

การเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน*

Comparison of Age Fingerprints Detection on Thermal Paper by Using Iodine Fuming, Ninhydrin and 1,2-Indanedione

สมภัทร สุขพานิชย์ (Sompat Sookphanich)**

ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง (Sirirat Choosakoonkriang)***

ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี (Supachai Supalaknari)****

บทคัดย่อ

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

คำสำคัญ : รอยลายนิ้วมือแฝง กระดาษเทอร์มอล รมไอโอดีน นินไฮดริน 1,2-อินเดนไดโอน

* เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยทางนิติวิทยาศาสตร์

** สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

(Forensic Science Program, Faculty of Science, Silpakorn University (pat_pat_sw_cu@hotmail.com))

*** อาจารย์ ดร. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

(Dr., Department of Chemistry, Faculty of Science, Silpakorn University (sirirat_157@yahoo.com))

**** อาจารย์ ดร. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

(Dr., Department of Chemistry, Faculty of Science, Silpakorn University (supsupalak@gmail.com))

Abstract

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

Keywords: fingerprint/ Thermal paper/ Iodine fuming/ Ninhydrin/ 1,2-Indanedione

บทนำ

คดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน มักมีการตรวจพบรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ หรือบนวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งเป็นพยานหลักฐานที่แสดงว่า ผู้ที่เป็นเจ้าของรอยลายนิ้วมือนั้นเป็นผู้ที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุ การตรวจพบรอยลายนิ้วมืออาจนำไปสู่ตัวผู้ต้องสงสัย เนื่องจากรอยลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลจะมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ที่แตกต่างกัน ไม่มีการซ้ำกัน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภท ได้แก่ รอยลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และรอยลายนิ้วมือที่มองเห็นไม่ชัด หรือมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, 2544: 10)

รอยลายนิ้วมือที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ ส่วนใหญ่มักเป็นรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยรอยลายนิ้วมือลักษณะนี้เกิดจากเหงื่อ ซึ่งเป็นสารคัดหลั่งที่ขับออกจากต่อมเหงื่อบนผิวหนังของนิ้วมือ บนเส้นขนของลายนิ้วมือ ซึ่งบางครั้งจะไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือมองไม่เห็นไม่ชัด เรียกรอยลายนิ้วมือประเภทนี้ว่า ลายนิ้วมือแฝง (Latent Fingerprint) และคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจะขึ้นอยู่กับตัวแปรสำคัญคือ ลักษณะพื้นผิวที่มีรอยลายนิ้วมือประทับอยู่ ลักษณะการจับวัตถุ ปริมาณเหงื่อ ไขมัน และสารอื่นๆ ที่อยู่บนเส้นขนของลายนิ้วมือ สภาวะแวดล้อมอื่นๆ รวมทั้งอายุของรอยลายนิ้วมือแฝง การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการทางเคมีที่ใช้กันมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการมไอโอดีน (Iodine fuming) วิธีการใช้สารละลาย นินไฮดริน (Ninhydrin) วิธี 1,2 อินเดนไดโอน (1,2-Indanedione) เป็นต้น ทำให้มีการพัฒนาการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพิสูจน์ (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, 2544: 22-28)

กระดาษเทอร์มอล ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน เช่น กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม ใบเสร็จร้านค้า ฯลฯ ส่งผลให้กระดาษเทอร์มอล สามารถพบรอยลายนิ้วมือแฝงซึ่งเป็นวัตถุพยานที่พบได้บ่อยครั้ง แต่กระดาษเทอร์มอลยังคงเกิดปัญหาในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ เนื่องจากองค์ประกอบของสารเคมี

ที่ซับซ้อนบนพื้นผิวของกระดาษ การดำเนินการด้วยวิธีธรรมดา เช่น การใช้ไนไฮดริน ในปิโตรเลียมอีเทอร์หรือสารละลาย DFO ทำให้เกิดสีดำนกระดาษเทอร์มอล ด้านที่ไวต่อความร้อน พื้นหลังที่มีสีดำจะลดความคมชัดของรอยลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บ ทำให้การระบุตัวบุคคลจากรอยลายนิ้วมืองดงกล่าวไม่สามารถทำได้ (Schwarz, 2010: 1076-1079)

ดังนั้นจึงมีผู้ให้ความสนใจและทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกับการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่เกี่ยวข้องดังนี้ โดยปี ค.ศ. 2000 Wilkinson Della (2000: 123-132) ได้ทำการศึกษาวิจัยศักยภาพของ 1,2 อินเดนไดโอน ที่นำมาใช้เป็นสารละลายเพื่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดนอกเหนือจากการใช้สาร DFO ที่ใช้กันอยู่ การศึกษาครั้งนี้นำไปสู่การค้นพบสารเคมีที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงเกิดการเรืองแสง โดยใช้ 1,2 อินเดนไดโอน ปี ค.ศ. 2007 Wallace-Kankel Christie, Lennard Chris และ Roux Claude (2007: 14-26) ทำการศึกษาวิจัยหาความเหมาะสมของ 1,2- indanedione เพื่อใช้เป็นรีเอเจนต์ลายนิ้วมือและประยุกต์ใช้กับตัวอย่างจริง โดยการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวรูปพรุน เช่น กระดาษ เทียบกับ ninhydrin และ DFO โดยนำเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ และเครื่อง Condor Chemical Imaging Macroscopic ส่องตรวจเพื่อให้เห็นลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1,2 indanedione เป็นสารเคมีที่ให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบสูงกว่าการใช้ไนไฮดริน และ DFO และมีความไวไวมากกว่าการใช้วิธีการแบบเดิม ปี พ.ศ. 2551 เพ็ญทิพย์ สุธรรม (2552: 218-232) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีไนไฮดรินกับวิธี 1,2 อินเดนไดโอน บนกระดาษทั้งหมด 15 ชนิด พบว่า 1,2-อินเดนไดโอน ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถตรวจพบลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษได้หลายชนิดมากกว่าวิธีไนไฮดริน และเมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง พบว่าบนกระดาษบันทึกการเอทีเอ็ม การตรวจด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ สามารถให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงในระดับสูงมาก ส่วนวิธีไนไฮดรินให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงในระดับต่ำ ปี ค.ศ. 2009 Jasuja Om Prakash และ Singh Gagandeep (2009: e11-e16) ทำการศึกษารองการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล โดยในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงโดยการรมด้วยไอของไอโอดีน ซึ่งพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงมีความคงทน และไม่ทำให้สีของพื้นหลังของกระดาษเทอร์มอลมีการเปลี่ยนแปลง และสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ถูกเก็บไว้เป็นระยะเวลานานได้ถึง 1 ปี ปี พ.ศ. 2556 นันทกาล ตาลจินดา (2556: 808-816) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีไนไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 24 ชั่วโมง บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษเอทีเอ็ม กระดาษใบเสร็จจากร้านค้า และกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีการรมไอโอดีน วิธีไนไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน โดยการเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการพิมพ์นิ้วชี้ของอาสาสมัคร 10 คน เป็นเพศหญิง 5 คน และเพศชาย 5 คน อายุระหว่าง 20-35 ปี จากการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษพบว่า การตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน ให้คุณภาพความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงมากที่สุด ปี ค.ศ. 2017 Lewin-Elard Michal และคณะ (2017: 8-12) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการตรวจเก็บด้วยสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน 3 ชนิด คือ วิธีไนไฮดริน วิธี DFO และวิธี 1,2 อินเดนไดโอน บนตัวรถไฟซึ่งด้านหนึ่งเป็นเยื่อกระดาษ อีกด้านหนึ่งเป็นกระดาษเทอร์มอล โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคุณภาพรอยลาย

นิ้วแฝงที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ พบว่าวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่เหมาะสมในการตรวจเก็บตัวรฟไฟฟ้าด้านที่เป็นเยื่อกระดาษคือ วิธี 1,2 อินเดนไดโอน วิธีนินไฮดริน และวิธี DFO ตามลำดับ ส่วนตัวรฟไฟฟ้าด้านที่เป็นกระดาษเทอร์มอลคือ วิธี 1,2 อินเดนไดโอน วิธี DFO และวิธีนินไฮดริน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปริมาณของตัวรฟไฟฟ้าที่ตรวจเก็บทั้งสองด้านของตัวรฟไฟฟ้าแล้วให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ พบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธี 1,2 อินเดนไดโอน วิธี DFO และวิธีนินไฮดริน ตามลำดับ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลงานวิจัยต่างๆ ดังได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่อง การตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลให้เกิดประโยชน์กับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์มากขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน
2. ศึกษาวิธีการตรวจเก็บที่เหมาะสมที่สุด ในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล

วิธีการวิจัย

ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการวิจัย

กระดาษเทอร์มอลที่ใช้ในการวิจัย เป็นกระดาษ 3 ชนิด คือ กระดาษแฟกซ์ จากร้านรับ-ส่งแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม จากเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติธนาคารกรุงไทย และใบเสร็จร้านค้า จากร้าน 7-11 ที่สามารถพบได้ในสถานที่ทำงาน ร้านค้า และที่พักอาศัย ในเขตกรุงเทพมหานคร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ ของ Gemalto N.V. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ของ บริษัท ไชแอนติฟิค โปรโมชัน จำกัด ปีกเกอร์ ซ้อนตักสาร กระบอกตวง แท่งแก้วสำหรับคนสารละลาย ที่คืบตัวอย่าง ขวดสีสำหรับใส่สารละลาย ภาชนะปิดสำหรับใช้มไอโอดีน ภาชนะใส่สารละลายสำหรับจุ่มตัวอย่าง และกล้องถ่ายภาพดิจิทัล Nikon รุ่น D800

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ Iodine ของ ศีกษาภัณฑ์พาณิชย์, Ninhydrin (2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione) ของ Ajax Finechem Pty Ltd, 1,2-Indanedione ของ BVDA International bv, Acetic Acid ของ QREC (ASIA) SDN BHD, Petroleum Ether ของ Merck KGaA, Ethyl Acetate ของ Ajax Finechem Pty Ltd, Methanol ของ Merck KGaA, Isopropanol ของ Merck KGaA, Ethanol ของ Merck KGaA, Zinc Chloride ของ Ajax Finechem Pty Ltd, HFE-7100 Solvent (methoxynonafluoroisobutane/methoxynonafluoro-butane) ของ 3M Thailand Limited

วิธีการทดลอง

เตรียมตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝง

เตรียมการกระดาศเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาศแฟกซ์ จากร้านรับ-ส่งแฟกซ์ไบบั้นทิกเอทีเอ็ม จากเครื่องฝากถอนเงินอัตโนมัติธนาคารกรุงไทย และใบเสร็จร้านค้า จากร้าน 7-11 ชนิดละ 36 แผ่น รวมกระดาศเทอร์มอลทั้งหมด 108 แผ่น

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

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

การเตรียมสารละลาย

โดยเตรียมสารละลายเตรียมตามคู่มืออบรม Fingerprint Detection & Enhancement (Stoilovic and Lennard, 2012: 73-88)

การเตรียมไอโอดีน ทำโดยชั่งเกล็ดไอโอดีน 10 กรัม ใส่ลงในภาชนะปิด

เตรียมสารละลายนินไฮดริน ได้แก่ Stock solution: ชั่งสารเคมีนินไฮดริน 35 กรัม ละลายใน Ethanol 425 มิลลิลิตร เติม Ethyl Acetate 35 มิลลิลิตร แล้วเติม Acetic acid 40 มิลลิลิตร จะได้สารละลายใสปริมาตรรวม 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและในที่มืด และ Working solution: โดยนำ Stock solution ที่เตรียมไว้ 65 มิลลิลิตร มาเจือจางด้วย HFE-7100 935 มิลลิลิตร จะได้สารละลายใสปริมาตรรวม 1,000 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลาย 1,2-อินเดนไดโอน ได้แก่ Stock solution: ชั่งสาร Zinc Chloride 8 กรัม ละลายใน Ethanol 200 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและในที่มืด และ Working solution: ชั่งสารเคมี 1,2-อินเดนไดโอน 0.35 กรัม ละลายด้วย Ethyl Acetate 40 มิลลิลิตร คนให้ละลาย จากนั้นเติม HFE-7100 Solvent 960 มิลลิลิตร แล้วเติม Zinc chloride Stock solution 4 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและในที่มืด

ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ด้วยวิธีรมไอโอดีน ทำโดยนำเกล็ดไอโอดีนใส่ลงในภาชนะปิด พร้อมด้วยตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่จะใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง เกล็ดไอโอดีนในภาชนะปิดจะระเหิดเป็นไอไปเกาะไขมันจากเหงื่อที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝง จะปรากฏเห็นเป็นลายนิ้วมือสีน้ำตาลส้ม แล้วถ่ายรูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดทันที ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล Nikon รุ่น D800 แล้วนำภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

ด้วยวิธีนินไฮดริน ทำโดยนำตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่จะใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงจุ่มลงในสารละลายนินไฮดริน ทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที ถ่ายรูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนกระดาษเทอร์มอลตัวอย่างแต่ละชนิด ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล Nikon รุ่น D800 แล้วนำภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ทำโดยนำตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลที่จะใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง จุ่มลงในสารละลาย 1,2-อินเดนไดโอน ทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 5 นาที นำไปส่องตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ที่ 515 นาโนเมตร (green light) ทำการถ่ายรูปด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล Nikon รุ่น D800 ผ่านตัวกรองแสงสีส้ม นำภาพถ่ายลายนิ้วมือแฝงที่ได้บนกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ

โดยดำเนินการกับตัวอย่างแต่ละชุดที่เตรียมไว้ ดังนี้

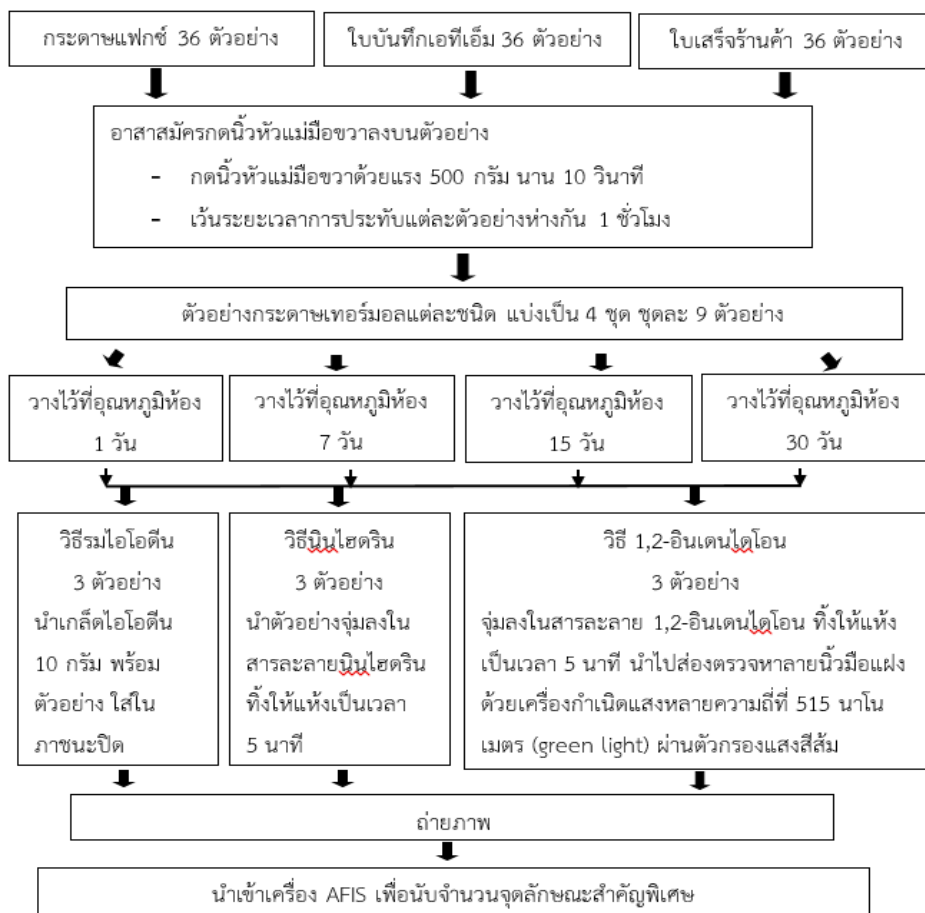
ชุดที่ 1 ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดที่ประทับลายนิ้วมือแล้ว ชนิดละจำนวน 3 ตัวอย่าง วางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วัน จากนั้นนำไปตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธีละ 1 ตัวอย่าง ทำซ้ำเช่นเดียวกันรวมจำนวน 3 ครั้ง กับตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด

ชุดที่ 2 ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดที่ประทับลายนิ้วมือแล้ว ชนิดละจำนวน 3 ตัวอย่าง วางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธีละ 1 ตัวอย่าง ทำซ้ำเช่นเดียวกันรวมจำนวน 3 ครั้ง กับตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด

ชุดที่ 3 ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดที่ประทับลายนิ้วมือแล้ว ชนิดละจำนวน 3 ตัวอย่าง วางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากนั้นนำไปตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธีละ 1 ตัวอย่าง ทำซ้ำเช่นเดียวกันรวมจำนวน 3 ครั้ง กับตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด

ชุดที่ 4 ตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิดที่ประทับลายนิ้วมือแล้ว ชนิดละจำนวน 3 ตัวอย่าง วางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำไปตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธีละ 1 ตัวอย่าง ทำซ้ำเช่นเดียวกันรวมจำนวน 3 ครั้ง กับตัวอย่างกระดาษเทอร์มอลแต่ละชนิด

การดำเนินการกับตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล แสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 1 แสดงแผนภาพการดำเนินการกับตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล

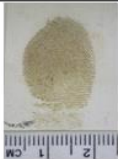
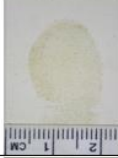
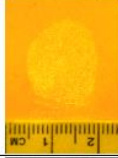
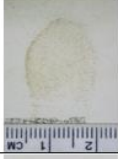
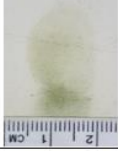
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาศเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาศแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ที่วางไว้เป็นระยะเวลา 1, 7, 15 และ 30 วัน แล้วทำการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีนวิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดรอน ทำการตรวจนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ โดยใช้ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมือนัตโนมิติ แล้วนำจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมาคำนวณค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบโดยสำหรับประเทศไทย จะใช้รอยลายนิ้วมือแฝงในการยืนยันตัวบุคคลได้ เมื่อมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษตั้งแต่ 10 จุดขึ้นไป (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, 2544: 12)

ผลการวิจัย

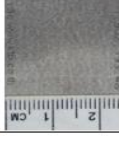
ผลการวิเคราะห์ผลของอายุของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

การทดสอบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน กับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ซึ่งประทับลงบนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า แสดงดังภาพที่ 2-4

วิธีตรวจเก็บ อายุลายนิ้วมือ(วัน)	รมไอโอดีน	นินไฮดริน	1,2-อินเดนไดโอน
1			
7			
15			
30			

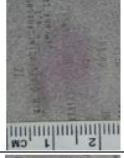
ภาพที่ 2 การทดสอบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน กับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ซึ่งประทับลงบนกระดาษแฟกซ์

จากภาพที่ 2 จะพบว่าการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีรมไอโอดีนจะมีความคมชัดมากที่อายุลายนิ้วมือแฝง 1 วัน โดยความคมชัดจะลดลงเมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น ส่วนการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธีนินไฮดรินจะมีความคมชัดน้อยสำหรับอายุลายนิ้วมือแฝง 1 วัน และจะไม่สามารถมองเห็นรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุตั้งแต่ 7 วันขึ้นไป ส่วนการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีความคมชัดสูงจนถึงอายุลายนิ้วมือแฝง 15 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าการตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน สำหรับลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน จะมีความคมชัดน้อยมาก

วิธีตรวจเก็บ อายุลายนิ้วมือ(วัน)	รมไอโอดีน	นินไฮดริน	1,2-อินเดนไดโอน
1			
7			
15			
30			

ภาพที่ 3 การทดสอบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน กับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ซึ่งประทับลงบนใบบันทึกเอทีเอ็ม

จากภาพที่ 3 จะพบว่าการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็ม จะมีความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น โดยวิธีการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ทำให้ลายนิ้วมือแฝงมีความคมชัดมากที่สุด สำหรับลายนิ้วมือแฝงทุกช่วงอายุ ได้แก่วิธี วิธี 1,2-อินเดนไดโอน วิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดรินตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ที่ทำการตรวจเก็บทั้ง 3 วิธี จะมีความคมชัดน้อยมาก

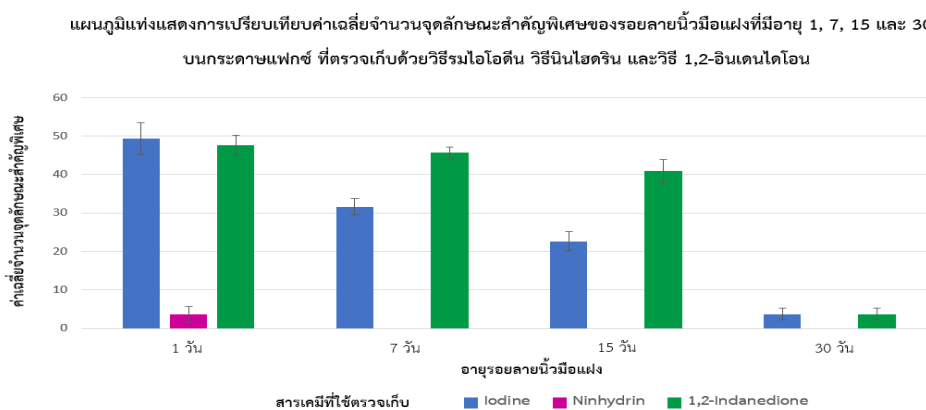
วิธีตรวจเก็บ อายุลายนิ้วมือ(วัน)	รมไอโอดีน	นินไฮดริน	1,2-อินเดนไดโอน
1			
7			
15			
30			

ภาพที่ 4 การทดสอบด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน กับรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน ซึ่งประทับลงบนใบเสร็จจากร้านค้า

จากภาพที่ 4 จะพบว่าการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จจากร้านค้า จะมีความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง เมื่ออายุลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น โดยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1 วัน และ 7 วัน การตรวจเก็บทั้ง 3 วิธี จะมีความคมชัดใกล้เคียงกัน ส่วนลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 15 วัน การตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน จะมีความคมชัดใกล้เคียงกัน ในขณะที่การตรวจเก็บด้วยวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีความคมชัดน้อยกว่ามาก นอกจากนี้ยังพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 30 วัน ที่ทำการตรวจเก็บทั้ง 3 วิธี จะมีความคมชัดน้อยมาก

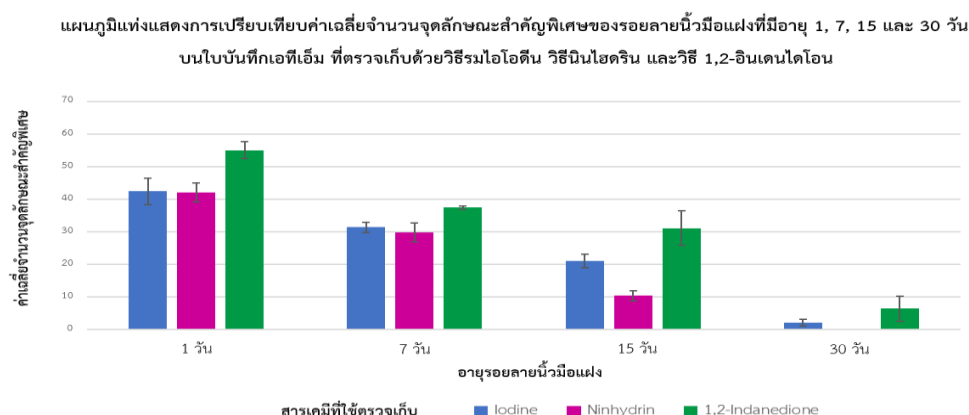
ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน

ผลการวิเคราะห์การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จจากร้านค้า ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2 - อินเดนไดโอน เมื่อทำการถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่างทั้งหมด 108 ตัวอย่าง ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล Nikon รุ่น D800 นำภาพถ่ายรอยลายนิ้วมือแฝงทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เพื่อนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ แสดงผลในรูปของแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จจากร้านค้า ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ได้ตั้งภาพที่ 5-7



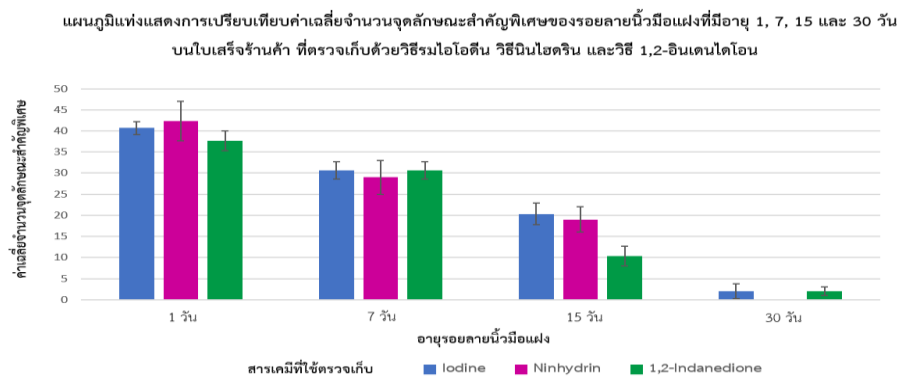
ภาพที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาษแฟกซ์ ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3)

จากภาพที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจเก็บบนกระดาษแฟกซ์ พบว่า วิธี 1,2-อินเดนไดโอน มีความสามารถในการตรวจเก็บมากที่สุด เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่าวิธีมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน



ภาพที่ 6 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนใบบันทึกเอทีเอ็ม ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน (n=3)

จากภาพที่ 6 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบการตรวจเก็บบนใบบันทึกเอทีเอ็ม พบว่า วิธี 1,2-อินเดนไดโอน มีความสามารถในการตรวจเก็บมากที่สุด ตรวจพบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่าวิธีอื่นๆ บนรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลที่มีอายุต่างกัน โดยสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน ได้ดี ซึ่งผลการทดลองหารอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์และใบบันทึกเอทีเอ็มนี้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elard Michal และคณะ (2017: 8-12) ซึ่งพบว่าวิธี 1,2 อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอล มากกว่าวิธีนินไฮดริน



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

และจากภาพที่ 7 เมื่อพิจารณาการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบเสร็จร้านค้า ผลการทดลองพบว่า วิธีมไอโอดีนสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน และมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงกว่าวิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของนันทกาล ตาลจินดา (2556: 808-816) ที่พบว่า การตรวจเก็บบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีมไอโอดีนให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงดีกว่าวิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน บนกระดาษเทอร์มอล

นอกจากนี้ จากภาพที่ 5-7 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ลดลง เมื่ออายุของรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ได้แก่ กระดาษแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า และเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ทั้งนี้ เพื่อนำไปประยุกต์เลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล แต่ละชนิด อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล เพิ่มความสามารถในการจับกุมผู้กระทำความผิดในคดีอาชญากรรม เป็นการสร้างความยุติธรรมให้กับผู้บริสุทธิ์หรือผู้ถูกกล่าวหา

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุต่างกันบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอล ที่ตรวจเก็บด้วยวิธีมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จะมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง เมื่ออายุของรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มมากขึ้น

วิธีการตรวจเก็บที่มีความเหมาะสมมากที่สุดบนกระดาดแฟกซ์ คือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอน เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 41.00 จุด ซึ่งสูงกว่าวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elard Michal และคณะ (2017: 8-12) ซึ่งพบว่าวิธี 1,2 อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาดเทอร์มอล มากกว่าวิธีนินไฮดริน

วิธีการตรวจเก็บที่มีความเหมาะสมมากที่สุดบนใบบันทึกเอทีเอ็ม คือ วิธี 1,2-อินเดนไดโอน เนื่องจากสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุนานถึง 15 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 31.00 จุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าวิธีรมไอโอดีน และวิธีนินไฮดริน โดยพบว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เพ็ญทิพย์ สุธรรม (2552: 218-232) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาดหลายชนิดด้วย 1,2-Indanedione ที่มีการตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงบนใบบันทึกเอทีเอ็ม ด้วยวิธี 1,2-Indanedione ได้คุณภาพความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lewin-Elard Michal และคณะ (2017: 8-12) ซึ่งพบว่าวิธี 1,2 อินเดนไดโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตรวจเก็บบนกระดาดเทอร์มอล มากกว่าวิธีนินไฮดริน

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

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

จึงสามารถสรุปได้ว่าจากผลการวิจัย การตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาดเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน สามารถนำไปประยุกต์เลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุ 1, 7, 15 และ 30 วัน บนกระดาดเทอร์มอล 3 ชนิด ได้แก่ กระดาดแฟกซ์ ใบบันทึกเอทีเอ็ม และใบเสร็จร้านค้า เพื่อเพิ่มคุณค่าของวัตถุพยานที่เป็นกระดาดเทอร์มอล นำไปสู่การจับกุมผู้กระทำความผิดในคดีอาชญากรรม สร้างความยุติธรรมให้กับผู้บริสุทธิ์หรือผู้ถูกกล่าวหาได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษา โดยใช้ลายนิ้วมือแฝงที่ประทับใหม่บนกระดาดเทอร์มอล แต่ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบในที่เกิดเหตุบางครั้งเป็นลายนิ้วมือแฝงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิววัสดุประเภทพูนชนิดอื่น จึงควรศึกษาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุประเภทพูนชนิดอื่นเพิ่มเติม
2. การวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่มีอายุต่างกันบนกระดาดเทอร์มอล ด้วยวิธีรมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2-อินเดนไดโอน จึงอาจทำการศึกษาการตรวจเก็บด้วยวิธีอื่นๆ เพิ่มเติม
3. ควรทำการศึกษาด้วยตัวอย่างของจริงที่ตรวจเก็บจากสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งไม่ได้มีการควบคุมตัวแปรต่างๆ เช่น น้ำหนักแรงกดในการหยิบจับกระดาดเทอร์มอล ลักษณะการประทับรอยลายนิ้วมือแฝง ปริมาณเหงื่อ อุณหภูมิในสถานที่เกิดเหตุ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- นันทกาล ตาลจินดา. (2556). “การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการมไอโอดีน วิธีนินไฮดริน และวิธี 1,2 อินแดนไดโอน.” **Veridian E-Journal** 6, 1 (มกราคม-เมษายน): 808-816.
- เพ็ญทิพย์ สุธรรม. (2552). “การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione.” **Veridian E-Journal** 2, 1 (สิงหาคม): 218-232.
- อรรถพล แชมสุวรรณวงศ์. (2544). **นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด.

ภาษาต่างประเทศ

- Jasuja, Om Prakash, and Gagandeep Singh. (2009). “Development of latent fingermarks on thermal paper: Preliminary investigation into use of iodine fuming.” **Forensic Science International** 192, 1-3 (November): e11-e16.
- Lewin-Elard, Michal, and others. (2017). “1,2-Indanedione - A winning ticket for developing fingermarks: A validation study.” **Forensic Science International** 271 (December): 8-12.
- Schwarz, L, and L Klenke. (2010). “Improvement in latent fingerprint detection on thermal paper using a one-step ninhydrin treatment with polyvinylpyrrolidones (PVP).” **Journal of Forensic Sciences** 55, 4 (April): 1076-1079.
- Stoilovic, Milutin, and Chris Lennard. (2012). **Fingerprint Detection & Enhancement, Incorporating Light Theory and General Forensic Applications of Optical Enhancement Techniques**. 6th ed. Canberra: Australian Federal Police.
- Wallace-Kankel, Christie, Chris Lennard, and Claude Roux. (2007). “Optimisation and Evaluation of 1,2-indanedione for use as a fingerprint reagent and its application to real samples.” **Forensic Science International** 168, 1 (May): 14-26.
- Wilkinson, Della. (2000). “Spectroscopic study of 1,2-indandione.” **Forensic Science International** 114, 3 (December): 123-132.