

การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุนด้วย Small Particle Reagent โดยใช้นาโนซิงค์ออกไซด์*

Latent Fingerprints Development on Non-Porous Wet Surfaces Using Small Particle Reagent based on Nano-ZnO

มนีรัตน์ นวลกุล (Maneerat Nuakul)**

เกษศิริรินทร์ เอกสินิทกุล (Gedsirin Eksinitkun)***

บทคัดย่อ

ลายนิ้วมือแฝงเป็นพยานหลักฐานชิ้นสำคัญในการตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ มีรายงานวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงจำนวนมาก การใช้ Small particle reagent (SPR) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่เร็วและง่ายสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาชุดสารเคมี SPR จากสารเคมีที่สามารถหาซื้อได้ง่ายและไม่เป็นพิษสำหรับตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง ชุดสารเคมี SPR ประกอบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิว ได้แก่ Sodium lauryl sulfate (SLS), Polyquaternium-10 และ Tergitol NP-9 ที่ถูกเติมลงในแต่ละสูตร รอยลายนิ้วมือแฝงถูกประทับลงบนวัตถุพื้นผิวไม่มีรูพรุน 4 ชนิด ได้แก่ กระดาษ ประตูลอยนัต (โลหะเคลือบสี) พลาสติก และซอสเตนเลส โดยพื้นผิวตัวอย่างถูกแช่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาตินาน 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน ก่อนการตรวจพิสูจน์ ผลการทดลองพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจหาด้วยชุดสารเคมีที่ประกอบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์และ Tergitol NP-9 มีคุณภาพดีที่สุดในชุด โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบบนพื้นผิวซอสเตนเลสมีคุณภาพดีกว่าพื้นผิวกระดาษ ประตูลอยนัต และพลาสติก นอกจากนี้สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ทั้งในตัวอย่างที่แช่ในน้ำประปาและแช่ในน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชุดสารเคมี SPR ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุนได้

คำสำคัญ: Small particle reagent (SPR), นาโนซิงค์ออกไซด์, สารลดแรงตึงผิว

* เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยทางด้านนิติวิทยาศาสตร์

** นิสิตปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อีเมล tangmo_cab@hotmail.com

Graduate student, Forensic Sciences Program, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, E-mail; tangmo_cab@hotmail.com

*** อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม โทร 034281-105-7 ต่อ 7687 อีเมล gedsirin@gmail.com

A thesis Advisor, Forensic Sciences Program, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, E-mail; gedsirin@gmail.com

Abstract

Fingerprints are considered valuable physical evidence in forensic investigation. Various methods have been reports for the development of latent fingerprints. The small particle reagent (SPR) is the fastest and easiest technique to develop latent fingerprints on non-porous and wet surfaces. Thus, this study reports the adaption of readily available and non-toxic small particle reagent for the development of latent fingerprints. Nano-zinc oxide based small particle reagent was formulated and the surfactant namely, sodium lauryl sulfate (SLS), polyquaternium-10 and tergitol NP-9 were added in each formula. The latent fingerprints were deposited on four different non-porous surfaces, i.e. glass, car door (color-coated metal), plastic and stainless spoon. The specimens were immersed in tap water and natural water for 1, 3, 7, 14 and 30 days before the examination. It was found that the best quality of the developed latent fingerprints was obtained from the SPR formulae containing nano-zinc oxide and tergitol NP-9. The quality of the developed latent fingerprints obtained on stainless spoon was better than glass, car door and plastic. Moreover, the latent fingerprints can be detected in both specimens immersed in the tap water and in natural water. The results of this study have demonstrated that the homemade SPR can be used to develop latent fingerprints on non-porous wet surfaces.

Keywords: Small particle reagent (SPR), Nano-zinc oxide, Surfactant

บทนำ

การสืบสวนสอบสวนคดีอาชญากรรม โจรกรรม และฆาตกรรม ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างวัตถุพยานกับผู้กระทำความผิดหรือผู้เกี่ยวข้องในคดีนั้น ซึ่งหลักฐานสำคัญที่ผู้กระทำความผิดมักทิ้งร่องรอยไว้ในสถานที่เกิดเหตุมากที่สุด คือ รอยลายนิ้วมือแฝง เนื่องจากแต่ละบุคคลมีรอยลายนิ้วมือที่มีจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นที่แตกต่างกัน และมีลักษณะที่ถาวร ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ลายนิ้วมือจึงสามารถใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและถือว่าเป็นพยานหลักฐานที่ใช้ยืนยันตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำ ด้วยเหตุนี้ลายนิ้วมือจึงเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้พิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลอย่าง เป็นสากล

รอยลายนิ้วมือแฝงอาจมองไม่เห็นหรือเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า โดยมักพบบนพื้นผิวกระจก พลาสติก แก้ว กระจก เป็นต้น การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงมีหลายวิธี การเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับประเภทของ รอยลายนิ้วมือแฝงและพื้นผิวของวัตถุที่มีรอยลายนิ้วมือแฝงติดอยู่ เช่น หากวัตถุพยานเป็นพื้นผิวที่มีรูพรุน เช่น กระจก สามารถใช้วิธีการสเปรย์สารละลายนินไฮดรินหรือ Indanedione และถ่ายภาพเก็บไว้เป็นหลักฐาน การปิดผงฝุ่น (Powdering) หรือการรมควีนซูปเปอร์กลู เหมาะกับการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรู

พรุณ อาทิเช่น แก้ว พลาสติก กระจก นอกจากนี้การเลือกใช้วิธีการตรวจเก็บนั้นยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและระยะเวลาของรอยลายนิ้วมือแฝง

Small particle reagent (SPR) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ถูกนำมาใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงในปัจจุบันเหมาะสำหรับการหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุณ เช่น แก้ว พลาสติก โลหะ และด้านเหนียวของเทปกาว วิธีนี้อาศัยการยืดยึดติดของอนุภาคขนาดเล็กกับส่วนประกอบของไขมันในรอยลายนิ้วมือแฝง (Bumbrah, 2016: 328-332) วิธี SPR สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้อย่างรวดเร็วบนพื้นผิวเปียกซึ่งไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีอื่น จึงช่วยลดความเสี่ยงในการจางหายหรือถูกทำลายของรอยลายนิ้วมือแฝง

การศึกษาและพัฒนาชุดสารเคมี SPR ที่มีส่วนผสมของ Tergitol NP-7, Choline chloride และอนุภาคขนาดเล็กต่างๆ ได้แก่ MoS_2 , Fe_3O_4 , TiO_2 , ZnO และ ZnCO_3 เพื่อหาชุดสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงหลังจากที่มีการแช่พื้นผิวตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที ในสารละลายกรด (Acetic acid) สารละลายเบส (NaOH) สารละลายเกลือ (NaCl) และน้ำประปา พบว่า SPR ที่มีส่วนผสมของ MoS_2 ใน Tergitol NP-7 และ Choline chloride สามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพดีมากที่สุด (Kabklang, Riengrojpitak, and Suwansamrith, 2009: 59-64)

การศึกษาตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุณโดยใช้ Fluorescent SPR ที่มีส่วนผสมของ Zinc carbonate hydroxide monohydrate, Crystal violet dye และ Detergent โดยศึกษาบนพื้นผิวแก้ว พลาสติก ลามิเนต เซรามิก เหล็กกล้า อะลูมิเนียมพอยล์ และแผ่นเบคเคสไลท์ที่แช่น้ำ 36 ชั่วโมง พบว่าสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือที่มีความคมชัดของลายเส้นได้ (Sodhi and Kaur, 2012: 45-47) การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นกระจกสไลด์ เซรามิก และแผ่นอะลูมิเนียมพอยล์ ที่แช่ในน้ำสะอาดและน้ำสกปรกที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่าเมื่อตัวอย่างถูกแช่น้ำเป็นเวลานานความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง และรอยลายนิ้วมือแฝงที่แช่ไว้ในน้ำสะอาดมีความคมชัดดีกว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่แช่ไว้ในน้ำสกปรก (Rohatgi, Sodhi, and Kapoor, 2015: 162-165) การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนชิ้นส่วนยานยนต์ เช่น โครงตัวถังรถยนต์ และกระจกหน้าต่างรถยนต์ ที่แช่ในน้ำประปาและน้ำคลอง พบว่าระยะเวลาที่สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ในตัวอย่างที่แช่อยู่ในประปานานกว่าน้ำคลอง นอกจากนี้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากโครงตัวถังรถยนต์สีเข้มมีคุณภาพดีกว่าโครงตัวถังรถยนต์สีอ่อนอย่างมาก (จันทร์จิรา จันทร์ทอง, ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง, 2560: 19-29) การพัฒนาสูตรสารเคมีเพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่เปียกไม่มีรูพรุณ คือ แก้ว เซรามิก แก้วพลาสติก ของพลาสติก และกระป๋องอะลูมิเนียม โดยพัฒนาสารเคมีสูตรต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีหลักคือ Carbon black, Triton-X และ Photo-flo พบว่าสารเคมีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ สามารถใช้ในการระบุเอกลักษณ์ตัวบุคคลและมีราคาต่ำ (ศิริภรณ์ อุไรรัตน์, 2557: 76-82)

ปัจจุบันวิธีการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกโดยใช้ SPR เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เนื่องจากสะดวก ใช้งานง่าย ไม่เป็นอันตราย และยังสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่จมน้ำในระยะเวลาสั้นได้ จากการสอบถามหน่วยงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย พบว่า SPR ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของอายุการใช้งานที่สั้น อีกทั้งยังมีราคาค่อนข้างแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้มีนักวิจัยหลายกลุ่มพยายามพัฒนาชุดสารเคมี SPR ขึ้นจากสารเคมีที่หาง่ายและมีราคาถูก ด้วยเหตุดังกล่าว

ข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดสารเคมีสำหรับตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน โดยใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็ก โดยคาดว่าจะสามารถเข้าไปจับกับองค์ประกอบของไขมันในลายนิ้วมือได้ดี นอกจากนี้ยังเป็นสารเคมีที่หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก ปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับใช้งานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม สำหรับการเตรียมชุดสารเคมี Small particle reagent (SPR) ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบ สำหรับตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่สามารถตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน 4 ชนิด คือ กระดาษ ประตูลอยนัต (โลหะเคลือบสี) พลาสติก และซ็อนสแตนเลส หลังจากที่มีการแช่อยู่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยใช้ SPR ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมเป็นองค์ประกอบ

วิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. ขวดสเปรย์
2. ถังน้ำพลาสติก
3. แผ่นพลาสติก
4. กระดาษ
5. ซ็อนสแตนเลส
6. ประตูลอยนัต (โลหะเคลือบสี)

เครื่องมือ

1. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล ยี่ห้อ Nikon รุ่น D5500
2. เครื่องซังดิจิตอล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น BSA224S-CW
3. เครื่องซังดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AND รุ่น EK-610i
4. ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System:

AFIS) PrintQuest® AFIS – APIS System

สารเคมี

1. นาโนซิงค์ออกไซด์ <100 นาโนเมตร จากวิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
2. น้ำกลั่น
3. Sodium lauryl Sulfate (SLS) จากบริษัทเคมีภัณฑ์
4. Polyquaternium-10 จากบริษัท Myskinrecipes
5. Tergitol NP-9 (Nonylphenol Ethoxylate NP-9) ยี่ห้อ Dow Chemical บริษัทเคมีภัณฑ์

ขั้นตอนในการเตรียมการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่างวัตถุพื้นผิวเรียบ

ในการศึกษาครั้งนี้เตรียมตัวอย่างวัตถุพื้นผิวเรียบ 4 ชนิด ได้แก่ แผ่นพลาสติก กระຈก ประตูลอยน้ด (ขนาด 5x5 เซนติเมตร) และข้อนสแตนเลส หลังจากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้งก่อนประທบรอยลายนิ้วมือ

2. การเตรียมตัวอย่างรอยลายนิ้วมือ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดเงื่อนไข คือ เก็บตัวอย่างลายนิ้วมือของบุคคลเพียงคนเดียวที่ไม่ผ่านการล้างมืออย่างน้อย 1 ชั่วโมง โดยใช้หัวแม่มือสัมผัสกับบริเวณหน้าผากหรือที่โชน หลังจากนั้นทำการกดประທบรอยลายนิ้วมือลงบนวัตถุตัวอย่าง โดยใช้แรงกดประมาณ 300-500 กรัม ใช้เวลาประมาณ 5 วินาที และเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือที่อุณหภูมิห้อง

3. การเตรียมตัวอย่างน้ำที่ใช้แ่วัตถุพื้นผิวที่มีการประທบรอยลายนิ้วมือ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการทดลองโดยแ่ตัวอย่างวัตถุพื้นผิวที่ประທบรอยลายนิ้วมือในน้ำ 2 ชนิด คือน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเก็บจากสระน้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการทดลอง

1. ศึกษาสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม สำหรับการเตรียมชุดสารเคมี Small particle reagent (SPR) ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบ สำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน (พื้นผิวกระຈก)

1.1 เตรียมชุดสารเคมี SPR โดยซังนาโนซิงค์ออกไซด์และดวงสารเคมีตามสูตรที่ 1, 2 และ 3 ดังแสดงในตารางที่ 1 ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ผสมสารเคมีทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้แท่งแก้วกวนสาร หลังจากนั้นบรรจุใส่ขวดสเปรย์เขียนกำกับสูตรเตรียมไว้สำหรับการทดลอง โดยสูตรสารเคมี SPR ประยุกต์จาก SIRCHIE Fingerprint Laboratories (2012)

ตารางที่ 1 สูตรสารเคมี Small particle reagent แบ่งออกเป็น 3 สูตร ดังนี้

สาร	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
Nano ZnO (กรัม)	6.50	6.50	6.50
Deionized Water (มิลลิลิตร)	100.00	100.00	100.00
0.008 M Sodium lauryl sulfate (มิลลิลิตร)	0.50	-	-
0.008 M Polyquaternium-10 (มิลลิลิตร)	-	0.50	-
0.008 M Tergitol NP-9 (มิลลิลิตร)	-	-	0.50

1.2 ศึกษาเปรียบเทียบชุดสารเคมี SPR เพื่อหาสูตรที่ให้ผลปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ดีที่สุด ศึกษาโดยนำตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่ประทับลงบนพื้นผิวกระจก แฉ่งลงในน้ำกลั่นไว้นาน 30 นาที 1 วัน และ 3 วัน ทดลองซ้ำ ตัวอย่างละ 3 ครั้ง หลังจากนั้นเมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดนำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ เพื่อทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยชุดสารเคมี SPR ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิวเป็น องค์ประกอบแต่ละสูตรมาฉีดพ่นลงบนวัตถุตัวอย่างที่มีรอยประทับลายนิ้วมืออยู่ โดยฉีดพ่นห่างจากพื้นผิว ตัวอย่างประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นล้างสารเคมีส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้ง ถ่ายภาพ รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นด้วยกล้องถ่ายภาพรูปดิจิทัล และตรวจสอบคุณภาพของลายนิ้วมือที่ได้โดยการหาจุด ลักษณะสำคัญพิเศษด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของรอย ลายนิ้วมือแฝง

2. ศึกษาระยะเวลาที่สามารถตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน 4 ชนิด คือ กระจก ประตูลอยนัต (โลหะเคลือบสี) พลาสติก และซ็อนสแตนเลส หลังจากที่มีการแช่อยู่ในน้ำประปาและน้ำ จากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยใช้ SPR ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมเป็นองค์ประกอบ

ศึกษาโดยนำตัวอย่างรอยลายนิ้วมือที่ประทับลงบนวัตถุพื้นผิวเรียบทั้ง 4 ชนิด แฉ่งลงในน้ำประปาและ น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยแช่ตัวอย่างวัตถุพื้นผิวนาน 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน ทำการทดลองซ้ำ ตัวอย่างละ 3 ครั้ง เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดนำพื้นผิวตัวอย่างมาตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วย SPR ที่ประกอบด้วย นาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองในข้อ 1.2 หลังจากนั้นถ่ายภาพรอย ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นด้วยกล้องถ่ายภาพรูปดิจิทัล และตรวจสอบคุณภาพของลายนิ้วมือที่ได้โดยการหาจุด ลักษณะสำคัญพิเศษด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของรอย ลายนิ้วมือแฝง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง โดยอาศัยหลักการแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุด ลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ที่ตรวจพบจากตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงและลายพิมพ์นิ้วมือ โดยแบ่งช่วงระดับ คะแนน จำนวน 5 ระดับ เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายความหมายของระดับคุณภาพของการตรวจสอบรอย ลายนิ้วมือแฝง โดยประยุกต์จากงานวิจัยของนันทกาล ตาลจินดา (2556: 808-816) ซึ่งมีวิธีดังนี้

$$\frac{\text{จำนวน Minutiae ที่ตรวจพบสูงสุด} - \text{จำนวน Minutiae ที่ตรวจพบต่ำสุด}}{\text{ระดับขั้น}} = \frac{60-16}{5} = 8.80$$

ช่วงความกว้างของแต่ละระดับคือ 8.80 ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ได้ดังนี้

จำนวน minutiae	ระดับ	การแปลค่าของแต่ละระดับ
51.21 จุด ขึ้นไป	5	คุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก
42.41-51.20 จุด	4	คุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง
33.61-42.40 จุด	3	คุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง
24.81-33.60 จุด	2	คุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำ
16.00-24.80 จุด	1	คุณภาพความคมชัดของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำมาก

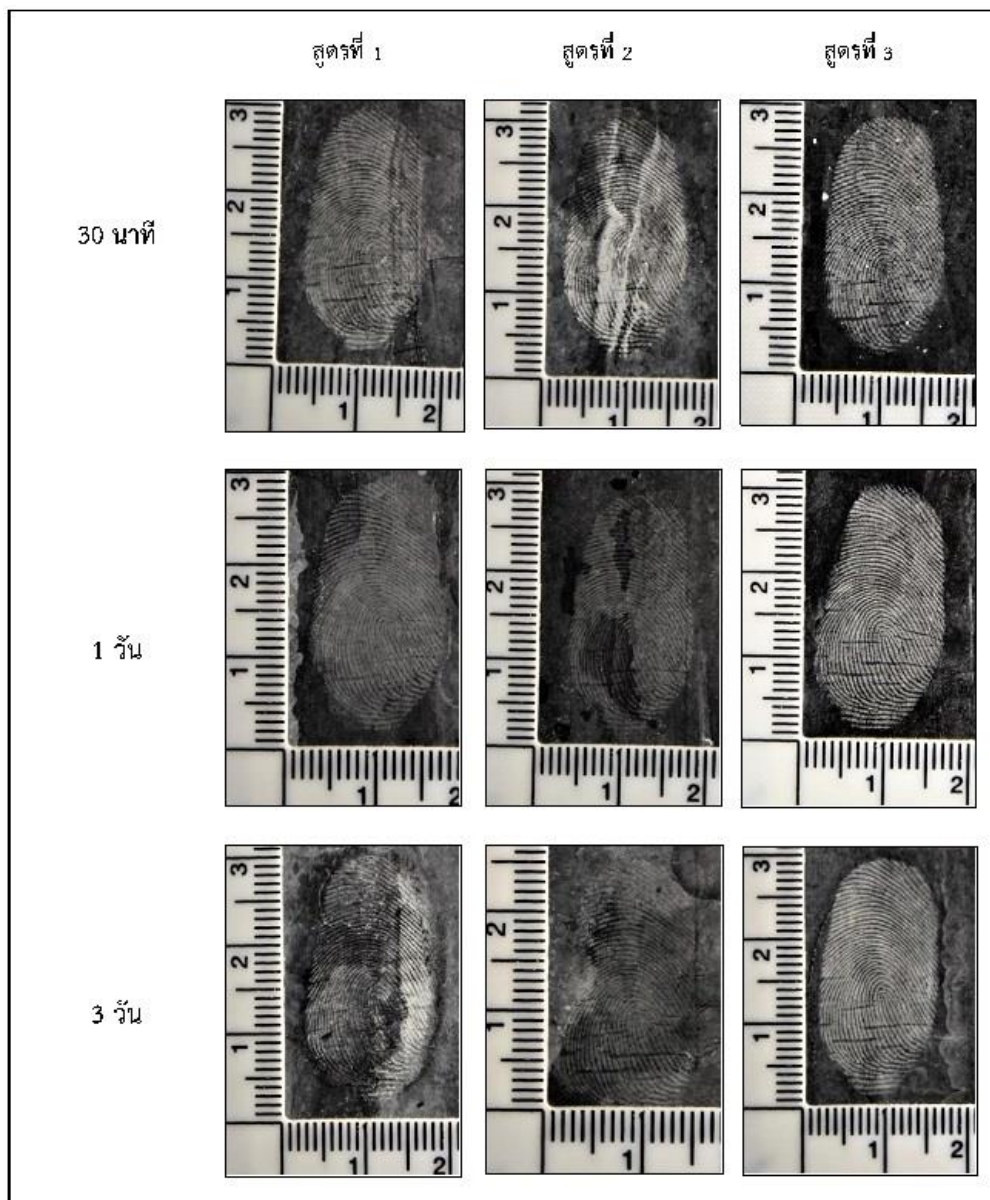
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ การหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล จากรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน อาศัยเกณฑ์การนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) โดยใช้ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 10 จุด โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้ “Y” (Yes) คือ จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ≥ 10 จุด หมายถึง รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล และ “N” (No) คือ จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ < 10 จุด หมายถึง รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบไม่สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์จุดลักษณะสำคัญพิเศษ 10 จุดขึ้นโดยอ้างอิงข้อมูลตามผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจลายนิ้วมือในประเทศไทยใช้ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน แต่ในการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ เกณฑ์การนับจุด 10 จุดนี้ ไม่ใช่เกณฑ์ที่ระบุแน่นอนตายตัว เนื่องจากต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ภาพรอยลายนิ้วมือแฝงและสภาพแวดล้อมอื่นๆประกอบ อย่างไรก็ตามไม่มีค่าทางวิทยาศาสตร์ใดที่ใช้ระบุเพื่อยืนยันถึงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ที่น้อยที่สุดในการใช้ตรวจพิสูจน์ว่าลายนิ้วมือสองรอยตรงกันได้ (Olsen, 1977)

ผลการวิจัย

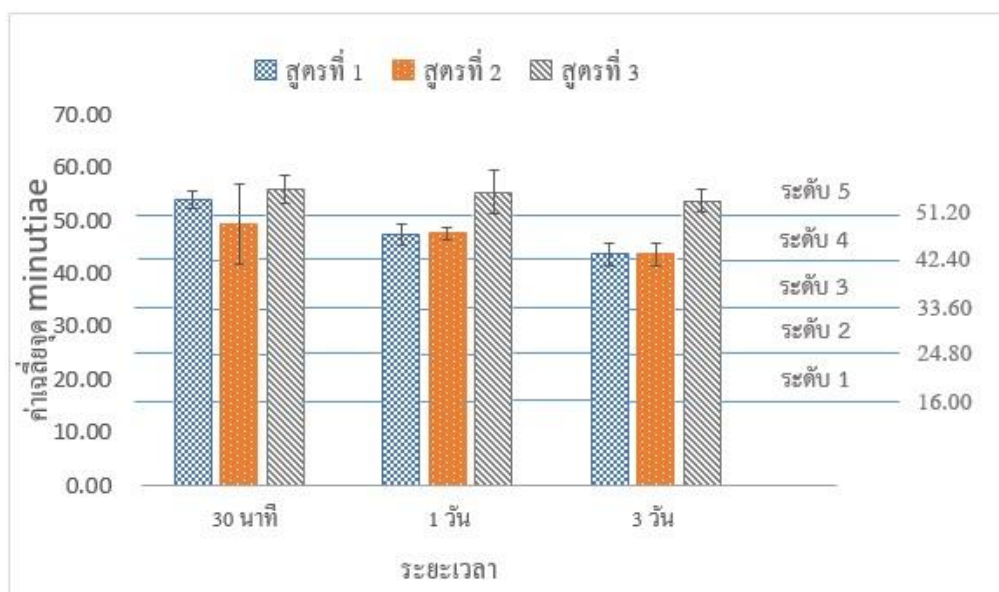
จากการศึกษาสารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ Sodium lauryl sulfate (SLS), Polyquaternium-10 และ Tergitol NP-9 สำหรับการเตรียมชุดสารเคมี Small particle reagent (SPR) ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบ เพื่อตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน โดยทำการทดลองตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระจกหลังจากแช่น้ำกลั่นเป็นระยะเวลา 30 นาที 1 วัน และ 3 วัน รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจหาได้แสดงดังภาพที่ 1

วิเคราะห์คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงโดยการหาจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยการแบ่งเกณฑ์จากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ผลการทดลองปรากฏดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระจกที่แช่อยู่ในน้ำกลั่นนาน 30 นาที 1 วัน และ 3 วัน
ตรวจหาด้วย SPR สูตรที่ 1, 2 และ 3

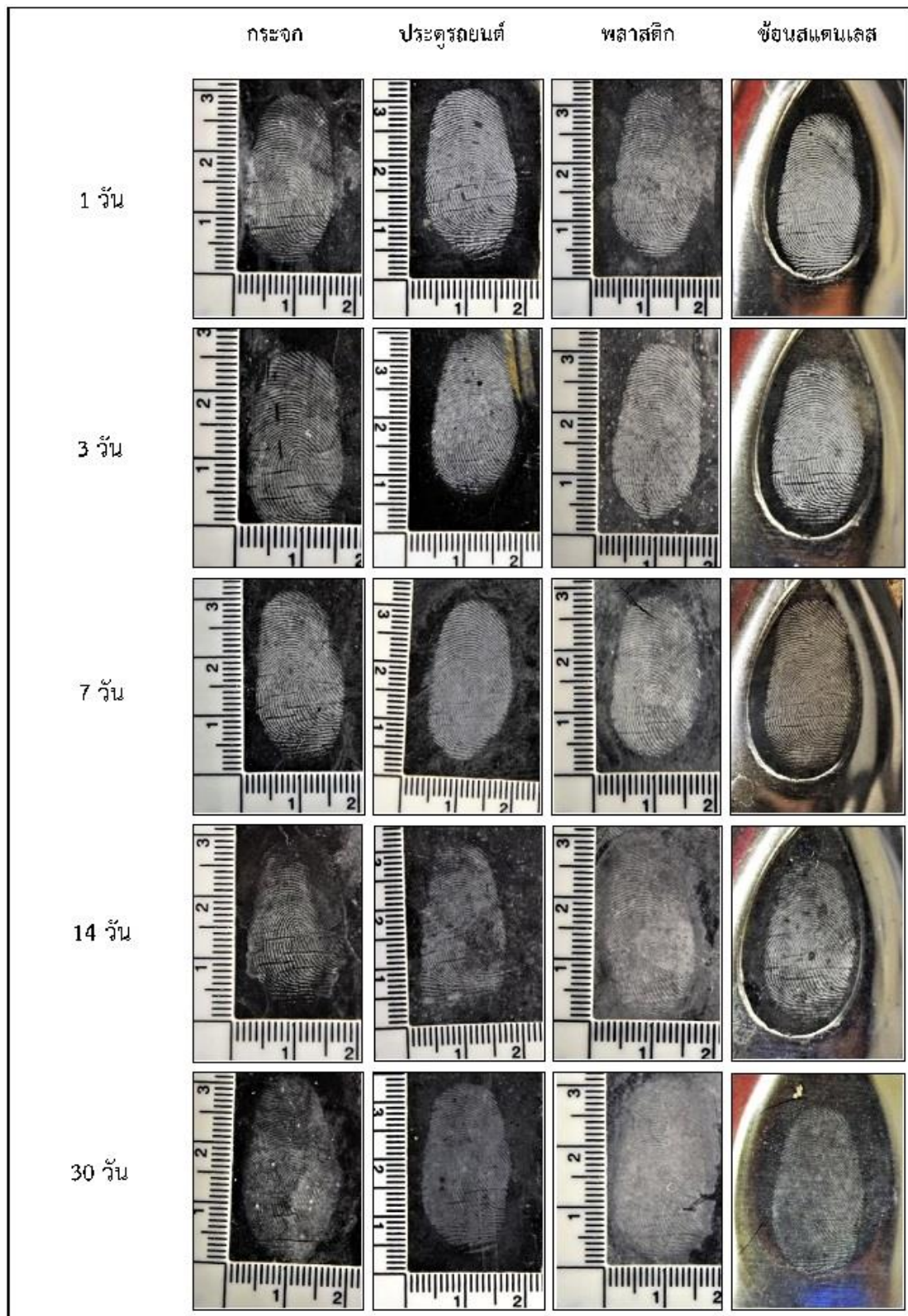
จากภาพที่ 1 พบว่า การใช้สารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกันทั้ง 3 ชนิด มาเตรียมชุดสารเคมี SPR สามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระจกได้ โดยชุดสารเคมีสูตรที่ 3 ซึ่งมีสารลดแรงตึงผิว Tergitol NP-9 เป็นองค์ประกอบ สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีลายเส้นคมชัดมากกว่าชุดสารเคมีสูตรที่ 1 และ 2 ที่มี Sodium lauryl sulfate (SLS) และ Polyquaternium-10 เป็นองค์ประกอบ ตามลำดับ ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจหาด้วย SPR สูตรที่ 1 และ 2 หลังจากฉีดพ่น SPR ลงบนพื้นผิวตัวอย่างแล้วล้างสารเคมีส่วนเกินออก พบว่าเกิดคราบของสารเคมีส่วนเกินเกาะบนพื้นผิวตัวอย่างส่งผลให้เห็นลายเส้นลายนิ้วมือไม่ชัดเจน



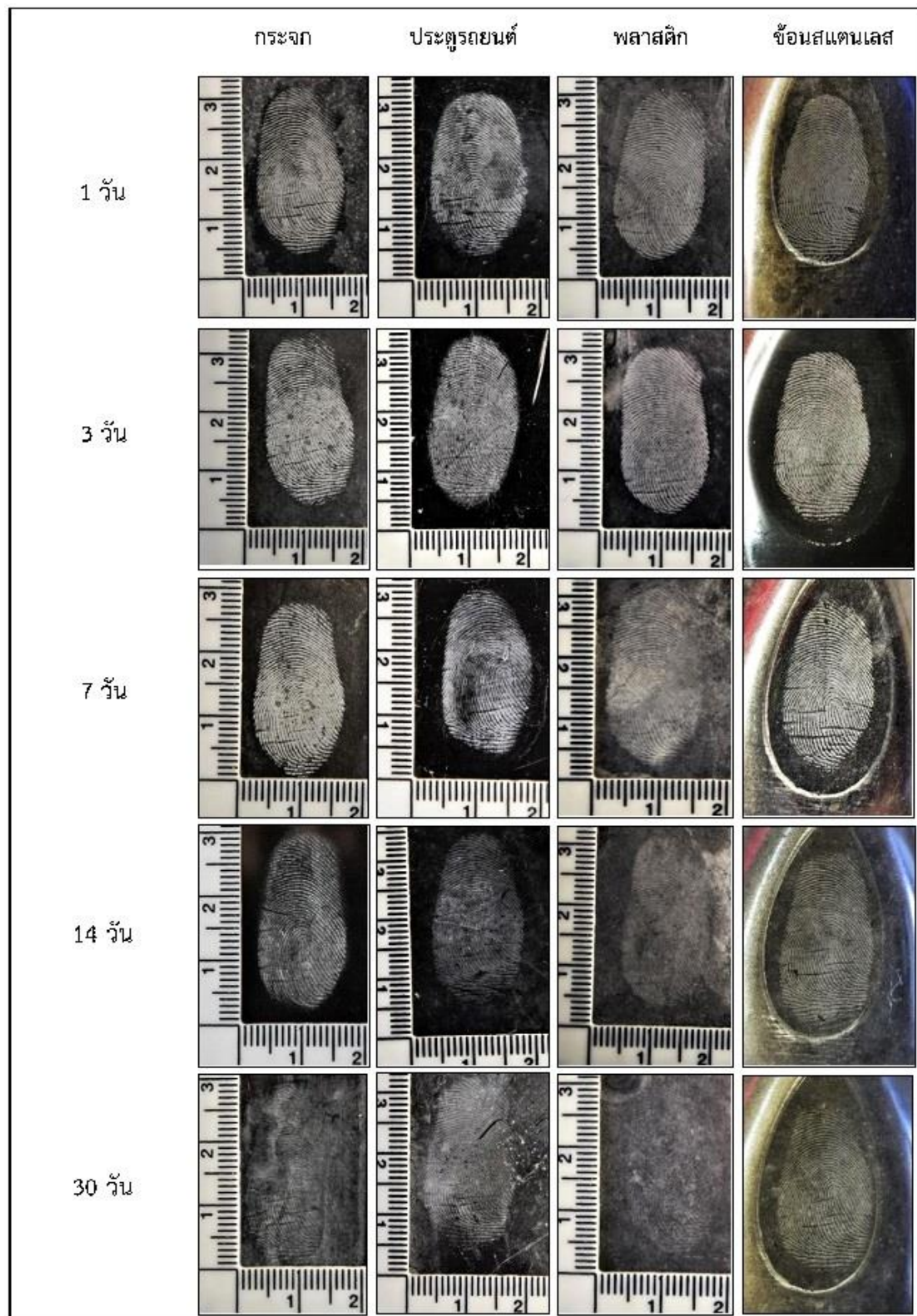
ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระจก ตรวจสอบด้วยชุดสารเคมี SPR สูตรที่ 1, 2 และ 3

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจสอบด้วยชุดสารเคมีสูตรที่ 3 มีคุณภาพดีที่สุด คือ ตรวจพบความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงในระดับสูงมาก (ระดับ 5) แม้แช่ในน้ำกลั่นที่ระยะเวลา 3 วัน รองลงมาคือ สูตรที่ 1 คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) หลังจากแช่ในน้ำกลั่นที่ระยะเวลา 30 นาที แต่เมื่อระยะเวลาแช่นานขึ้นเป็นเวลา 1 และ 3 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลงอยู่ในระดับสูง (ระดับ 4) ส่วนสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาแช่นาน 30 นาที 1 วัน และ 3 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูง (ระดับ 4) โดยการวิเคราะห์การตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจหาได้ด้วยชุดสารเคมี SPR ทั้ง 3 สูตร อยู่ในเกณฑ์ “Y” ทั้งหมด โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ >10 จุด สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้

จากการศึกษาชุดสารเคมี SPR ผลการทดลองพบว่าชุดสารเคมี สูตรที่ 3 ซึ่งมีส่วนประกอบของ นาโน ซิงค์ออกไซด์และ Tergitol NP-9 เป็นสูตรที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน (พื้นผิวกระจก) ผู้วิจัยจึงนำชุดสารเคมี SPR สูตรที่ 3 มาใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาระยะเวลาที่นานขึ้น คือ 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน สำหรับตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน 4 ชนิด คือ กระจก ประตูลอยนอต (โลหะเคลือบสี) พลาสติก และช้อนสแตนเลส หลังจากผ่านการแช่น้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่าการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเรียบทั้ง 4 ชนิด ที่แช่ในน้ำประปาที่ระยะเวลาต่างๆ แสดงดังภาพที่ 3 และการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเรียบทั้ง 4 ชนิด ที่แช่ในน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ระยะเวลาต่างๆ แสดงดังภาพที่ 4 นอกจากนี้เมื่อนำผลการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบบนรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยระบบตรวจสอบรอยลายนิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลและคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ

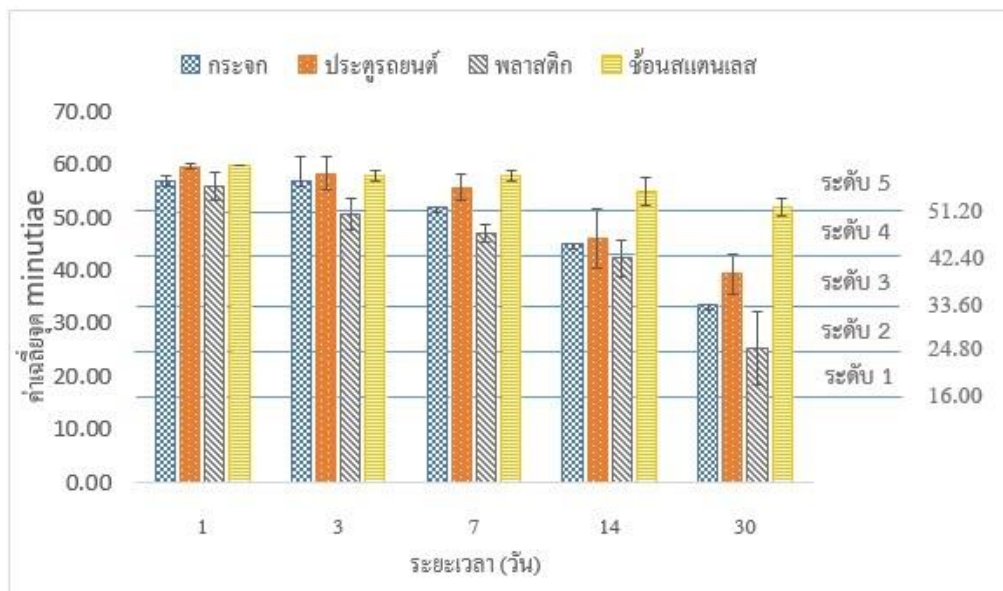


ภาพที่ 3 รอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด แช่น้ำประปาที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน



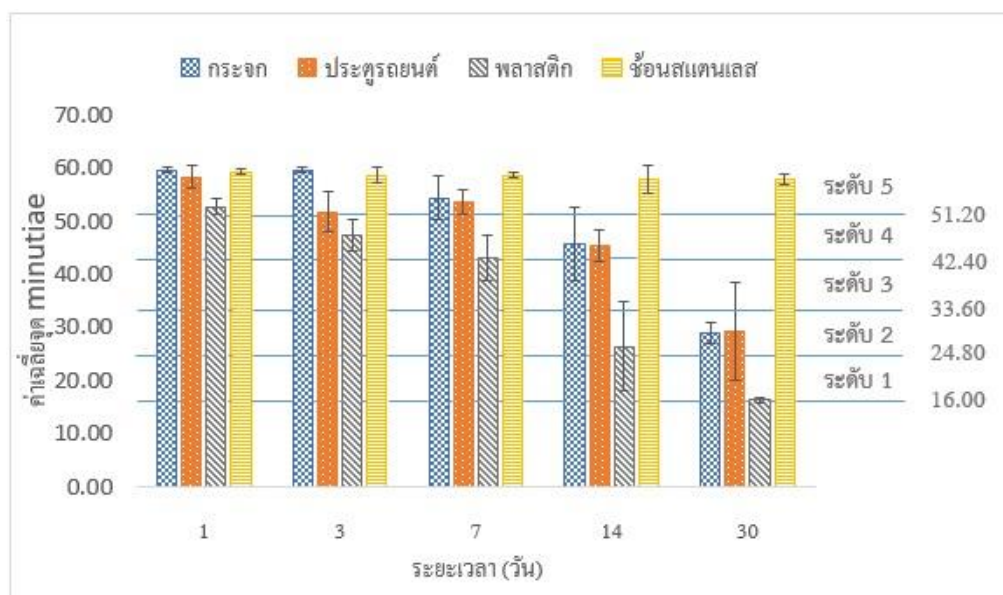
ภาพที่ 4 รอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด แฉิน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน

จากภาพที่ 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวทั้ง 4 ชนิด คือ กระຈก ประตูลอยน้ด พลาสตึก และซ้อนสแตนเลส หลังจกแซ้ในน้ำประปาและน้ำจกแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน ด้วยชุดสารเคมี SPR ที่มีส่วนประกอบของนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิว Tergitol NP-9 ได้ โดยเมื่อระยะเวลาแซ้หน้านานขึ้นความคมชัดของลายเส้นลดลง



ภาพที่ 5 แผนภูมิเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด แซ้น้ำประปาที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน

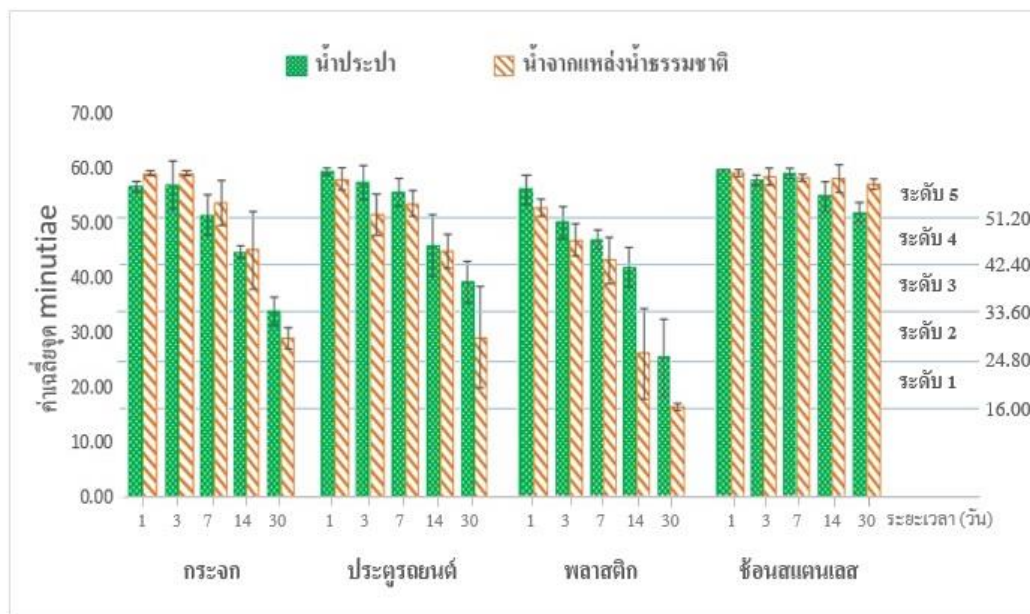
จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบบนพื้นผิวสแตนเลสมีคุณภาพดีที่สุดโดยที่ระยะเวลาแซ้น้ำประปา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) รองลงมาคือ พื้นผิวประตูลอยน้ดและกระຈก คุณภาพอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) ในตัวอย่างที่แซ้น้ำประปา 1, 3 และ 7 วัน เมื่อระยะเวลาแซ้หน้านานขึ้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลงอยู่ในระดับสูง (ระดับ 4) หลังจากแซ้หน้านาน 14 วัน และลดลงอยู่ในระดับปานกลาง (ระดับ 3) หลังจากแซ้หน้านาน 30 วัน ส่วนพื้นผิวพลาสตึก คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) ในตัวอย่างที่แซ้หน้านานเพียง 1 วัน หลังจากนั้น คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลงอยู่ในระดับสูง (ระดับ 4) ที่ระยะเวลาแซ้น้ำ 3 และ 7 วัน และลดลงอยู่ในระดับปานกลาง (ระดับ 3) และระดับต่ำ (ระดับ 2) หลังจากแซ้หน้านานที่ระยะเวลา 14 และ 30 วัน ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาแซ้หน้านานขึ้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบมีแนวโน้มลดลง ผลวิเคราะห์การตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด หลังจากแซ้ในน้ำประปาที่ระยะเวลาต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ “Y” ทั้งหมด โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ >10 จุด สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้



ภาพที่ 6 แผนภูมิเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด แฉ่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบบนพื้นผิวสแตนเลสมีคุณภาพดีที่สุดโดยที่ระยะเวลาแฉ่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) รองลงมาคือ พื้นผิวประศูรยนต์และกระบอก คุณภาพอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) ในตัวอย่างที่แฉ่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ 1, 3 และ 7 วัน เมื่อแฉ่น้ำนานขึ้นที่ระยะเวลา 14 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลงอยู่ในระดับสูง (ระดับ 4) และลดลงอยู่ในระดับต่ำ (ระดับ 2) หลังจากแฉ่น้ำนาน 30 วัน ส่วนพื้นผิวพลาสติก คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) ในตัวอย่างที่แฉ่น้ำนานเพียง 1 วัน หลังจากนั้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลงอยู่ในระดับสูง (ระดับ 4) ที่ระยะเวลาแฉ่น้ำ 3 และ 7 วัน ลดลงอยู่ในระดับต่ำ (ระดับ 2) หลังจากแฉ่น้ำนานที่ระยะเวลา 14 วัน และลดลงอยู่ในระดับต่ำมาก (ระดับ 1) หลังจากแฉ่น้ำนาน 30 วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาแฉ่น้ำนานขึ้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบมีแนวโน้มลดลง ผลวิเคราะห์การตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด หลังจากแฉ่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ระยะเวลาดังกล่าว อยู่ในเกณฑ์ “Y” ทั้งหมด โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ >10 จุด สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้

เมื่อพิจารณาระยะเวลาและประเภทของน้ำที่ใช้แฉ่น้ำตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวทั้ง 4 ชนิด ผลการวิเคราะห์คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏดัง ภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนภูมิเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิว 4 ชนิด แขน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาในการแช่น้ำนานขึ้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบบนพื้นผิวกระจก ประตูดอญนธ์ และพลาสติกมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นพื้นผิวสแตนเลสที่คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงยังคงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) โดยเมื่อพิจารณาจากระยะเวลาแช่น้ำนานขึ้น รอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระจก ประตูดอญนธ์ และพลาสติกที่แช่น้ำประปามีแนวโน้มคุณภาพดีกว่ารอยลายนิ้วมือที่แช่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวสแตนเลสระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่แช่น้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติไม่แตกต่างกัน แม้ว่าระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจะเห็นว่าในบางตัวอย่างที่แช่น้ำประปามีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษน้อยกว่าในตัวอย่างที่แช่น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติอาจเป็นผลมาจากแรงกดประทับและปริมาณเหงื่อในรอยลายนิ้วมือที่ไม่เท่ากันในแต่ละตัวอย่าง

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่าชุดสารเคมี SPR ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีส่วนผสมของนาโนซิงค์ออกไซด์ สามารถใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุนได้ โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นเกิดจากอนุภาคขนาดเล็กของนาโนซิงค์ออกไซด์เข้าไปจับกับองค์ประกอบของไขมันในรอยลายนิ้วมือ (Bumbrab, 2016: 328-332) ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์ “Y” มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Choi et al. (2008: 732-737) ที่ศึกษาการใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเรียบไม่รูพรุน ด้วยวิธี SPR ซึ่งสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้บนพื้นผิวพลาสติก

โดยสูตรที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ สูตรที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิว Tergitol NP-9 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cuce et al. (2004: S7-S8) ซึ่งสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวพลาสติกได้ด้วย SPR ที่ประกอบด้วย Titanium dioxide และ Tergitol จากผลการทดลองผู้วิจัยคาดว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจาก Tergitol NP-9 เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทไม่มีประจุ จึงเกิดฟองน้อย และมีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ ละลายได้น้อยในไขมัน (จตุพร ปานทอง, 2557) ทำให้เมื่อฉีดพ่น SPR ลงบนพื้นผิวจึงไม่มีผลต่อการชะล้างไขมันในรอยลายนิ้วมือและไม่เกิดรอยคราบบนพื้นผิว ส่วนสารลดแรงตึงผิว SLS มีประจุลบ เป็นประเภทที่ให้ฟองมาก มีคุณสมบัติในการชำระล้างได้ดี (Roach, 2016) ทำให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันได้ดี ส่งผลให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับ Tergitol NP-9 และสารลดแรงตึงผิว Polyquaternium-10 เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทประจุบวก มีคุณสมบัติในการชำระล้างได้น้อยมากแต่สามารถเกาะติดหรือเคลือบพื้นผิวได้ดี ผู้วิจัยคาดว่าด้วยเหตุนี้ทำให้สารเคมีส่วนเกินถูกเคลือบติดกับพื้นผิว ส่งผลให้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบเห็นรอยลายเส้นไม่ชัดเจนเพราะสารเคมีส่วนเกินไม่สามารถถูกชะล้างออกไปได้หมดในขั้นตอนการล้างสารเคมีส่วนเกิน

ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวมีผลต่อการเกิดฟองขณะเขย่าชุดสารเคมีก่อนทำการฉีดพ่นลงบนพื้นผิวตัวอย่าง โดยเฉพาะ SLS ซึ่งมีประจุลบ เป็นสารที่ให้ฟองมากและชะล้างไขมันได้ดี ส่งผลต่อลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝง นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวที่มากเกินไปส่งผลทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงถูกชะล้างออกจากพื้นผิวตัวอย่างได้อีกด้วย

เมื่อนำชุดสารเคมี SPR สูตรที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดมาใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวเรียบ 4 ชนิด คือ กระดาษ ประตुरถยนต์ (โลหะเคลือบสี) พลาสติก และซ็อนสแตนเลส หลังจากแช่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นระยะเวลา 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน พบว่าสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้บนพื้นผิวทุกชนิดทั้งที่แช่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาพื้นผิวพบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากพื้นผิวแต่ละชนิดมีคุณภาพแตกต่างกันเมื่อแช่ในน้ำที่ระยะเวลานานขึ้น โดยรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากซ็อนสแตนเลสมีคุณภาพดีที่สุด ที่ระยะเวลาแช่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ 1, 3, 7, 14 และ 30 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) รองลงมาคือ กระดาษและประตुरถยนต์ ตัวอย่างที่แช่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ 1, 3 และ 7 วัน คุณภาพของรอยลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) หลังจากนั้นเมื่อระยะเวลาแช่นานขึ้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง ส่วนพื้นผิวพลาสติกคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้อยู่ในระดับสูงมาก (ระดับ 5) ในตัวอย่างที่แช่ในน้ำประปาและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาตินาน 1 วัน เท่านั้น หลังจากนั้นเมื่อแช่นานขึ้นคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบลดลงตามระยะเวลา อาจเป็นผลเนื่องจากพื้นผิวพลาสติกมีลักษณะพื้นผิวที่ลื่นกว่าพื้นผิวชนิดอื่น ทำให้อรอยลายนิ้วมือแฝงเกาะกับพื้นผิวพลาสติกได้ไม่ดีและคงอยู่บนพื้นผิวได้ไม่นาน นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาแช่นาน 30 วัน รอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษ กระดาษ และพลาสติก ที่แช่ในน้ำประปาสามารถตรวจพบและมีแนวโน้มคุณภาพดีกว่ารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวตัวอย่างที่แช่ในน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจเป็นผลเนื่องจากในน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีองค์ประกอบของทั้งสารอนินทรีย์

สารอินทรีย์และสารแขวนลอยต่างๆ เมื่อแช่น้ำเป็นระยะเวลาานอาจไปรบกวนและเกาะติดอยู่บนพื้นผิวตัวอย่าง ซึ่งส่งผลต่อการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝง ส่งผลให้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบมีคุณภาพลดลง

จากงานวิจัยของ Rohatgi, Sodhi and Kapoor (2015: 162-165) ที่ศึกษาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุน เช่น แผ่นกระจกสไลด์ เซรามิก และแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ หลังจากแช่น้ำสะอาดและน้ำสกปรกที่ระยะเวลาต่างๆ ด้วย SPR ที่มีองค์ประกอบของ Zinc carbonate hydroxide monohydrate, Crystal violet dye และ Detergent สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพดีลายเส้นคมชัดได้ โดยเมื่อตัวอย่างถูกแช่น้ำเป็นเวลานานความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงลดลง และรอยลายนิ้วมือแฝงที่แช่น้ำสะอาดมีความคมชัดดีกว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่แช่น้ำสกปรก ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุนอย่างเช่น กระจก ประตูรถยนต์พลาสติก และข้อสนแตนเลส ด้วย SPR ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์และสารลดแรงตึงผิว Tergitol NP-9 เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีลายเส้นคมชัดและมีคุณภาพดีเช่นเดียวกัน นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Kabklang, Riengrojpitak and Suwansamrith (2009: 59-64) ที่ศึกษาการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุนด้วย SPR ที่มีซิงค์ออกไซด์และ Tergitol NP-7 เป็นองค์ประกอบพบว่าสามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้แต่คุณภาพและจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจพบไม่เพียงพอสำหรับการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยนี้ที่สามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้ โดยผู้วิจัยคาดว่าเนื่องจากนาโนซิงค์ออกไซด์มีขนาดเล็กกว่าซิงค์ออกไซด์จึงจับกับองค์ประกอบของไขมันในรอยลายนิ้วมือแฝงได้ดีกว่า และ Tergitol NP-7 ละลายในไขมันได้ดีกว่า Tergitol NP-9 ซึ่งอาจส่งผลต่อการชะล้างไขมันในรอยลายนิ้วมือแฝงได้ ทำให้อรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจด้วยสูตรสารเคมีในงานวิจัยนี้จึงมีคุณภาพความคมชัดดีกว่า

การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวเปียกไม่มีรูพรุนด้วย Small particle reagent (SPR) ที่มีนาโนซิงค์ออกไซด์และ Tergitol NP-9 เป็นส่วนประกอบ ซึ่งพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้และมีคุณภาพเพียงพอสำหรับการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล แม้แช่อยู่ในน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งมีสารปนเปื้อนต่าง ๆ นานถึง 30 วัน นอกจากนี้การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วย SPR ยังเป็นวิธีที่สะดวก ใช้งานง่าย สารเคมีที่ใช้มีราคาถูก ปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำ SPR ไปใช้ในงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาพัฒนาชุดสารเคมี SPR ควรมีการศึกษาคุณสมบัติของนาโนซิงค์ออกไซด์และสารเคมีที่ใช้อื่นๆเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดสารเคมี SPR ให้ดีขึ้น และในการทดลองการประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวแต่ละชนิดควรมีน้ำหนักกดประทับเท่าๆกัน เนื่องจากแรงกดประทับและปริมาณเหยือกที่ไม่เท่ากันอาจส่งผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือ อาทิเช่น แรงกดประทับมาก ปริมาณเหยือกมากทำให้ลายเส้นนูนกับเส้นร่องแยกกันไม่ชัดเจนซึ่งมีผลต่อจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจนับได้ นอกจากนี้เนื่องจากการทดลองทำในห้องปฏิบัติการซึ่งผลการทดลองที่ได้อาจไม่เหมือนกับพยานหลักฐานที่พบได้ในสถานที่เกิดเหตุจริง จึงควรทำการทดลองในแหล่งน้ำธรรมชาติที่อาจพบพยานหลักฐานได้จริง อย่างเช่น ลำคลองหรือสระน้ำ เพื่อให้ได้ผลการ

ทดลองที่ใกล้เคียงกับสภาวะจริงที่อาจมีผลกระทบของความลึกของน้ำ กระแสน้ำไหล หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆต่อการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุ

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

จตุพร ปานทอง. (2557). “การใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุในกระบวนการปรับสภาพและย้อมเส้นใยปาล์มด้วยเอนไซม์เพื่อการผลิตเอทานอล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จันทร์จิรา จันทรทอง, ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง. (2560). “การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนชิ้นส่วนยานยนต์ที่เปียก โดยใช้ Zinc Carbonate และ Crystal Violet Dye.”

Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University 4, 1

(มกราคม-กุมภาพันธ์): 19-29.

นันทกาล ตาลจินดา. (2556). “การตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษเทอร์มอลด้วยวิธีการรมไอไอโอดีน, วิตามินไฮดริน และวิธี 1,2 อินเดนไดโอน.” **Veridian E-Journal Silpakorn University 6, 1**
(มกราคม-เมษายน): 808-816.

ศิริภรณ์ อุไรรัตน์. (2557). “การพัฒนาและทดสอบสารเคมีสำหรับเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวเปียกที่ไม่มีรูพรุน.” **Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University 1, 2**
(มีนาคม-เมษายน): 76-82.

ภาษาต่างประเทศ

Bumbrah, G.S. (2016). “Small particle reagent (SPR) method for detection of latent fingerprints: A review.” **Egyptian Journal of Forensic Sciences 6, 4** (December): 328-332.

Choi, Mi Jung et al. (2008). “An evaluation of nanostructured zinc oxide as a fluorescent powder for fingerprint detection.” **Journal of Materials Science 43, 2** (January): 732-737.

Cuce, P. et al. (2004). “Small particle reagents technique can help to point out wet latent Fingerprints.” **Forensic Science International 146, 2** (December): S7-S8.

Kabklang, P., S. Riengrojpitak and W. Suwansamrith. (2009). “Latent Fingerprint Detection by Various Formulae of SPR on Wet Non-Porous Surfaces.” **The Journal of Scientific Research Chulalongkorn University 34, 2** (July-December): 59-64.

Olsen, Robert D. (1977). **Scott's Fingerprint Machanic**. Springfield: Charles C. Thomas Publisher.

Roach, Timothy J. (2016). **Anionic, Nonionic, Cationic: What do they all mean?**

Accessed October 1. Available from <http://www.cleanfax.com/carpet-care/anionic-nonionic-cationic-what-do-they-all-mean/>

Rohatgi, Richa, G.S. Sodhi, and A.K. Kapoor. (2015). “Small particle reagent based on crystalviolet dye for developing latent fingerprints on non-porous wet surfaces.” **Egyptian Journal of Forensic Science** 5, 4 (December): 162-165.

SIRCHIE Fingerprint Laboratories. (2012). **Small Particle Reagent-Dark Safety Data Sheet**. Accessed October 1. Available from <http://d1zh4ok0q8k7dm.cloudfront.net/media/resourcecenter/item/s/p/spr1001.pdf>

Sodhi, G.S., and Jasjeet Kaur. (2012). “A novel fluorescent small particle reagent for detecting latent fingerprints on non-porous items.” **Egyptian Journal of Forensic Science** 2, 2 (June): 45-47.