The Journal of Applied Science **Vol. 20 No. 1: 104-117 [2021]**
วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ doi: 10.14416/j.appsci.2021.01.008
ISSN 1513-7805 (Printed in Thailand) ISSN 2586-9663 (Online)

Research Article

การเปรียบเทียบผลการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนจากกาวที่ใช้ในงานทั่วไปและกาวสำหรับงานทางนิติวิทยาศาสตร์ด้วยตู้อบไซยาโนอะคริเลต

Comparison of general cyanoacrylate and Sirchie cyanoacrylate for latent fingerprint on non-porous surfaces by cyanosafe fuming chamber with Airsafe controller

ปรารถนา พานทอง[1,3] ไพเราะ ไพรหิรัญกิจ[2] สุชาดา จิรสิริสุข[4] และ สุนิษา โอบอ้อม[2]*

Pratthana Phanthong[1,3], Pairoa Praihirunkit[2], Suchada Jirasirisuk[4] and Sunisa Aobaom[2]*

[1] บัณฑิตศึกษา สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

[2] ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

[3] พิสูจน์หลักฐานจังหวัดนครสวรรค์

[4] สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

[1] Graduate Program in Forensic Science, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University, Rangsit Campus

[2] Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University, Rangsit Campus

[3] Nakhon Sawan Provincial Police Forensic Science

[4] Central Institute of Forensic Science

***E-mail**: Sunisa.aobaom@gmail.com

Received: 19/12/2020; Revised: 10/02/2021; Accepted: 14/02/2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยกาวที่ใช้ในงานทั่วไป (กาว ECA ที่ใช้ในงานทั่วไป) 5 ชนิด ที่มีความเข้มข้นของเอทิลไซยาโนอะคริเลตต่างกันระหว่าง 84.5 – 99.5% เปรียบเทียบกับกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (ECA Sirchie) ผลการทดลองพบว่ากาว ECA ที่ใช้ในงานทั่วไปที่มีความเข้มข้นของเอทิลไซยาโนอะคริเลต 99.5% ใช้เวลารมที่ 40 นาทีให้จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเทียบเท่ากับกาว ECA Sirchie และเมื่อเก็บรักษาลายนิ้วมือที่ได้จากการรมกาว ECA ที่ใช้ในงานทั่วไป 99.5% ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าลายนิ้วมือยังคงปรากฏจุดลักษณะสำคัญพิเศษชัดเจน เมื่อทดสอบการใช้

งานจริงกับอาสาสมัครที่ทำการประทับรอยนิ้วมือ จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1, 7, 14 และ 30 วัน ก่อนนำไปรมกาว พบว่าลายนิ้วมือที่เก็บไว้ตั้งแต่ 1-30 วัน ให้คุณภาพลายนิ้วมืออยู่ในระดับดีมากถึงปานกลาง ในอาสาสมัคร 80% ซึ่งมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์บุคคลตามมาตรฐานการตรวจลายพิมพ์นิ้วมือของประเทศไทย งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ากาวที่ใช้ในงานทั่วไปที่มีความเข้มข้นของเอทิลไซยาโนอะคริเลต 99.5% มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับกาว ECA Sirchie ที่ระยะเวลาการรมกาว 40 นาที และสามารถใช้ทดแทนกาว ECA Sirchie ซึ่งมีราคาสูงกว่า เพื่อเป็นลดต้นทุนการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยการรมไซยาโนอะคริเลต

คำสำคัญ: ลายนิ้วมือแฝง, พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน, ไซยาโนอะคริเลต, เทคนิคการรม

Abstract

The present study aims to compare the number of minutiae from latent fingerprints treated with five cyanoacrylate adhesives, ethyl-2-cyanoacrylate concentrations ranging from 84.5 – 99.5%, to the forensically specific ethyl-2-cyanoacrylate adhesives (ECA Sirchie). The result showed that the number of minutiae obtained from the 99.5% ethyl-2-cyanoacrylate adhesive was comparable to that from ECA Sirchie when the fuming time is 40 minutes. The fingerprints treated with the 99.5% cyanoacrylate adhesive were stored at room temperature for 4 months and the result showed that their minutia remained detectable. Furthermore, the the functional testing by group samples of latent fingerprints prior to cyanoacrylate fuming was tested using the fingerprint stored at room temperature for 1, 7, 14 and 30 days. Following the fuming with the 99.5% ethyl-2-cyanoacrylate adhesive, it was revealed that the 80% of fingerprints stored for 1-30 day showed a very good to medium quality, respectively. The numbers of minutiae obtained from these fingerprints were sufficient for person identification according to the standard guideline of the Office of Police Forensic Science Thailand. In conclusion, this study showed that the 99.5% ethyl-2-cyanoacrylate adhesive can be effectively used for the development of latent fingerprints and could replace ECA SirchieTM. This can reduce the cost of cyanoacrylate fuming techniques since the 99.5% ethyl-2-cyanoacrylate adhesive is cheaper than ECA Sirchie.

Keywords: Latent fingerprint, Non-porous materials, Cyanoacrylate, Fuming technique

บทนำ

ลายนิ้วมือกลายเป็นส่วนหนึ่งของการระบุเอกลักษณ์บุคคลในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากลายนิ้วมือมีคุณสมบัติสำคัญ ได้แก่ ลายนิ้วมือไม่สามารถเปลี่ยนแปลง แม้อายุจะมากขึ้นก็ตาม และลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลจะไม่ซ้ำกัน แม้จะเป็นฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน ลายนิ้วมือแฝงที่พบในสถานที่เกิดเหตุ ประกอบด้วย ลายนิ้วมือ

ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยแต่ละประเภทจะมีเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิว ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้การตรวจลายนิ้วมือเป็นที่นิยม ส่งผลให้มีการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาเทคนิคการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจพิสูจน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาการหาลายนิ้วมือแฝงด้วยการรมไซยาโนอะคริเลต ที่มีงานวิจัยมากมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

การหาลายนิ้วมือแฝงด้วยการรมไซยาโนอะคริเลต (cyanoacrylate : CA) สามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือบนวัสดุที่ไม่มีรูพรุนหรือกึ่งรูพรุน เช่น แผ่นกระจก แผ่นพลาสติก หรือกระดาษเคลือบมัน โดยโมเลกุลของไซยาโนอะคริเลต เกิดปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) บนสารประกอบในลายนิ้วมือแฝงอย่าง โปรตีนและกรดอะมิโน (Wargacki et al., 2007; Lekpradit, 2010) เกิดเป็นเส้นสีขาว โดยโมโนเมอร์ไซยาโนอะคริเลตเมื่อถูกเร่งปฏิกริยาด้วยความชื้นเกิดเป็นพอลิไซยาโนอะคริเลต (Bumbrah, 2017) ซึ่งปัจจุบันการรมไซยาโนอะคริเลตมีตั้งแต่วิธีการประกอบอุปกรณ์การรมไซยาโนอะคริเลตขึ้นมาเองโดยใช้เครื่องให้ความร้อน (Heat Source) ในการเร่งปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งสารไซยาโนอะคริเลตที่เปลี่ยนเป็นไอ มีความเป็นพิษสูงเมื่อสูดดมเข้าไปจะทำลายระบบทางเดินหายใจ เป็นสารก่อมะเร็ง ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ต่อมาจึงพัฒนาเป็นการใช้ตู้อบไซยาโนอะคริเลต (cyanoacrylate fuming chamber, CFC) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นซึ่งทำให้เกิดปฏิกริยาได้ดียิ่งขึ้น และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน จากการศึกษาพบว่าหากต้องการใช้ตู้อบไซยาโนอะคริเลต จะต้องใช้สารไซยาโนอะคริเลต เฉพาะสำหรับการรม ซึ่งมีราคาสูง และใช้เวลาในการสั่งซื้อ และนำเข้าจากต่างประเทศที่ค่อนข้างนาน จึงทำให้ผู้วิจัยมองหากาวที่ใช้ในงานทั่วไปทดแทนเพื่อลดปัญหาดังกล่าว จากงานวิจัยก่อนหน้าได้ทำการทดสอบคุณภาพของกาวที่มีส่วนผสมของไซยาโนอะคริเลตใน 4 โครงสร้างทางเคมี ซึ่งได้แก่ เมทิลไซยาโนอะคริเลต (methyl-cyanoacrylate), เอทิลไซยาโนอะคริเลต (ethyl-2-cyanoacrylate), บิวทิลไซยาโนอะคริเลต (n-butyl-cyanoacrylate) และ ออกทิลไซยาโนอะคริเลต (2-octyl-cyanoacrylate) บนพื้นผิวไม่มีรูพรุน ผลปรากฏว่า กาวที่สามารถเกาะตัวกับลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุนได้ดี ได้แก่ เอทิลไซยาโนอะคริเลต และ บิวทิลไซยาโนอะคริเลต แต่เอทิลไซยาโนอะคริเลต มีราคาต้นทุนที่ต่ำกว่า ทำให้เป็นที่นิยมนำมาใช้งาน (Hirth & Royds, 2013; Casault et al., 2017) ซึ่งเมื่อนำไปทำสอบกับส่วนประกอบของเหงื่อในลายนิ้วมือแฝงซึ่ง ได้แก่ แลคเตท และอะลานีน โดยการรมด้วยเอทิลไซยาโนอะคริเลต พบว่าเอทิลไซยาโนอะคริเลตเป็นสารเคมีที่มีโครงสร้างของหมู่อะคริเลต (acrylate group) ที่ติดกับหมู่ไวนิล (vinyl group) สามารถทำปฏิกริยากับหมู่คาร์บอกซิเลต (carboxylate group) ที่เป็นโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นส่วนประกอบของเหงื่ออย่าง แลคเตท และอะลานีน ได้เป็นอย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่เป็นส่วนประกอบหลักของเหงื่อ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาที่นานขึ้น น้ำหนักโมเลกุลของเอทิลไซยาโนอะคริเลตบนลายนิ้วมือแฝงได้เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (Wargacki et al., 2007; Wargacki et al., 2008) โดยเมื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับกาวที่ใช้ในงานทั่วไปที่ขายตามท้องตลาดนั้นก็มีส่วนประกอบของเอทิลไซยาโนอะคริเลตเช่นเดียวกัน จึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงของกาวที่ใช้ในงานทั่วไป และกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ และทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมไซยาโนอะคริเลตจากกาวที่ใช้ในงานทั่วไป ที่ทำให้ลายเส้นสีขาวของรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจน คณะผู้วิจัยจึงศึกษาผลการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยกาวที่ใช้ในงานทั่วไป ซึ่งได้แก่ กาวซุปเปอร์กลู (super glue) หรือที่เรียกทั่วไปว่า กาวตราช้าง หรือกาวร้อน โดยแต่ละชนิดส่วนประกอบของเอทิลไซยาโนอะคริเลต (Ethyl-2-cyanoacrylate : ECA) ต่างกันระหว่าง 84.5 – 99.5% เปรียบเทียบกับกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (ECA Sirchie) ซึ่งมีส่วนประกอบของเอทิลไซยาโนอะคริเลต อยู่ที่ 95 – 100% (Sirchie, 2017) ในระยะเวลาการรมต่าง ๆ โดยตรวจสอบจากค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ของรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยระบบตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System ; AFIS) นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังได้นำไปทดสอบการใช้งานกับอาสาสมัคร เพื่อเป็นการยืนยันว่าสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

วิธีการทดลอง

การทดลองทำการแบ่งเป็น 2 ช่วงหลัก ช่วงแรก การเปรียบเทียบกาวไซยาโนอะคลิเรตสำหรับงานทางนิติวิทยาศาสตร์กับกาวไซยาโนอะคลิเรตทั่วไปโดยการเปรียบเทียบจำนวนจุดลักษณะพิเศษ ระหว่างกาวที่ใช้สำหรับงานทางนิติวิทยาศาสตร์ และกาวที่ใช้ในงานทั่วไป ในความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้ค่า p-value จากการคำนวณค่าสถิติ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และช่วงสอง การทดสอบการนำไปใช้จริง นำกาวที่ดีที่สุดจากช่วงแรก มาทดสอบการใช้งานกับลายพิมพ์นิ้วมือของคนจริง ซึ่งทั้งสองช่วงมีรายละเอียดการทดลอง ต่อไปนี้

1. การศึกษาชนิดกาวและเวลาที่เหมาะสมในการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลต และความคงทนของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลต

1.1. การเก็บตัวอย่าง

ล้างมือด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้ง ใช้นิ้วชี้ข้างขวา สัมผัสขี้ผึ้งอัดแข็ง (fingertip moistener) เพียง 1 ครั้ง และประทับลายนิ้วมือลงบนแผ่นพลาสติกใส จำนวน 5 ช่อง โดยไม่สัมผัสขี้ผึ้งใหม่ ซึ่งใช้น้ำหนักในการประทับลายนิ้วมือแต่ละครั้งอยู่ในช่วง 300-700 กรัม และวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 วัน

1.2. การรมไซยาโนอะคริเลต ด้วย CyanoSafe Fuming Chamber with AirSafe Controller

ทำการรมไซยาโนอะคริเลต ด้วยตู้อบไซยาโนอะคริเลต (Sirchie model CAS48T ,USA) ด้วยกาว 2 ประเภท ได้แก่ กาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ คือ กาว ECA Sirchie (Sirchie, USA) และ กาวที่ใช้ในงานทั่วไป ได้แก่ กาว ECA 84.5% (Scotch,THA), ECA 95% (Papermate, THA), ECA 96% (Kanji, THA), ECA 97% (Kato-10, THA) และ ECA 99.5% (Daico 105, TW) รวม 6 ชนิด โดยในแต่ละครั้งจะชั่งกาวแต่ละชนิดที่ปริมาณ 1 กรัมในถ้วยฟอยด์ทรงกลม (Foil dish) จากนั้นนำไปวางบนแท่นให้ความร้อน (Solid state heating elements) ในตู้อบไซยาโนอะคริเลต นำตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงของอาสาสมัครจากการสัมผัส

ขี้ผึ้งอัดแข็งที่ทิ้งไว้ที่ระยะเวลา 1 วัน เข้าไปแขวนไว้ในตู้อบไซยาโนอะคริเลตที่ตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 80% จากนั้นปิดตู้ และกำหนดเวลาการทำงานภายใต้ตู้ ตั้งแต่ 12, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที นำตัวอย่างที่รมเสร็จออกมาถ่ายภาพผลการทดลอง ด้วยกล้องหัวเว่ย (HUAWEI) รุ่น P30 โดยใช้แสงธรรมชาติ ทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

1.3 การวิเคราะห์ผล

นำภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS 4 version CAFIS 6.2) โดยเลือกภาพจากช่องที่ 4 และ 5 เนื่องจากมีความใกล้เคียงกับรอยลายนิ้วมือแฝงจริง ในการวิเคราะห์บันทึกค่าของจำนวนจุดที่ได้

1.4 การวิเคราะห์ค่าสถิติ และเปรียบเทียบผลการทดลอง

จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ได้จากระบบตรวจลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผู้วิจัยเปรียบเทียบผลที่ได้จากกาวที่ใช้ในงานทั่วไป 5 ชนิดกับกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (ECA Sirchie) ด้วยค่าสถิติ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 365 หากมีค่า p-value < 0.05 ถือว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจากการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

H_0 = ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ เท่ากับ ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะพิเศษของกาวที่ใช้ในงานทั่วไป (p-value $\geq$ 0.05)

H_1 = ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ไม่เท่ากับ ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะพิเศษของกาวที่ใช้ในงานทั่วไป (p-value < 0.05)

จากนั้นเปรียบเทียบราคาต่อกรัม ของกาวทั้ง 6 ชนิด เก็บลายนิ้วมือที่รมกาว 6 ชนิด เป็นระยะเวลา 4 เดือน ถ่ายภาพ และ วิเคราะห์ผลเพื่อคัดเลือกกาวที่ให้ประสิทธิภาพเทียบเท่ากาว ECA Sirchie และนำไปทดสอบการใช้งานจริงในขั้นต่อไป

2. การทดสอบการนำไปใช้จริง

2.1. การเก็บตัวอย่างอาสาสมัคร

ทำการคัดเลือกอาสาสมัครชาย จำนวน 5 คน และ อาสาสมัครหญิง จำนวน 5 คน ล้างมือด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้ง ประทับลายนิ้วมือ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1.1 พิมพ์นิ้วชี้ข้างขวาของอาสาสมัคร ด้วยหมึกพิมพ์ลายนิ้วมือ (Policemate, JAP) ลงบนแผ่นกระดาษสีขาว

2.1.2 ล้างมือด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้ง และถูนิ้วชี้ข้างขวาบนร่างกายบริเวณหน้าผาก หรือบริเวณจมูก ประทับลายนิ้วมือลงบนแผ่นพลาสติกใส 3 ช่อง ทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องตั้งแต่ระยะเวลา 1, 7, 14 และ 30 วัน

2.2 การรมไซยาโนอะคริเลต ด้วย CyanoSafe Fuming Chamber with AirSafe Controller และการวิเคราะห์ผล

นำตัวอย่างจากข้อ 2.1.2 มารมกาวและระยะเวลาการรมที่ได้จากการวิเคราะห์ผลข้อที่ 1 ถ่ายภาพ และนำภาพที่ได้จากข้อที่ 2.1.1 และ 2.1.2 วิเคราะห์จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS 4 version CAFIS 6.2)

2.3 การวิเคราะห์ค่าสถิติ และเปรียบเทียบระดับคุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมือแฝง

คำนวณค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของอาสาสมัคร วิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ และเปรียบเทียบระดับคุณภาพ โดยแบ่งคุณภาพลายนิ้วมือแฝงเป็นระดับคะแนนตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแบ่งระดับคุณภาพของลายนิ้วมือ เป็นตัวเลขคะแนน 0-4 (Casault et al., 2016)

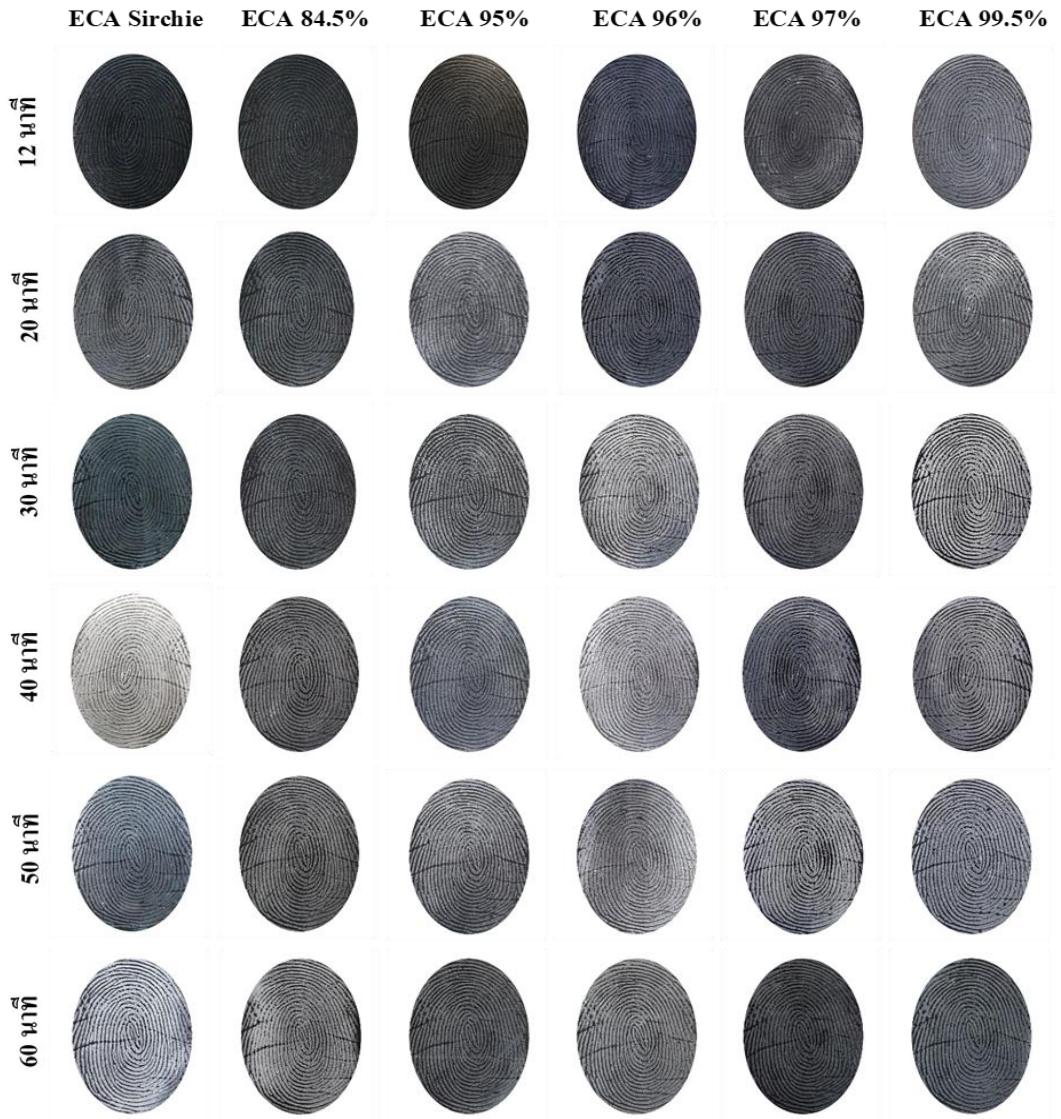
คะแนน	รายละเอียดที่มองเห็น	คุณภาพ
0	ไม่พบลายนิ้วมือที่มองเห็นได้	ไม่พบ
1	พบลายนิ้วมือ แต่ไม่พบจุดลักษณะพิเศษของลายเส้น	น้อย
2	พบจุดลักษณะพิเศษของลายเส้นน้อยกว่า 1 ใน 3 ของลายนิ้วมือ	ปานกลาง
3	พบจุดลักษณะพิเศษของลายเส้นอยู่ระหว่าง 1 ใน 3 ถึง 2 ใน 3	ดี
4	พบจุดลักษณะพิเศษของลายเส้นมากกว่า 2 ใน 3 ของลายนิ้วมือ	ดีมาก

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

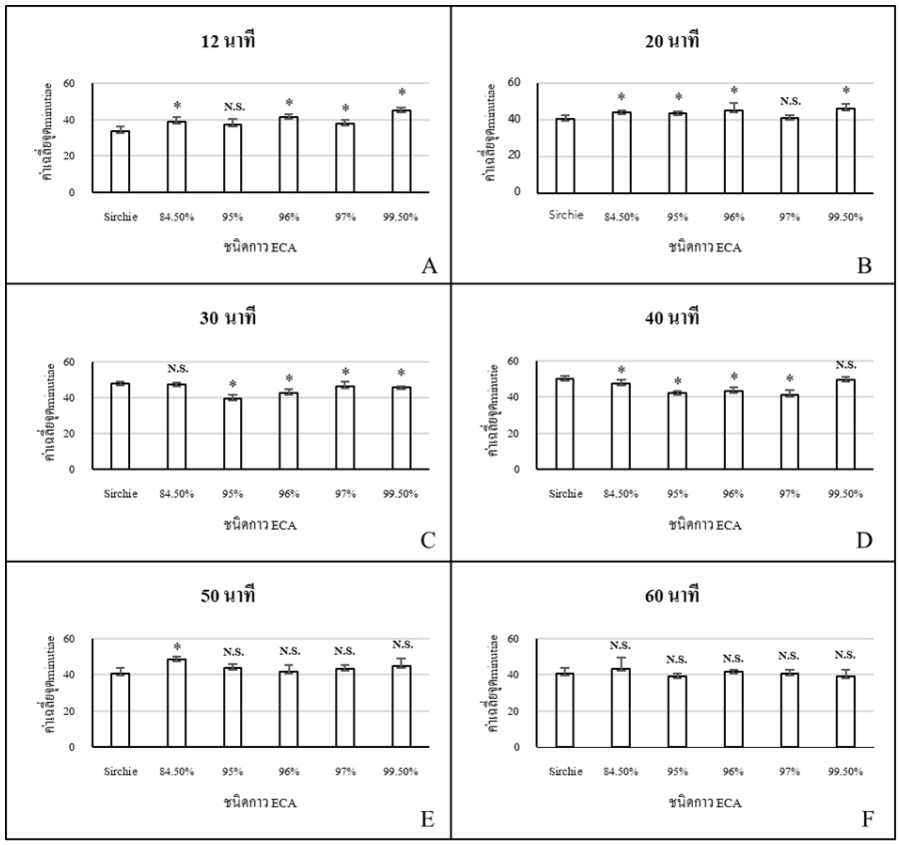
1. ศึกษาชนิดกาวและเวลาที่เหมาะสมในการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลต

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงโดยการทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลต ของกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ และกาวที่ใช้ในงานทั่วไป ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ ECA Sirchie, ECA 84.5%, ECA 95%, ECA 96%, ECA 97% และ ECA 99.5% และศึกษาที่ระยะเวลา 12, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที โดยทำการถ่ายภาพ และวิเคราะห์หาจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutia) ด้วยเครื่อง AFIS 4 (ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2) ผลการทดลองพบว่ากาวที่ให้ความคมชัดของลายเส้นสีขาวของรอยลายนิ้วมือแฝง และจุดลักษณะสำคัญพิเศษ จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นจาก 12 นาทีจนถึง 40 นาที (ภาพที่ 2A - 2D) หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อทำการรมกาวต่อไปจนถึง 60 นาที (ภาพที่ 2E - 2F) โดยกาวที่ให้ความคมชัดของลายเส้นสีขาวของรอยลายนิ้วมือแฝงและให้จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงสุด คือ กาว ECA Sirchie และกาว ECA 99.5% ที่ระยะเวลาในการรมกาว 40 นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 50.00 ± 1.41 และ 49.67 ± 1.37 ตามลำดับ โดยผลผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% พบว่าค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของกาว ECA 99.5% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกาว ECA Sirchie ที่ระยะเวลา 40 นาที มีค่า p-value = 0.686 (ตารางที่ 2) ผลการทดลองที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า ที่มีการทดสอบน้ำหนักโมเลกุลของกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลตด้วยวิธีการรม พบว่า

น้ำหนักโมเลกุลของกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลตเกาะกับส่วนประกอบของลายนิ้วมือเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรมนานขึ้น และเมื่อกาวมาเกาะมากยิ่งขึ้นจะยิ่งทำให้ลายเส้นและจุดลักษณะสำคัญพิเศษเกิดการเบียดกันและทำให้ไม่สามารถตรวจจับจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ และทำให้ค่าเฉลี่ยลดลง (Wargacki et al., 2007; Wargacki et al., 2008) จากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่ากาวที่ใช้ในงานทั่วไป ECA 99.5% มีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดลายเส้นสีขาวของลายนิ้วมือแฝงเทียบเท่ากาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (ECA Sirchie) ซึ่งประกอบด้วย ECA 95-100% ที่ระยะเวลาในการรมกาว 40 นาที



ภาพที่ 1 รอยลายนิ้วมือแฝงที่เก็บด้วยขี้ผึ้งอัดแข็งของอาสาสมัครจำนวน 1 คน จากการรมกาว ECA ทั้งหมด 6 ชนิด ตามระยะเวลาตั้งแต่ 12, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลตทั้งหมด 6 ชนิด ที่ระยะเวลาในการรมกาว 12, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์สถิติด้วย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (*p-value < 0.05 และ N.S. : Not Significant)

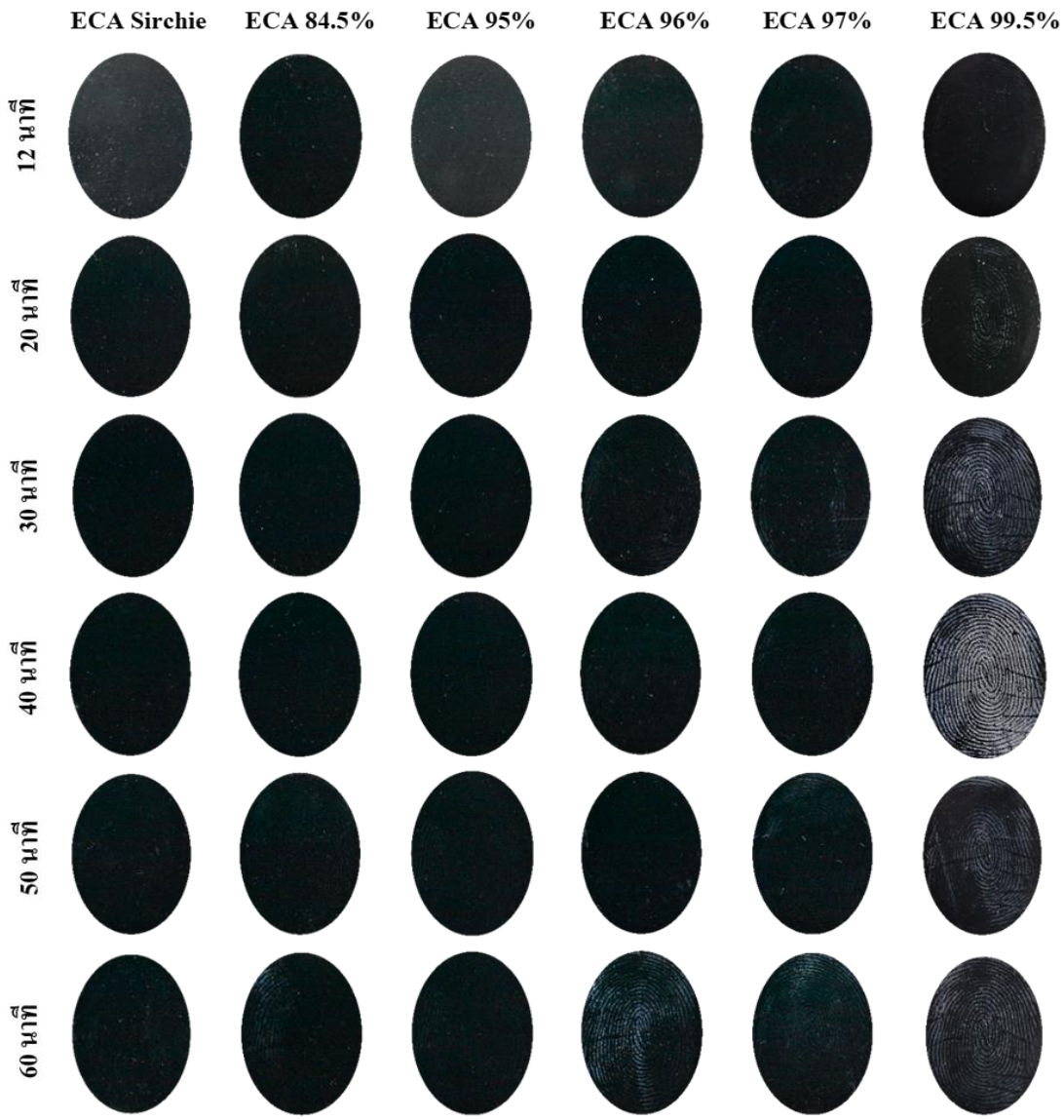
ตารางที่ 2 ผลทดสอบสมมติฐานทดสอบรอยลายนิ้วมือแฝงระหว่างกาว ECA Sirchie กับ กาว ECA ที่ใช้ในงานทั่วไป 5 ชนิด (* p-value < 0.05 : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

ระยะเวลาการรมกาว (นาที)	ECA Sirchie					
	12	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
ECA 84.5%	0.0070*	0.0058*	0.3730	0.0283*	0.0008*	0.3928
ECA 95%	0.0709	0.0121*	0.0000*	0.0000*	0.0531	0.2363
ECA 96%	0.0003*	0.0362*	0.0012*	0.0001*	0.6374	0.6273
ECA 97%	0.0097*	0.6643	0.0006*	0.0001*	0.1245	0.8276
ECA 99.5%	0.0000*	0.0022*	0.0031*	0.6867	0.0649	0.3454

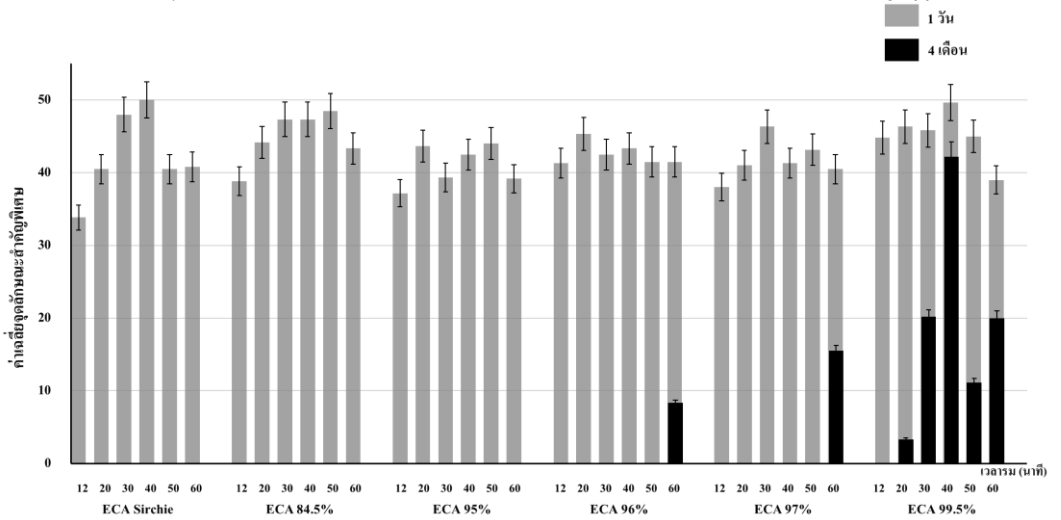
2. ศึกษาความคงทนของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลต

จากผลการศึกษาในหัวข้อที่ 1 ศึกษาชนิดกาวและเวลาที่เหมาะสมในการรมกาวเอทิลไซยาโนอะคริเลต คณะผู้วิจัยทำการเก็บรักษาลายนิ้วมือที่ได้จากการรมกาวทั้ง 6 ชนิด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน เพื่อศึกษาความคงทนของรอยลายนิ้วมือ ผลการทดสอบพบว่ากาว ECA 99.5% ที่เวลาในการรม 40 นาที ยังคงความคมชัดของลายเส้นสีขาวของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ชัดเจน และยังคงมีค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงสุดคือ 42.17 เมื่อเปรียบเทียบกับกาวที่เหลือทั้ง 5 ชนิด (ECA Sirchie, ECA 84.5%, ECA 95%, ECA 96%, ECA 97%) ซึ่งสามารถนำผลไปตรวจพิสูจน์เพื่อเปรียบเทียบและยืนยันรอยลายนิ้วมือแฝงได้ (ภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4) ผลการทดลองนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยก่อนหน้าที่พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นหลังการรมไซยาโนอะคริเลตยังคงทนอยู่เมื่อเก็บตัวอย่างไว้เป็นเวลานาน 1 เดือน (Casault et al., 2017) แสดงให้เห็นว่าการทำให้ลายนิ้วมือแฝงที่เก็บด้วยขี้ผึ้งอัดแข็งปรากฏขึ้นด้วยการรมไซยาโนอะคริเลตช่วยให้การถ่ายภาพ หรือนำลายนิ้วมือแฝงนั้นไปวิเคราะห์ผลต่อไปมีความยืดหยุ่นด้านระยะเวลา และความคงทนของลายนิ้วมือ และเป็นที่สังเกตได้ว่ากาว ECA 99.5% มีลักษณะความหนืดแบบเหลวใส (2-5 cPs.) ซึ่งแตกต่างจากกาวประเภทที่เหลือที่มีลักษณะความหนืดแบบข้นใส (70-100 cPs.) เมื่อถูกความร้อนจากแท่นให้ความร้อนภายในตู้จึงทำให้ กาว ECA 99.5% สามารถระเหยได้ดีกว่า (Cooper et al, 1972; Aulton & Taylor, 2017) ประจวบกับความเข้มข้นของเอทิลไซยาโนอะคริเลตที่มากทำให้โมเลกุลของไซยาโนอะคริเลตสามารถทำปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชันได้มาก เกิดเป็นโครงสร้างพอลิไซยาโนอะคริเลตที่ต่อกันไปสายได้ยาวมากขึ้น (Bumbrah, 2017) ทำให้ความความคมชัดของลายเส้นสีขาวของกาว ECA 99.5% ที่ระยะเวลาการรม 40 นาที มีความคมชัดดีที่สุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาการรมที่ 50-60 นาที หรือที่ 12-30 นาที หรือในกาวชนิดอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลราคากาวเอทิลไซยาโนอะคริเลตต่อหนึ่งกรัมของกาวทั้งหมด 6 ชนิด ณ เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2563 พบว่ากาว ECA 99.5% มีราคา 1.65 บาท มีราคาต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับ กาว ECA Sirchie ซึ่งมีราคา 8.25 บาท กาว ECA 84.5% มีราคา 36.00 บาท กาว ECA 95% มีราคา 5.60 บาท กาว ECA 96% มีราคา 3.60 บาท และกาว ECA 97% มีราคา 11.50 บาท ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากาว ECA 99.5% ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกาว ECA Sirchie มีราคาต่ำกว่ากาว ECA Sirchie ประมาณ 5 เท่า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกาวที่ใช้ในงานทั่วไป ECA 99.5% ที่ระยะเวลาในการรม 40 นาที เพื่อทดสอบในอาสาสมัครต่อไป



ภาพที่ 3 แสดงความคงทนของรอยลายนิ้วมือแฝงหลังการรมกาว ECA ทั้งหมด 6 ชนิด ตั้งแต่เวลา 12, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ตามลำดับ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะ เวลานาน 4 เดือน



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝง ของกาวทั้ง 6 ชนิดภายหลังทำการรมกาวตั้งแต่เวลา 12 – 60 นาที ที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 วัน และ 4 เดือน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ซ้ำ

3. ทดสอบการนำไปใช้จริงของลายนิ้วมือที่เกิดจากเหงื่อของอาสาสมัครจำนวน 10 คน โดยใช้กาว ECA 99.5% ที่ระยะเวลาในการรมกาว 40 นาที

จากผลการทดลองในข้อ 1 และ 2 พบว่ากาวที่ใช้ในงานทั่วไปคือ กาว ECA 99.5% ที่ระยะเวลาในการรมกาว 40 นาที มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (ECA Sirchie) ซึ่งสามารถให้จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษสูงที่สุด อีกทั้งมีความคงทนเมื่อเก็บรอยลายนิ้วมือนั้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน เมื่อนำมาทดสอบการนำไปใช้จริงของลายนิ้วมือที่เกิดจากเหงื่อของอาสาสมัครจำนวน 10 คน แบ่งเป็นเพศชาย 5 คน และเพศหญิง 5 คน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 38 – 53 ปี โดยเปรียบเทียบคุณภาพกับรอยนิ้วมือที่ได้จากหมึกพิมพ์มือสำเร็จรูป คณะผู้วิจัยเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือจากอาสาสมัครจำนวน 3 ซ้ำ และเก็บรักษาลายนิ้วมือ ณ อุณหภูมิห้อง เป็นระยะ 1 - 30 วัน แล้วนำมารมด้วยกาวที่ใช้ในงานทั่วไป ECA 99.5% เป็นระยะเวลา 40 นาที และวิเคราะห์จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS 4 version CAFIS 6.2) การทดลองนี้ใช้ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ได้จากหมึกพิมพ์มือสำเร็จรูปของอาสาสมัครแต่ละคน เป็นเกณฑ์ในการกำหนดการแบ่งระดับคุณภาพ โดยแบ่งระดับเป็นตัวเลขคะแนน 0-4 ดังตารางที่ 4 พบว่ารอยลายนิ้วมือของอาสาสมัครที่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 วัน จำนวน 9 คน (90%) มีระดับคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ยกเว้นในอาสาสมัครหญิง 1 คน (F2) ซึ่งมีระดับคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อระยะเวลาผ่านไป 7, 14 และ 30 วัน พบว่ารอยลายนิ้วมือของอาสาสมัครมีคุณภาพลดลงตามลำดับ และที่ระยะเวลา 30 วัน รอยลายนิ้วมือของอาสาสมัครจำนวน 8 คน (80%) มีคุณภาพระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษระหว่าง 14.56 - 29.11 (ตารางที่ 5) ซึ่งเพียงพอกับการตรวจพิสูจน์บุคคล เนื่องจากงานวิจัยก่อนหน้าได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับมาตรฐานในการตรวจตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวบุคคลไว้ที่ 12 จุดขึ้นไป แต่ไม่ต่ำกว่า 10 จุด (Adam, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับ

มาตราฐานการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวบุคคลของสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ที่ต้องใช้จุดลักษณะสำคัญพิเศษ 10 จุดขึ้นไป

ตารางที่ 4 จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ของอาสาสมัครจำนวน 10 คน จากหมึกพิมพ์มือสำเร็จรูป (Ink print) และการแบ่งระดับคุณภาพของลายนิ้วมือ เป็นตัวเลขคะแนน 0-4 เป็นช่วงคะแนนเฉลี่ย จากตัวอย่างทั้งหมด 1 ซ้ำ (F : เพศหญิง , M : เพศชาย, X : ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของอาสาสมัคร)

อาสาสมัคร	จำนวน minutiae (Ink print)	การแบ่งระดับคุณภาพคะแนน 0 - 4				
		0 ไม่พบ	1 น้อย	2 ปานกลาง	3 ดี	4 ดีมาก
F1	43	0	0	$X < 14.33$	$14.33 \geq X < 28.67$	$X \geq 28.67$
F2	43	0	0	$X < 14.34$	$14.34 \geq X < 28.67$	$X \geq 28.67$
F3	38	0	0	$X < 12.67$	$12.67 \geq X < 25.33$	$X \geq 25.33$
F4	32	0	0	$X < 10.67$	$10.67 \geq X < 21.33$	$X \geq 21.33$
F5	49	0	0	$X < 16.33$	$16.33 \geq X < 32.67$	$X \geq 32.67$
M1	48	0	0	$X < 16.00$	$16.00 \geq X < 32.00$	$X \geq 32.00$
M2	61	0	0	$X < 20.33$	$20.33 \geq X < 28.73$	$X \geq 28.73$
M3	56	0	0	$X < 18.67$	$18.67 \geq X < 40.67$	$X \geq 40.67$
M4	59	0	0	$X < 19.67$	$19.67 \geq X < 39.33$	$X \geq 39.33$
M5	31	0	0	$X < 10.33$	$10.33 \geq X < 20.67$	$X \geq 20.67$

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษของอาสาสมัคร 10 คน และค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพของลายนิ้วมือที่ทิ้งไว้อุณหภูมิห้องตั้งแต่ 1, 7, 14 และ 30 วัน จากการรมกาว ECA 99.5% ที่ระยะเวลาในการรมกาว 40 นาที จากตัวอย่างทั้งหมด 1 ซ้ำ (F : เพศหญิง , M : เพศชาย)

อาสาสมัคร	1 วัน		7 วัน		14 วัน		30 วัน	
	ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	ระดับคุณภาพ	ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	ระดับคุณภาพ	ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	ระดับคุณภาพ	ค่าเฉลี่ยจุดลักษณะสำคัญพิเศษ	ระดับคุณภาพ
F1	38.67±1.03	4.00	29.11±6.93	3.67	20.33±7.07	2.67	9.45±3.39	2.00
F2	18.89±1.42	3.00	18.89±4.65	2.67	14.33±6.18	2.67	5.11±1.60	2.00
F3	27.67±3.21	4.00	22.00±1.65	3.00	20.44±1.09	3.00	20.22±1.80	3.00
F4	25.56±1.77	4.00	20.11±4.21	3.33	19.78±2.39	3.00	16.67±2.61	3.00
F5	40.33±1.80	4.00	23.89±2.22	3.00	21.77±1.73	3.00	21.22±6.59	3.00
M1	41.2±1.80	4.00	32.00±6.08	3.67	30.60±2.43	3.67	22.10±6.51	3.00
M2	35.67±1.98	4.00	25.67±2.62	3.33	24.44±6.40	3.00	20.67±1.87	3.00
M3	47.45±2.08	4.00	37.67±4.62	4.00	30.00±8.33	3.00	26.67±3.20	3.00
M4	46.67±2.12	4.00	34.55±5.85	3.00	36.45±2.10	3.00	29.11±2.90	3.00
M5	23.78±2.70	4.00	23.67±3.03	3.66	16.78±2.50	3.00	14.56±2.24	3.00

สรุปผลการทดลอง

การเปรียบเทียบผลการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนจากกาวที่ใช้ในงานทั่วไป และกาวสำหรับงานทางนิติวิทยาศาสตร์ด้วยตู้อบไซยาโนอะคริเลต เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงของกาวที่ใช้ในงานทั่วไป และกาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมไซยาโนอะคริเลตจากกาวที่ใช้ในงานทั่วไป และทดสอบการใช้งานจริงในอาสาสมัคร สามารถสรุปได้ว่ากาว ECA 99.5% มีประสิทธิภาพในการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากกฏเทียบเท่ากาวสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ (ECA Sirchie) เมื่อรมกาวเป็นระยะเวลา 40 นาที นอกจากนี้ ลายนิ้วมือภายหลังการรมกาวดังกล่าวยังมีความคงทนเป็นระยะเวลา 4 เดือน และเมื่อทดสอบการใช้งานจริงกับอาสาสมัครก็สามารถให้จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่เป็นไปตามมาตราฐานการตรวจพิสูจน์ได้ อีกทั้งเมื่อพิจารณาด้านราคา พบว่ากาว ECA 99.5% มีราคาต่ำที่สุด โดยต่ำกว่ากาว ECA Sirchie ถึง 5 เท่า ดังนั้น กาว ECA 99.5% จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงในประเทศไทย เพื่อลดระยะเวลาการนำเข้าจากต่างประเทศ และลดต้นทุนการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยการรมไซยาโนอะคริเลตในแต่ละครั้ง

กิตติกรรมประกาศ

เป็นผลงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

เอกสารอ้างอิง

Adam, C. (2016). Forensic Evidence in Court: Evaluation and Scientific Opinion, In C. Adam (Ed.), *Fingerprints and Finger – Marks - Identifying Individuals?* pp.189-209. New York City, United States: Wiley Publisher.

Aulton, M. E., Taylor, K. M. (2017). *Aulton's Pharmaceutics E-Book: The Design and Manufacture of Medicines* (5th ed.). Amsterdam, Netherlands, Elsevier Health Sciences Publisher.

Bumbrah, G. S. (2017). Cyanoacrylate fuming method for detection of latent fingermarks: a review. *Egyptian journal of forensic sciences*, 7(1), 4. https://doi.org/10.1186/s41935-017-0009-7

Casault, P., Gilbert, N., & Daoust, B. (2017). Comparison of various alkyl cyanoacrylates for fingerprint development, *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 50 (1), 1-22. https://doi.org/10.1080/00085030.2016.1223438

Cooper, J. W., Gunn, C., & Carter, S. J. (1972) *Cooper and Gunn's Tutorial Pharmacy. Edited by SJ Carter Pitman Medical* (6th ed.). London United States: Pitman Medical Publisher.

Hirth, S., & Royds, D. (2013). Stabilisation of charred documents using alkyl-2-cyanoacrylate ester (superglue fuming). *Australian Journal of Forensic Sciences*, 45(1), 103-105. https://doi.org/10.1080/00450618. 2012.677065

Lekpradit, T. (2010). *Development of Cyaneacrylate fuming kit for develop latent fingerprint* (M.S. thesis), Department of Forensic Science, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathom. (in Thai)

Sirchie. (2017) *Technical Information of OMEGA-PRINT Fingerprint Developer 16 oz*. Retrieved from https://www.sirchie.com/media/resourcecenter/item/o/m/omega-print_ti01-6eng-rev6e.pdf.

Wargacki, S. P., Lewis, L. A., & Dadmun, M. D. (2007) Understanding the chemistry of the development of latent fingerprints by superglue fuming. *Journal of Forensic Sciences*, 52(5), 1057-1062. https://doi.org /10.1111/ j.1556-4029.2007.00527.x

Wargacki, S. P., Lewis, L. A., & Dadmun, M. D. (2008). Enhancing the quality of aged latent fingerprints developed by superglue fuming: loss and replenishment of initiator. *Journal of Forensic Sciences*, 53(5), 1138-1144. https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00822.x