพิสูจน์อีกขั้นหนึ่ง และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงในลำดับถัดไป เพื่อเพิ่มศักยภาพงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการศึกษาบนกระดาษชนิดอื่นด้วย เนื่องจากรอยลายนิ้วมือแฝงที่พบในสถานที่เกิดเหตุ บางครั้งเป็นรอยลายนิ้วมือที่เกิดขึ้นบนกระดาษชนิดอื่นนอกเหนือจากชนิดที่ใช้ในการทำวิจัย
- 2) ควรมีการศึกษาวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงร่วมกับวิธีอื่นๆ เช่น การเติมสารเรืองแสง Zinc chloride หรือการใช้สารเคมีในลำดับถัดไป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง
- 3) ควรศึกษาในอาสาสมัครที่มีลักษณะผิวแตกต่างกันออกไปจากงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ทราบว่าอาสาสมัครที่มีลักษณะผิวที่แตกต่างกัน จะให้ผลการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- 4) การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ควรทำการศึกษาด้วยตัวอย่างจริงที่ตรวจเก็บจากสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งไม่ได้ถูกควบคุมด้วยตัวแปรต่างๆ เช่น แร่กรด ลักษณะการประทับลายนิ้วมือ

เอกสารอ้างอิง

- Luscombe, A., & Sears, V. (2018). A Validation Study of the 1,2-Indanedione Reagent for Operational Use in the UK : Part 3 – Laboratory Comparison and Pseudo-Operational Trials on Porous Items. *Forensic Science International*, 292, 254-261.
- Marriott, C., Lee, R., Wilkes, Z., Comber, B., Spindler, X., Roux, C., & Lennard, C. (2014). Evaluation of Fingerprint Detection Sequences on Paper Substrates. *Forensic Science International*, 236, 30-37.



- Meechaitorn, E. (2008). *A Study of Latent Fingerprints on Paper Developed with Ninhydrin* [Master's thesis, Silpakorn University]. Silpakorn University Respository (SURE). <https://bit.ly/3gfAqoi>. (In Thai).
- Seesuvan, P. (2018). Detection of Latent Fingerprints on Thermal Papers by The Method of Ninhydrin and Ninhydrin/PVP. *Veridian E-Journal*, 5(3), 79-93. (In Thai).
- Suttatham, P. (2008). *Developing Latent Fingerprints on a Various Types of Papers by Using 1,2-Indanedione* [Master's thesis, Silpakorn University]. Silpakorn University Respository (SURE). <https://bit.ly/3rrMsl3>. (In Thai).
- Theangtheantham, S. (2013). *Development of Latent Fingerprints on Objects Submerged in Natural Water by Using Small Particle Reagent and Black Powder* [Master's thesis, Silpakorn University]. Silpakorn University Respository (SURE). <https://bit.ly/3Hfqhno>. (In Thai).
- Wallace-Kunkel, C., Lennard, C., Stoilovic, M., & Roux, C. (2007). Optimisation and Evaluation of 1,2-Indanedione for Use as a Fingerprint Reagent and Its Application to Real Samples. *Forensic Science International*, 168, 14-26.

ประวัติผู้เขียน

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล	ว่าที่ร้อยตำรวจเอกหญิง จุฑารักษ์ บุญเลิศ *
ตำแหน่ง/สถานะ	นักศึกษาปริญญาโท
ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด	คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ ตำบลสามพราน อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์	jutarak_jb@hotmail.com

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (Corresponding Author)