ผลของเกรดอะซิโตนต่อคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏโดยเทคนิคนินไฮดริน
The Effect of Different Acetone Grade on Quality of Latent Fingerprint Developed Using Ninhydrin Technique

สิทธิพล ตั้งตรงสิทธิ์ ไพเราะ ไพรหิรัญกิจ และ กัญญาณัฐ เปี่ยมงาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

Sittipol Tangtrongsit, Pairoa Praihirunkit, and Kanyanath Piumngam
Master of Science in Forensic Science, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University, Rangsit

Received October 28, 2020 | Revised December 7, 2020 | Accepted June 12, 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นโดยเทคนิคนินไฮดรินจากการใช้อะซิโตน 5 เกรด ได้แก่ ACS Grade (เกรดมาตรฐาน), AR Grade, Laboratory Grade, Purified Grade และ Commercial Grade บนตัวอย่างพื้นผิวแบบมีรูพรุน 2 ชนิด คือ กระดาษสมุด และกระดาษ A4 และศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นภายหลังจากการทดสอบด้วยเทคนิคนินไฮดรินในอะซิโตน 5 เกรด โดยการแบ่งระดับคุณภาพ และการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า บนพื้นผิวทั้ง 2 ชนิด ปรากฏลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในการทดลองกับอาสาสมัคร โดยใช้อะซิโตนเกรดมาตรฐาน (ACS Grade) เปรียบเทียบกับอะซิโตนที่เกรดต่ำสุด (Commercial Grade) พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏมีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถสรุปได้ว่า ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบได้จากการใช้อะซิโตนทั้ง 5 เกรด ในเทคนิคนินไฮดรินมีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ลายนิ้วมือแฝง, นินไฮดริน, อะซิโตน, พื้นผิวแบบมีรูพรุน

Abstract

The purpose of this research is to compare the quality of latent fingerprints developed by Ninhydrin technique in 5 different grades of acetone namely ACS Grade (standard Grade), AR Grade, Laboratory Grade, Purified Grade and Commercial Grade on 2 porous surfaces. Also, this study aims to compare the duration of the persistence of fingerprints that appear after the test with the Ninhydrin technique in different acetone grades. This research is an experimental research using 2 types of analysis: statistical analysis and quality degree analysis. The findings reveal that the quality of the fingerprint can be detected with no statistically significant (p = .05) under the use of different grades

of acetone on the samples of notebook and A4 paper. In addition, the quality of latent fingerprints taken from the volunteers using standard grade acetone (ACS Grade) compared with commercial Grade is not statistically significant different. This study, therefore, concludes that the quality of latent fingerprints detected using the different grades of acetone is not varied.

Keywords: Latent Fingerprints, Ninhydrin, Acetone, Porous Surface

บทนำ

ปัจจุบันมีการก่ออาชญากรรมขึ้นมากในหลายประเทศ จากข้อมูลการรายงานสถิติการจับกุมคนร้ายในกลุ่มคดีอาญาที่น่าสนใจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550–2559 (Royal Thai Police, 2017) พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งในคดีส่วนใหญ่ต้องอาศัยความรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการคลี่คลายคดี และพิจารณาในชั้นศาล ซึ่งวิธีการทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธี เช่น การตรวจพิสูจน์เอกสาร การตรวจดีเอ็นเอ การตรวจคราบเลือด การตรวจคราบอสุจิ สารคัดหลั่งต่าง ๆ การตรวจอาวุธปืน รวมไปถึงการตรวจลายพิมพ์นิ้วมือด้วยเช่นกัน

การตรวจลายนิ้วมือหรือลายนิ้วมือแฝง เป็นที่นิยมใช้กันมากในทางคดีเพราะลายนิ้วมือแฝงสามารถใช้ระบุตัวตนได้เป็นอย่างดี มีความจำเพาะต่อบุคคลสูง จึงนิยมใช้ในการตรวจพิสูจน์ระบุตัวบุคคล (De Forest, 1938) และวิธีการตรวจลายนิ้วมือยังเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าในการตรวจพิสูจน์วิธีการอื่น ๆ การตรวจลายพิมพ์นิ้วมือจึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในวงการนิติวิทยาศาสตร์ (Cole, 2002) วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงที่ใช้กันในปัจจุบันมีหลายวิธี เช่น การใช้ผงฝุ่น การใช้แก๊ส การลอกลายนิ้วมือ การถ่ายภาพ การใช้แสง การใช้น้ำยาทางเคมี เป็นต้น ซึ่งในบางกรณีก็จะใช้วิธีตรวจเก็บร่วมกันมากกว่าหนึ่งวิธี ในวิธีการเก็บลายนิ้วแฝงด้วยวิธีต่าง ๆ แต่ละชนิดก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการยึดติดกับลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน (Berry & Stoney, 2001) จึงเกิดการวิจัยที่เกี่ยวกับความเหมาะสมในการเลือกใช้วิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝง ไม่ว่าจะเป็นบนพื้นผิวที่มีรูพรุน พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน และพื้นผิวกึ่งรูพรุน จากการค้นคว้าพบว่า บนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน และกึ่งรูพรุนมักทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยใช้วิธีอบไอกาว และวิธีการปัดด้วยผงฝุ่น ส่วนในพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนมักใช้วิธีทางเคมี เช่น การใช้เทคนิคนินไฮดริน โดยสารนินไฮดรินเป็นของแข็ง และต้องถูกนำไปละลายในตัวทำละลายก่อนการนำมาใช้ การละลายนินไฮดรินขึ้นกับการเตรียมส่วนผสมแต่ละสูตรมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน (Almog, 2001) โดยสูตรที่นิยมมากที่สุดคือการละลายด้วยอะซิโตน เพราะเป็นวิธีที่ง่ายใช้สารอะซิโตนเพียงอย่างเดียวในส่วนผสม แต่มีข้อเสียคืออะซิโตนสามารถละลายน้ำหมึกที่เป็นองค์ประกอบบนตัวอย่างกระดาษได้ด้วย ต่อมาได้มีการวิจัยสูตรนินไฮดรินชนิดใหม่โดยใช้สาร Methanol, Isopropanol และ Petroleum ether ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำหมึก (Petruncio, 2000) แต่วิธีนี้มีความยุ่งยากในการใช้งานมากกว่า การใช้อะซิโตนจึงยังเป็นตัวเลือกหลักในการตรวจพิสูจน์หลักฐานที่ไม่มีน้ำหมึก ในทางเคมีอะซิโตนที่นำมาใช้มีหลายเกรด การเลือกอะซิโตนมาใช้ในเทคนิคนินไฮดรินก็จัดเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะหากอะซิโตนมีคุณภาพต่ำเกินไปอาจทำให้ประสิทธิภาพของสารนินไฮดรินลดลง หรือหากใช้เกรดของอะซิโตนที่สูงเกินไปก็จะเกินความจำเป็น และทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงได้

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้ จึงต้องการศึกษาผลของการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยใช้นินไฮดรินที่ละลายในอะซิโตนเกรดต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้อะซิโตนที่เหมาะกับการทำงาน ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการผู้ปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์มากขึ้น ในด้านความถูกต้อง มีประสิทธิภาพ รวมถึงความคุ้มค่าเป็นต้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นโดยวิธีนินไฮดรินจากการใช้อะซิโตนเกรดที่ต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ ACS Grade, AR Grade, LAB Grade, Pure Grade และ Commercial Grade บนพื้นผิวแบบมีรูพรุน 2 ชนิด คือ กระดาษสมุด และกระดาษ A4

2. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นจากการใช้เทคนิคนินไฮดรินที่ใช้อะซิโตนเกรดต่างกัน

ทบทวนวรรณกรรม

ลายนิ้วมือ หรือ ลายเส้นผิวหนัง มาจากคำภาษาอังกฤษว่า Dermal Ridge หมายรวมถึง ลายเส้นบนฝ่ามือ ลายนิ้วมือ ลายฝ่าเท้า มีลักษณะเป็นเส้นนูนปรากฏบนผิวหนังนิ้วมือ และนิ้วเท้าของทุกคน เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล แม้แต่ฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical Twins) ก็มีลักษณะลายเส้นผิวหนังแตกต่างกัน (Srihari, Srinivasan & Fang 2008) ดังนั้นจึงมีการนำลายเส้นผิวหนังโดยเฉพาะลายนิ้วมือไปใช้ประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ คือ การพิสูจน์บุคคล ลายนิ้วมือแฝงมีความแม่นยำในการพิสูจน์บุคคล มีลักษณะคงทนไม่เปลี่ยนแปลง ลายเส้นของผิวหนังจะเริ่มปรากฏตั้งแต่ตอนอยู่ในครรภ์มารดา ประมาณเดือนที่ 3-4 โดยลักษณะนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่เกิดจนตาย จะเปลี่ยนแปลงแค่การขยายขนาดของลายเส้นตามการเจริญเติบโตของร่างกาย (Okajima, 1975) และถึงแม้ว่าหากผู้นั้นตายไปแล้ว แต่ร่างกายยังไม่เน่าเปื่อย ลายนิ้วมือที่ปรากฏอยู่ก็จะไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้หากเกิดเหตุทำให้มีความผิดปกติขึ้นที่บริเวณผิวของนิ้วมือ เช่น ผิวหนังลอก โดนกรดอ่อนกัด หรือโดนถูด้วยของหยาบจนผิวหนังหลุด ลายนิ้วมือจะลบเลือนไปเพียงชั่วคราว เมื่อร่างกายซ่อมแซมผิวหนังเสร็จ ลายนิ้วมือก็จะกลับเป็นสภาพเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Rovee & Maibach, 2004) ด้วยเหตุนี้ ลักษณะลายนิ้วมือของมนุษย์จึงนับว่าเป็นเครื่องหมายพิสูจน์ตัวบุคคลได้อย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นในร่างกายของมนุษย์ เช่น รอยแผลเป็น รอยสัก ผิวหนัง ผม นัยน์ตา เพราะสิ่งเหล่านี้ย่อมเจริญขึ้น และเสื่อมไปตามวัย อีกทั้งมนุษย์ไม่อาจเปลี่ยนแปลงลายนิ้วมือได้ ลักษณะลายเส้นของนิ้วมือมนุษย์ยังไม่มีวิธีการที่จะเปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้เพราะเหตุว่าหากลายเส้นเสียหายไปด้วยประการใด ๆ ในเส้นนิ้วมือก็จะเกิดใหม่ในรูปและสภาพเดิมเสมอ (Chacko & Vaidya, 1968)

หลักการทั่วไปด้านการตรวจเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือ 2 รอย จะต้องมีรูปแบบเหมือนกันมีจำนวนจุดลักษณะพิเศษที่มากพอสามารถเข้ากันได้ คือลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นต้องเป็นชนิดและตำแหน่งเดียวกันและมีความสำคัญซึ่งกันและกัน นอกจากนั้นต้องไม่มีส่วนไหนที่แตกต่างจึงจะลงความเห็นว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน ในปี ค.ศ. 1973 หน่วยงาน International Association for Identification ใช้เวลา 3 ปี ในการศึกษาจำนวนจุดลักษณะพิเศษที่ใช้ในการตรวจเปรียบเทียบที่น้อยที่สุดว่าควรเป็นเท่าใด ผลการศึกษาพบว่าไม่สามารถกำหนดค่าต่ำสุดในการกำหนดลักษณะพิเศษที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้ (Stock, 1987) การที่แต่ละประเทศมีมาตรฐานการกำหนดลักษณะพิเศษสำหรับการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันบุคคลที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการสำรวจการหาความสัมพันธ์ของจำนวนจุดลักษณะพิเศษกับนิ้วมือ รูปแบบ และมือ ผลจากการวิเคราะห์การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า แต่ละคนมีปัจจัยเกี่ยวกับรูปแบบของลายนิ้วมือเป็นตัวกำหนดจุดลักษณะพิเศษแตกต่างกัน มีความเป็นไปได้ว่า จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ขึ้นอยู่กับระดับของรูปแบบลายนิ้วมือ เพศ เชื้อชาติ ในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน

ในแต่ละที่ (Network of Forensic Science Institutes, 2016; International Association for Identification, n.d.)

การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีทางเคมี เป็นการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้าแฝงที่วัตถุพยานบางชนิด ไม่สามารถใช้วิธีการปัดด้วยผงฝุ่นได้ เช่น ของกลางประเภทกระดาษ การตรวจเก็บโดยวิธีทางเคมีจะได้ผลดีกว่า ขึ้นกับชนิดและพื้นผิวของวัตถุพยานนั้น โดยอาศัยหลักการทางเคมี คือ ให้องค์ประกอบในสารเคมีทำปฏิกิริยากับสารประกอบที่ขับออกมาทางนิ้วมือ และทำให้เกิดการเปลี่ยนสี น้ำยานินไฮดริน (Ninhydrin) โดยปกติแล้วนินไฮดรินจะมีลักษณะเป็นของแข็ง สีเหลืองอ่อน โดยจะนำมาละลายโดยตัวทำละลาย เช่น อะซิโตน (McCaldin, 1960) ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นในพื้นผิวที่มีรูพรุน นินไฮดรินจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในเหงื่อที่อยู่ในรอยลายนิ้วมือแฝง ทำให้เห็นลายนิ้วมือแฝงออกมาเป็นสีม่วงหรือน้ำเงิน (Ruhemann's Purple) (Yemm, Cocking & Ricketts, 1955) โดยปฏิกิริยานี้อาจใช้เวลาเล็กน้อย ซึ่งเราสามารถเร่งปฏิกิริยาได้โดยใช้ความร้อน เช่น เตารีด หรือตู้อบนินไฮดริน หรือแสงอาทิตย์ ภายหลังจากลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นแล้ว สีม่วงหรือน้ำเงินนั้นจะค่อย ๆ จางหายไป จึงต้องทำการถ่ายภาพเก็บไว้เป็นหลักฐานด้วย (Chamsuwanwong, 2009)

อะซิโตน (Acetone) มีชื่อทางเคมีว่า 2-Propanone เป็นสารตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยง่าย สามารถสกัดได้จากธรรมชาติและการสังเคราะห์จากปิโตรเลียม นิยมใช้ในหลายด้าน โดยมักจะถูกใช้เป็นตัวทำละลายสารต่าง ๆ อะซิโตนมีหลายเกรดเมื่อแบ่งตามระดับของคุณภาพ แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในด้านวิทยาศาสตร์ คือ ACS Grade (American Chemical Society Grade) เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูง แต่ก็มีราคาที่สูงเช่นกัน (Sripakdee, 2014)

ปัจจุบันเราสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจหาได้จากวิธีการต่าง ๆ ได้ด้วย ระบบการตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) เป็นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมือ โดยที่ระบบมี Software สำหรับอ่านและคำนวณค่าความสัมพันธ์ของจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ของลายพิมพ์นิ้วมือที่นำ เข้าตรวจสอบกับฐานข้อมูล แล้วคำนวณค่าความสัมพันธ์ของจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่าง ๆ จากลายพิมพ์นิ้วมือแต่ละนิ้ว โดยที่ระบบสืบค้นจะทำการเปรียบเทียบจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายพิมพ์นิ้วมือที่นำเข้าตรวจสอบกับฐานข้อมูลแล้วคำนวณค่า จากนั้นจะแสดงรายการผู้เข้าข่ายที่มีความสัมพันธ์เรียงลำดับจากมากไปน้อย (Moore, 1991) ซึ่งผู้ชำนาญด้านลายพิมพ์นิ้วมือจะยืนยันว่าเป็นลายพิมพ์นิ้วมือของบุคคลเดียวกันหรือไม่ นอกจากนี้ ข้อมูลระบบ AFIS ยังเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลประวัติอาชญากร (CDS) เพื่อใช้ในการค้นหาบุคคลจากลายนิ้วมือในฐานข้อมูลได้ และจะนำมาเป็นหลักฐานในการดำเนินคดีกับผู้ต้องหาได้อย่างแม่นยำ ใช้ประโยชน์ในการตรวจเปรียบเทียบแผ่นพิมพ์ลายนิ้วมือ 10 นิ้วกับลายพิมพ์นิ้วมือ 10 นิ้วในสารบบ เพื่อยืนยันตัวบุคคล ตรวจสอบประวัติ และตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝงในคดีหนึ่งกับลายนิ้วมือแฝงในคดีอื่น ๆ ที่เก็บไว้ในสารบบ (National Institute of Standards and Technology, 1993; U.S. Department of Justice, 2014)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝง โดยใช้เทคนิคนินไฮดรินที่ละลายในอะซิโตนเกรดต่างกัน 5 เกรด บนพื้นผิวแบบมีรูพรุน 2 ชนิด คือ กระดาษสมุด และกระดาษ A4 มีขั้นตอน และรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. เกณฑ์คัดอาสาสมัครเข้าและออกจากโครงการ

เกณฑ์การคัดเข้า

- อายุ 19 - 60 ปี ขึ้นไป
- เต็มใจเข้าร่วมงานวิจัย และลงนามในเอกสารยินยอม
- ไม่เป็นผู้วิกลจริต
- ไม่เป็นผู้พิการ (เฉพาะนิ้วหัวแม่มือขาด)

เกณฑ์การคัดออก

- เกิดการสูญเสียนิ้วหัวแม่มือในระยะเวลาที่เข้าร่วมวิจัย
- อาสาสมัครขอออกจากการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ มีการเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครจำนวน 3 คน ที่มีสภาพนิ้วหัวแม่มือสมบูรณ์และได้รับความยินยอมจากการขอเข้าร่วมและข้อมูลลายนิ้วมือถูกปกปิดเป็นความลับ และไม่เผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต โดยงานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะอนุกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชุดที่ 3 รหัสโครงการวิจัย 094/2562

2. สารเคมี

- สารนินไฮดริน (Univar, Ajax Finechem, ประเทศออสเตรเลีย)
- American Chemical Society Grade (ACS Grade) (Merck, ประเทศเยอรมนี)

(ใช้อะซิโตน ACS Grade เป็นตัวควบคุมที่เป็นมาตรฐาน)

- Analytical Reagent Grade (AR Grade) (Qrec, ประเทศนิวซีแลนด์)
- Laboratory Grade (Lab Grade) (ศึกษาภัณฑ์, ประเทศไทย)
- Purified Grade (PURE Grade) (เคมีภัณฑ์, ประเทศไทย)
- Commercial Grade (COM Grade) (ซีนิท ไซแอน, ประเทศไทย)

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

กระดาษขาว A4 80 แกรม กระดาษสมุด 55 แกรม เครื่องชั่งไฟฟ้า เครื่องสแกนภาพ (Scanner) และ เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมืออัตโนมัติชนิดกระเป๋าหิ้ว (Mini AFIS) ใช้โปรแกรม PrintQuest (SPEX FORENSICS, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

4. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

4.1 การเก็บตัวอย่างรอยนิ้วมือแฝง

ทำความสะอาดมือของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ น้ำเปล่า (น้ำประปา) รอให้แห้ง จากนั้นนำนิ้วหัวแม่มือแตะลงบนหน้าผากและประทับมือลงบนพื้นผิวกระดาษตัวอย่าง (Songnonlek, 2012) โดยวางพื้นผิวบนเครื่องชั่งน้ำหนักแล้วประทับนิ้วหัวแม่มือลงในแนวดิ่งให้น้ำหนักคงที่ ให้มีน้ำหนักประมาณ 500-600 กรัม กดนิ้วมือค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้นเก็บพื้นผิวที่ประทับลายนิ้วมือไว้ในถุงซิปล็อคเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ใช้พื้นผิวมีรูพรุน 2 ชนิด ได้แก่ กระดาษขาว A4 และกระดาษสมุด ตัดให้มีขนาดประมาณ 1.5X1.5 นิ้ว แล้วทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ 70% โดยการนำนิ้วหัวแม่มือแตะบนหน้าผากแต่ละครั้งจะทำการประทับลงบน พื้นผิวแค่ครั้งเดียวเท่านั้น แล้วจึงเริ่มกระบวนการล้างมือและแตะ

บนหน้าผากใหม่ไปเรื่อย ๆ ในการทดลองนี้จะทำ 3 ซ้ำบนพื้นผิวชนิดเดียวกันต่อ 1 ตัวอย่างของอะซิโตนในแต่ละผู้วิจัยและอาสาสมัคร

เลือกเกรดอะซิโตนที่เหมาะสม ทำการทดสอบกับกลุ่มประชากร อาสาสมัครจำนวน 3 คน ที่มีอายุ 19 ปี ขึ้นไปที่มีความชัดลึกของเส้นในระดับ น้อย ปานกลาง มาก มาทดสอบกับเกรดอะซิโตนที่เลือกบนพื้นผิว 2 ชนิด

4.2 การเตรียมนินไฮดรินด้วยอะซิโตนเกรดต่าง ๆ

ชั่งสารนินไฮดริน 2 กรัม ละลายในอะซิโตน 100 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดสีชา ทำการเตรียมในอะซิโตน 5 เกรด ได้แก่ ACS Grade AR Grade LAB Grade PURE Grade และ Commercial Grade โดยใช้อะซิโตน ACS Grade เป็นตัวควบคุม (Semathong, 2012)

4.3 การทำให้รอยนิ้วมือแฝงปรากฏด้วยเทคนิคนินไฮดริน

เทสารละลายนินไฮดรินที่เตรียมไว้ลงในถาด จากนั้นใช้ปากคีมหนีบพื้นผิวที่ประทับลายนิ้วมือไว้มาจุ่มลงในสารละลายให้ท่วมเป็นเวลาประมาณ 2 วินาที แล้วปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปให้ความร้อนโดยการใช้เตารีด สแกนลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นเข้าคอมพิวเตอร์โดยตั้งความละเอียดของการแสกนอยู่ที่ 600 dpi เก็บเป็นไฟล์รูปภาพนามสกุล JPEG สำหรับนำไปวิเคราะห์จุด Minutiae ด้วยเครื่อง mini AFIS ต่อไป จากนั้น เมื่อครบระยะเวลา 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน จะนำลายนิ้วมือแฝงนั้น ๆ มาสแกนภาพลงในคอมพิวเตอร์ใหม่เพื่อตรวจวัดซ้ำ และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ในแต่ระยะเวลา

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำภาพสแกนลายนิ้วมือมาตรวจนับจุดสำคัญพิเศษ โดยใช้เครื่อง AFIS และวิเคราะห์ 2 แบบ ดังนี้

4.4.1. ทำการวิเคราะห์ผล โดย นำมาประมวลผลหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดสำคัญที่พบด้วย ANOVA และ Paired Sample T-Test ($p = .05$)

4.4.2. ทำการวิเคราะห์จำนวนจุดสำคัญพิเศษเฉลี่ย โดยอาศัยหลักเกณฑ์การแปลค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดที่ตรวจนับได้ มาแบ่งเป็นช่วง 5 ระดับ (Suttatham, 2008) โดยมีสูตรคำนวณคือ (จำนวน minutiae ที่ตรวจพบสูงสุด - จำนวน minutiae ที่ตรวจพบต่ำสุด) ÷ 5 โดยในแต่ละระดับจะบ่งบอกถึงคุณภาพต่างกันคือ

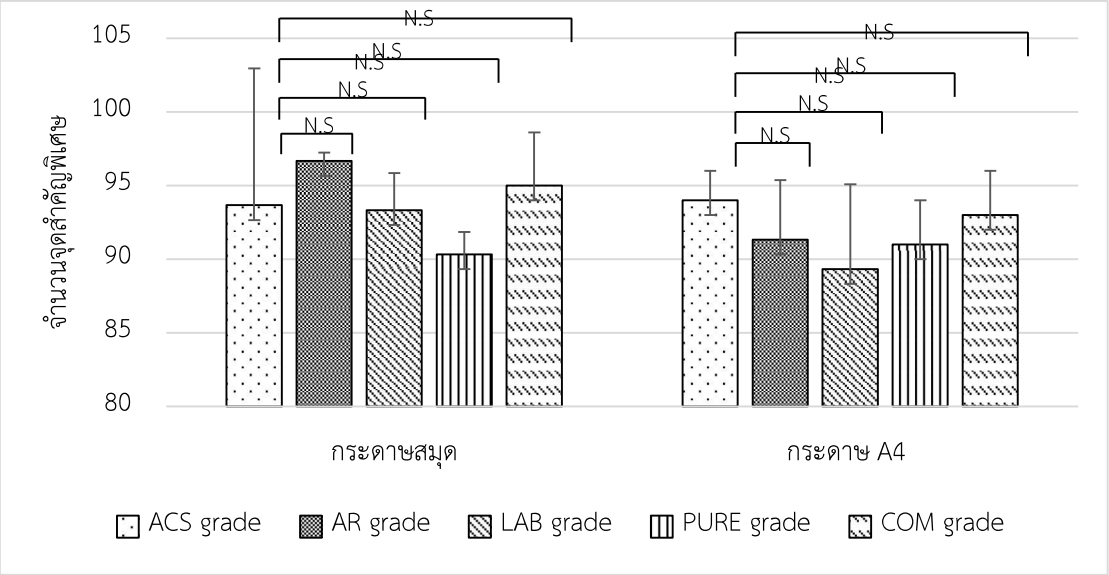
จำนวน Minutiae	การแปลค่าของแต่ละระดับ
79.21 – 99.00	จุดระดับ (A) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก
59.41 – 79.20	จุดระดับ (B) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง
39.61 – 59.40	จุดระดับ (C) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง
19.81 – 39.60	จุดระดับ (D) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำ
00.00 – 19.80	จุดระดับ (E) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำมาก

วิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้น

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนเกรดต่างกัน 5 เกรด

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษบนลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการวัดด้วยวิธีนินไฮดรินที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนเกรดต่างกัน 5 เกรด ได้แก่ ACS Grade (เกรดมาตรฐาน) AR Grade, PURE Grade, LAB Grade และ Commercial Grade โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) พบว่า ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏมีจำนวนจุดสำคัญพิเศษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่า p-value > .05) ทั้งที่กรณีใช้พื้นผิวประเภทกระดาษสมุดและกระดาษ A4 ดังแสดงในภาพที่ 1 แสดงว่า เกรดของตัวทำละลายอะซิโตนไม่มีผลต่อคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง ทั้งบนพื้นผิวกระดาษสมุดและกระดาษ A4



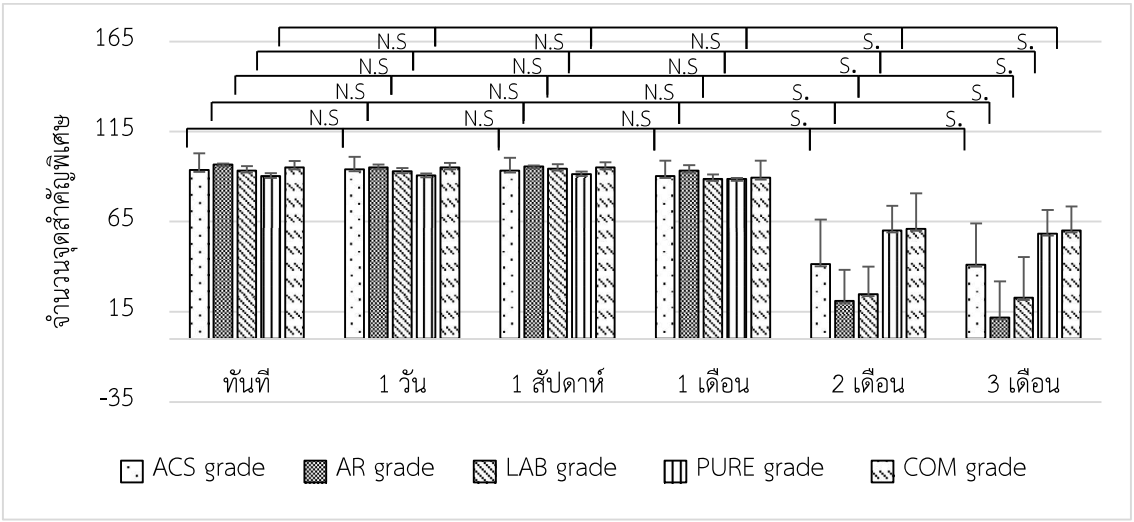
ภาพที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษสมุดและกระดาษ A4

แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์ทางสถิติของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบในอะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษสมุดและกระดาษ A4 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง (n= 3) และทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ One Way ANOVA (p-value ≤ .05) คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade, AR Grade = Analytical Reagent Grade, LAB Grade = Laboratory Grade, PURE Grade = Purified Grade และ COM Grade = Commercial Grade, N.S. = Not Significant

ผลการเปรียบเทียบจำนวนจุดสำคัญพิเศษบนลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ในระยะเวลาต่าง ๆ โดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน 5 เกรด

ผลการเปรียบเทียบจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ในระยะเวลาต่าง ๆ จากการตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนแตกต่างกัน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษสมุด โดยใช้สถิติ

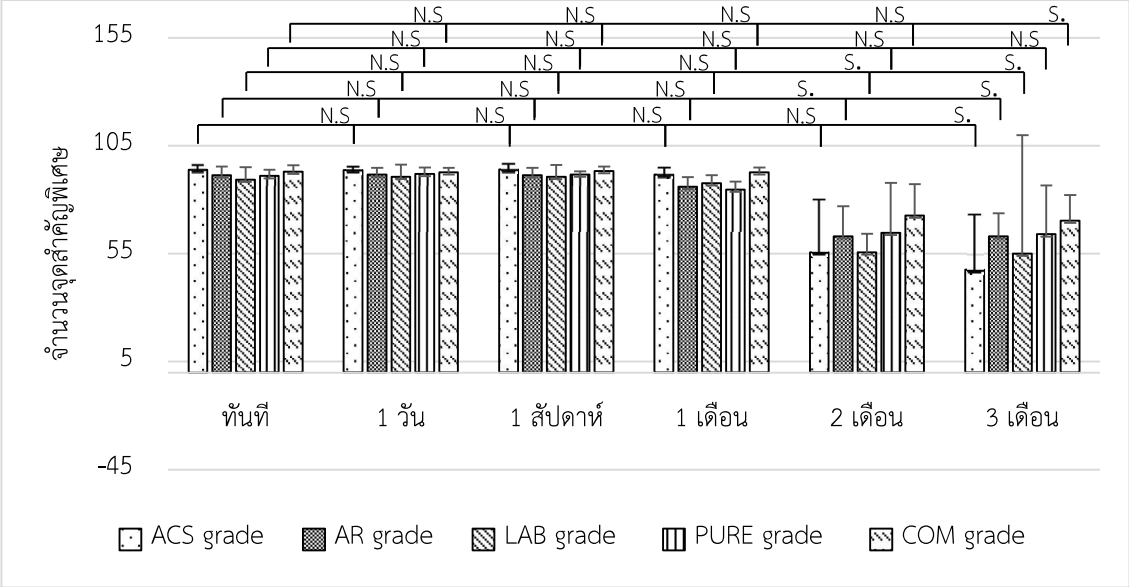
One Way ANOVA พบว่า บนพื้นผิวกระดาษสมุดจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตน ทั้ง 5 เกรด คือ ACS Grade, AR Grade, LAB Grade, PURE Grade และ Commercial Grade เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น เป็น 1 วัน, 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน จำนวนลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ทันทีหลังการเร่งปฏิกิริยา แต่พบว่า จำนวนจุดสำคัญพิเศษบนลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่จะลดลงหลังจากผ่านไป 2 และ 3 เดือน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ตามระยะเวลาโดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษสมุด

แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์ทางสถิติของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบระยะเวลาภายหลังการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยเทคนิคนินไฮดรินที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในอะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษสมุด โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง (n= 3) และทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ One Way ANOVA (p-value ≤ .05) คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade, AR Grade = Analytical Reagent Grade, LAB Grade = Laboratory Grade, PURE Grade = Purified Grade และ COM Grade = Commercial Grade, N.S. = Not Significant, S. = Significant

สำหรับผลคุณภาพการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษ A4 พบว่าการใช้อะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade นั้น ผลปรากฏของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ทันทีหลังการเร่งปฏิกิริยา เมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 2 เดือน แต่การใช้อะซิโตน AR Grade และ LAB Grade พบว่า ลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 เดือน ส่วนการใช้อะซิโตน PURE Grade สามารถพบลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ได้ถึง 3 เดือน โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝง ที่คงอยู่ตามระยะเวลาโดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษ A4

แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์ทางสถิติของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบระยะเวลาภายหลังการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยเทคนิคนินไฮดรินที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในอะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษ A4 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง (n= 3) และทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ One Way ANOVA (p-value ≤ .05) คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade, AR Grade = Analytical Reagent Grade, LAB Grade = Laboratory Grade, PURE Grade = Purified Grade และ COM Grade = Commercial Grade, N.S. = Not Significant, S. = Significant

ผลการเปรียบเทียบระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจโดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน 5 เกรด จำนวนจุดสำคัญพิเศษที่ได้จากการใช้นินไฮดรินที่ละลายด้วยอะซิโตนเกรดต่าง ๆ เมื่อนำมาจัดลำดับตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ พบว่า ลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตน ACS Grade, AR Grade, LAB Grade, PURE Grade และ Commercial Grade มีระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับดีมาก (A) ทั้งในพื้นผิวประเภทกระดาษสมุด และพื้นผิวประเภทกระดาษ A4 ดังแสดงในตาราง 1

จากจำนวนจุดสำคัญพิเศษที่คงอยู่ในระยะเวลาต่าง ๆ ได้จากใช้นินไฮดรินที่ละลายด้วยอะซิโตนเกรดต่าง ๆ เมื่อนำมาจัดตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ พบว่า ทั้งบนพื้นผิวกระดาษสมุด และกระดาษ A4 จำนวนจุดสำคัญของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 วัน 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (A) แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 2 และ 3 เดือน ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ในระยะเวลาต่าง ๆ ของการใช้อะซิโตน 5 เกรด บนพื้นผิวกระดาษสมุด และกระดาษ A4

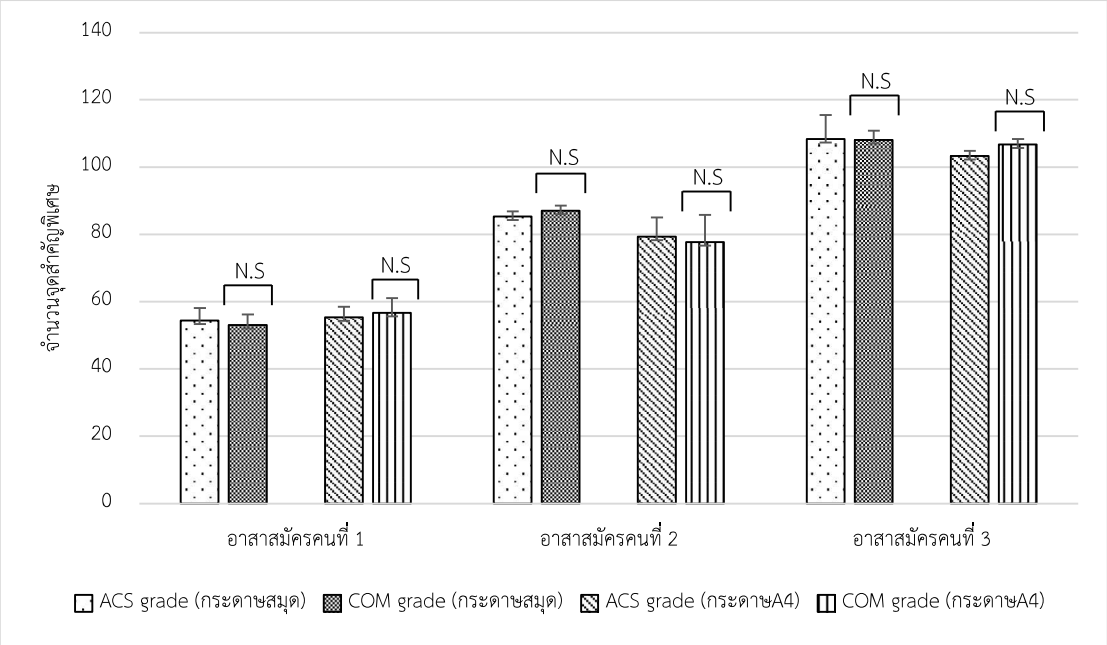
ระยะเวลา	ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง									
	ACS Grade		AR Grade		LAB Grade		PURE Grade		COM Grade	
	สมุด	A4	สมุด	A4	สมุด	A4	สมุด	A4	สมุด	A4
ทันที	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 วัน	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 สัปดาห์	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 เดือน	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2 เดือน	C	C	D	B	D	C	B	B	B	B
3 เดือน	C	C	E	B	D	C	C	B	B	B

หมายเหตุ: ค่า A - E แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือระดับสูงมาก ถึง ระดับต่ำมาก
คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade, AR Grade = Analytical Reagent Grade, LAB Grade = Laboratory Grade, PURE Grade = Purified Grade และ COM Grade = Commercial Grade, สมุด = กระดาษสมุด, A4 = กระดาษ A4

จากผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติและการแบ่งระดับคุณภาพ พบว่าอะซิโตนที่นำมาทดลองทุกเกรดสามารถทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นได้อย่างมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตนเกรดมาตรฐาน (ACS Grade) ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงเลือกอะซิโตน Commercial Grade มาใช้ทดลองไปกับอาสาสมัครต่อไป

ผลการเปรียบเทียบจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบการใช้อะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade ในอาสาสมัคร

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจุดสำคัญพิเศษของอาสาสมัครทั้ง 3 คน โดยใช้สถิติ Paired Sample T– Test พบว่า จุดสำคัญพิเศษของอาสาสมัครทั้ง 3 คน มีจำนวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > .05) ระหว่างการใช้อะซิโตน ACS Grade กับอะซิโตน Commercial Grade ทั้งบนพื้นผิวกระดาษสมุด และบนพื้นผิวกระดาษ A4 ดังแสดงใน ภาพที่ 4

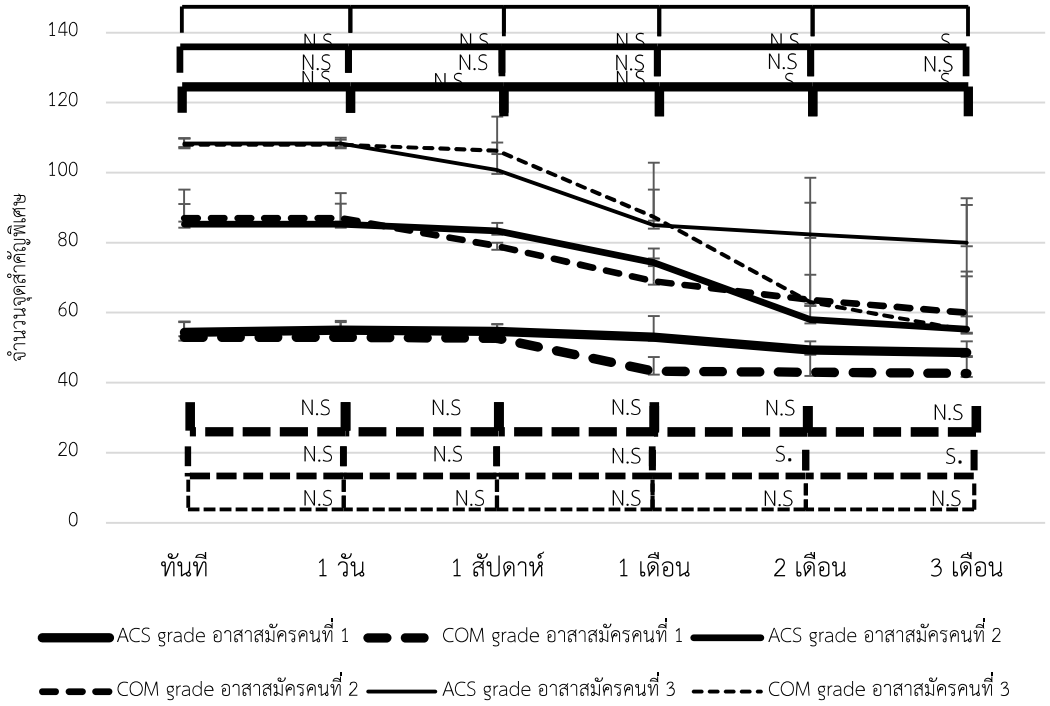


ภาพที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงของอาสาสมัคร 3 คน ที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade บนพื้นผิวกระดาษสมุด และ กระดาษ A4

แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์ทางสถิติของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบในอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade บนพื้นผิวกระดาษสมุด และ กระดาษ A4 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง (n= 3) และทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ Paired Sample T-Test (p-value ≤ .05) คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade และ COM Grade = Commercial Grade, N.S. = Not Significant

ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติของลายนิ้วมือแฝงของอาสาสมัครทั้ง 3 คน ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่าบนพื้นผิวกระดาษสมุด ในอาสาสมัครคนที่ 1 คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน ในอาสาสมัครคนที่ 2 การใช้อะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 เดือน และ ในอาสาสมัครคนที่ 3 การใช้อะซิโตน ACS Grade พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

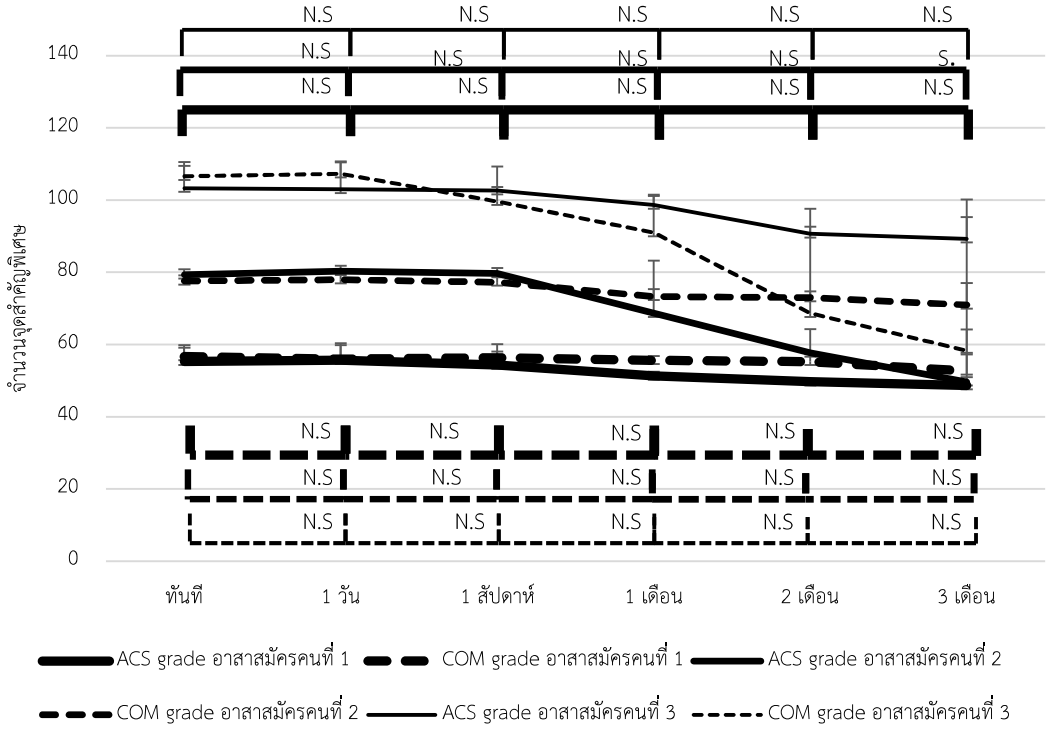
เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นไม่เกิน 2 เดือน ส่วนการใช้อะซิโตน Commercial Grade พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ตามระยะเวลาโดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade ของอาสาสมัคร ทั้ง 3 คน บนพื้นผิวกระดาษสมุด

แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์ทางสถิติของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบระยะเวลาภายหลังการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยเทคนิคนินไฮดรินที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade ของอาสาสมัครทั้ง 3 คน บนพื้นผิวกระดาษสมุด โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง (n= 3) และทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ One Way ANOVA (p-value ≤ .05) คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade และ COM Grade = Commercial Grade, N.S. = Not Significant

สำหรับผลของคุณภาพการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษ A4 ของอาสาสมัคร พบว่าการใช้อะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade นั้น ปรากฏของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ทันทีหลังการเร่งปฏิกิริยาเมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นเป็น 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เว้นแต่การใช้อะซิโตน ACS Grade ของอาสาสมัครคนที่ 2 เท่านั้น ที่พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่มีคุณภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นไม่เกิน 2 เดือน ดังแสดงใน ภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ตามระยะเวลาโดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade ของอาสาสมัครทั้ง 3 คน บนพื้นผิวกระดาษ A4

แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิเคราะห์ทางสถิติของลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยวิธีนินไฮดรินเปรียบเทียบระยะเวลาภายหลังการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยเทคนิคนินไฮดรินที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade ของอาสาสมัครทั้ง 3 คน บนพื้นผิวกระดาษ A4 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง (n= 3) และทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ One Way ANOVA (p-value ≤ .05) คำย่อ ACS Grade = American Chemical Society Grade และ COM Grade = Commercial Grade, N.S. = Not Significant

จากการนำค่าเฉลี่ยจำนวนจุดสำคัญพิเศษของอาสาสมัครทั้ง 3 คน ที่ได้จากระยะเวลาต่าง ๆ หลังการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นโดยใช้เทคนิคนินไฮดรินและเร่งปฏิกิริยาที่ระยะเวลาทันที 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน มาทำการวิเคราะห์ตามการแบ่งระดับคุณภาพ 5 ระดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพลายนิ้วมือแฝงของอาสาสมัครทั้ง 3 คน จากการใช้อะซิโตน ACS Grade และ AR Grade บนพื้นผิวกระดาษสมุดและกระดาษ A4 ที่ระยะเวลาทันที อยู่ในระดับดีมาก (A) และพบว่าเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 วัน 1 สัปดาห์ คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงทั้งหมดยังคงอยู่ในระดับดีมากเช่นเดิม จากนั้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจะมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม พบว่าผลของการใช้อะซิโตน Commercial Grade ให้ผลการคงอยู่ของลายนิ้วมือแฝงที่ดีเทียบเท่าการใช้อะซิโตน ACS Grade ซึ่งเป็นเกรดที่ใช้เป็นมาตรฐาน บนพื้นผิวกระดาษ A4 จากอาสาสมัครทั้ง 3 คน และบนพื้นผิวกระดาษสมุด ในอาสาสมัครคนที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ตามระยะเวลาจากการตรวจโดยวิธีนินไฮดรินในตัวทำละลายอะซิโตน ACS Grade และ Commercial Grade เกรดบนพื้นผิวกระดาษสมุดและกระดาษ A4

ระยะเวลา	ระดับคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง											
	อาสาสมัครคนที่ 1				อาสาสมัครคนที่ 2				อาสาสมัครคนที่ 3			
	กระดาษสมุด		กระดาษ A4		กระดาษสมุด		กระดาษ A4		กระดาษสมุด		กระดาษ A4	
	ACS	CO	ACS	CO	ACS	CO	ACS	CO	ACS	CO	ACS	CO
ทันที	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 วัน	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 สัปดาห์	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 เดือน	A	B	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B
2 เดือน	A	B	A	A	B	B	B	B	B	C	B	B
3 เดือน	A	B	A	A	C	B	C	B	B	C	C	B

หมายเหตุ: ค่า A - E แสดงระดับคุณภาพของลายนิ้วมือระดับสูงมาก ถึง ระดับต่ำมาก
คำย่อ ACS = American Chemical Society Grade และ COM = Commercial Grade

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาและเปรียบเทียบคุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากจำนวนจุด Minutiae ที่ตรวจวัดได้จากลายนิ้วมือแฝงโดยเครื่อง Mini AFIS และนำมาวิเคราะห์ 2 แบบ คือ 1) วิเคราะห์ด้วยสถิติ 2) วิเคราะห์ด้วยการแบ่งระดับคุณภาพ 5 ระดับ พบว่าจากการศึกษาโดยใช้ลายนิ้วมือของผู้วิจัยที่ระยะเวลาหลังการเร่งปฏิกิริยาทันที คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตนเกรดต่าง ๆ มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบโดยการแบ่งคุณภาพ 5 ระดับ พบว่าผลจากการใช้อะซิโตนทั้ง 5 เกรด อยู่ในระดับดีมาก เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่คงอยู่ภายใน 1 เดือนจากการใช้อะซิโตนเกรดต่าง ๆ มีคุณภาพไม่แตกต่างจากเกรดมาตรฐานทั้งทางสถิติและจากการแบ่งระดับคุณภาพ แม้ว่าลายนิ้วมือแฝงจะมีแนวโน้มคุณภาพลดลงที่ระยะเวลา 2 เดือน และ 3 เดือน เมื่อเปรียบเทียบ อะซิโตน Commercial Grade ซึ่งเป็นเกรดที่มีราคาต่ำที่สุด กับอะซิโตนเกรดมาตรฐาน (ACS Grade) ในตัวอย่างจากอาสาสมัคร พบว่า ผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ มีทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงจากการใช้อะซิโตน Commercial Grade ไม่แตกต่างกับลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตนเกรดมาตรฐาน (ACS Grade)

งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ผล 2 แบบ คือ การวิเคราะห์ทางสถิติ และการวิเคราะห์ด้วยการแบ่งระดับคุณภาพ 5 ระดับ โดยทั่วไปงานวิจัยที่ผ่านมาจะใช้การแบ่งระดับคุณภาพเพียงอย่างเดียว (Semathong, 2012; Tanjinda, 2013) อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นวิธีการที่มีความน่าเชื่อถือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยต่าง ๆ แม้ยังไม่แพร่หลายมากในงานวิจัยด้านลายนิ้วมือแฝง

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ให้ผลในทางทิศทางเดียวกัน ดังนั้น การวิเคราะห์ด้วยสถิติโดยใช้ One Way ANOVA และ Paired Sample T–Test ช่วยสนับสนุนผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยการแบ่งระดับคุณภาพ ทำให้สามารถวิเคราะห์และเลือกเกรดของอะซิโตนมาใช้ได้อย่างเหมาะสม จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า อะซิโตน Commercial Grade สามารถนำมาใช้เป็นตัวทำละลายทดแทนอะซิโตนเกรดมาตรฐาน (ACS Grade) ในวิธีนินไฮดรินสำหรับงานด้านลายนิ้วมือแฝงได้ในด้านความคุ้มค่าและช่วยลดงบประมาณ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการใช้อะซิโตน AR Grade, LAB Grade, PURE Grade และ Commercial Grade มีคุณภาพไม่แตกต่างกับการใช้อะซิโตน ACS Grade ที่ใช้เป็นมาตรฐาน ทั้งพื้นผิวประเภทกระดาษสมุดและกระดาษ A4 ดังนั้น สามารถนำมาใช้ทดแทนในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้สารเคมีในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุพยานที่มีรูพรุนได้อย่างเชื่อมั่น คุ้มค่า และถูกต้องมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้พื้นผิวในการทดลอง 2 ชนิด จึงควรศึกษาบนพื้นผิวประเภทอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมพื้นผิวที่พบเจอในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้หลากหลายมากขึ้น

2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงเกรดหรือคุณภาพของสารละลายที่นำมาใช้กับนินไฮดรินที่ในสูตรผสมอื่น ๆ เพื่อครอบคลุมการลดต้นทุนของการใช้สารละลายนินไฮดรินที่อาจพบในหลายรูปแบบ

เอกสารอ้างอิง

Almog, J. (2001). **Fingerprint Development by Ninhydrin and Its Analogues**. In H. C. Lee, and R. E. Gaensslen (Ed.). Advances in Fingerprint Technology (2nd Edition, 177-210). Boca Raton: CRC Press.

Berry, J., and Stoney, D. A. (2001). **History and Development of Finger-printing**. In H. C. Lee, and R. E. Gaensslen (Ed.). Advances in Fingerprint Technology (2nd Edition, 1-40). Boca Raton: CRC Press.

Chacko, L. W., and Vaidya, M. C. (1968). The Dermal Papillae and Ridge Patterns in Human Volar Skin. **ACTA Anatomica (Basel)**. 70(1), 99–108.

Chamsuwanwong, A. (2009). **Forensic Science 2 for Investigation**. 6th Edition. Bangkok: T.C.G.Printing. (In Thai)

Cole, S. A. (2002). **Suspect Identities: A History of Fingerprinting and Criminal Identification**. 2nd Edition. The United States of America: Harvard University Press.

De Forest, H. P. (1938). The First Finger-Print File in the United States. **Finger Print Magazine**, 19, 16–20.

International Association for Identification. (n.d.). **IAI History**. Retrieved January 6, 2019. from https://theiai.org/iai_history.php.

McCaldin, D. J. (1960). The Chemistry of Ninhydrin. **Chemical Reviews**, 60(1), 39–51.

Moore, R. T. (1991). **Automatic Fingerprint Identification Systems**. In H. C. Lee, and R. E. Gaensslen (Ed.). Advances in Fingerprint Technology (1st Edition, 163-191). New York: Elsevier.

National Institute of Standards and Technology. (1993). **American National Standards for Information Systems Data Format for the Interchange of Fingerprint Information**. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Network of Forensic Science Institutes. (2016). **Best Practice Manual for Fingerprint Examination**. Retrieved January 6, 2019. from https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2 016/09/6._fingerprint_examination_0.pdf.

Okajima, M. (1975). Development of Dermal Ridges in the Fetus. **Journal of Medical Genetics**, 12(3), 243–250.

Petruncio, A. V. (2000). A Comparative Study for the Evaluation of Two Solvents for Use in Ninhydrin Processing of Latent Print Evidence. **Journal of Forensic Identification**, 50(5), 462-469.

Rovee, D. T., and Maibach, H. I. (2004). **The Epidermis in Wound Healing**. New York: CRC Press.

Royal Thai Police. (2017). **Interesting Criminal Arrest Statistics**. Retrieved February 2, 2019. from http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/09.aspx.

Semathong, W. (2012). **Developing of Latent Fingerprint from Blood on Various Types of Paper using Ninhydrin Techniques**. Master of Science Thesis. Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai).

Songnonlek, N. (2012). **Development of latent fingerprint on non – porous surface by using turmeric powder**. Master of Science Thesis. Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai).

Srihari, S. N., Srinivasan, H., and Fang, G. (2008). Discriminability of Fingerprints of Twins. **Journal of Forensic Identification**, 58(1), 109–127.

Sripakdee, T. (2014). **Acetone**. Retrieved February 8, 2019. from https://www.siamchemi.com/acetone/.

Stock, R. M. (1987). **An Historical Overview of Automated Fingerprint Identification Systems**. Laboratory Division, Federal Bureau of Investigation, U.S. Department of Justice, 51–60.

Suttatham, P. (2008). **Developing Latent Fingerprints on Various Types of Papers by using 1,2-Indanedione**. Master of Science Thesis. Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai).

Tanjinda, N. (2013). **Fingerprint Detection on Thermal Paper using Iodine Fuming, Ninhydrin and 1, 2 Indanedione Methods**. Master of Science Thesis. Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai).

U.S. Department of Justice. (2014). **The Fingerprint Sourcebook**. Retrieved January 6, 2019. from https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/225320.

Yemm, E. W., Cocking, E. C., and Ricketts, R. E. (1955). The Determination of Amino-Acids with Ninhydrin. **Analyst**, 80, 209–214.

ผู้เขียน

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล	**นายสิทธิพล ตั้งตรงสิทธิ์**
หน่วยงาน/สังกัด	นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ที่อยู่หน่วยงานที่/สังกัด	99 หมู่ 18 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
อีเมล	sittipol.NC@gmail.com
คำนำหน้า ชื่อ-สกุล	**อาจารย์ ดร.ไพเราะ ไพรหิรัญกิจ**
หน่วยงาน/สังกัด	ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ที่อยู่หน่วยงานที่/สังกัด	99 หมู่ 18 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
อีเมล	pairoa.prai@gmail.com
คำนำหน้า ชื่อ-สกุล	**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาณัฐ เปี่ยมงาม**
หน่วยงาน/สังกัด	ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ที่อยู่หน่วยงานที่/สังกัด	99 หมู่ 18 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
อีเมล	mim9_p@yahoo.com, kanyanath.p@allied.tu.ac.th