การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงภายในขันตอนเดียวด้วยอนุภาคนาโนของทอง

One step to detect the latent fingermarks with gold nanoparticles

510 702 สัมมนาสำหรับนิติวิทยาศาสตร์ 1 ภาคต้น ปีการศึกษา 2553

ผู้ให้สัมมนา พ.ต.ท. หญิงณัชชา แสงสว่าง **รหัส** 52312308

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

วัน เวลา สถานที่ วันเสาร์ที่ 24 กรกฎาคม 2553 เวลา 09.00-12.00 น. ห้อง 4205 อาคารวิทยาศาสตร์ 4

บทคัดย่อ

ลายนิ้วมือแฝงเป็นวัตถุพยานที่ถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากสามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล เพื่อยืนยันตัวบุคคล ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการประยุกต์เทคนิคต่างๆ ขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงที่ติดบนวัสดุต่างๆ ได้แก่ วิธีซุปเปอร์กลู (Super Glue) การใช้น้ำยาเคมี เช่น ninhydrin , silver nitrate และปัจจุบันนี้มีนำอนุภาคนาโนของทอง (Gold nanoparticle) มาใช้เพื่อตรวจลายนิ้วมือแฝง ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบรอยนิ้วมือให้รวดเร็วและง่ายขึ้น

ในงานสัมมนานี้จะเสนอเทคนิคการตรวจลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุที่มีผิวเรียบไม่มีรูพรุนด้วยอนุภาคนาโนของทอง โดยใช้เทคนิค Single metal nanoparticles deposition (SND) ซึ่งเทคนิคนี้สามารถตรวจลายนิ้วมือแฝงได้อย่างง่ายดายในขั้นตอนเดียว เปรียบเทียบกับเทคนิค Multi-metal deposition (MMD) ซึ่งเป็นเทคนิคการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยอนุภาคนาโนของทองเช่นเดียวกัน แต่จะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากหลายขั้นตอนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิค SND โดยเทคนิค SND จะสังเคราะห์อนุภาคนาโนของทอง โดยใช้ Sodium borohydride เป็นตัวริดิวซ์ ซึ่งสารละลายที่ได้สามารถใช้ตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้ในช่วง pH ในช่วง 2.5 – 5.0 ซึ่งลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบลายด้วยเทคนิคนี้จะมีความคมชัดและชัดเจนมาก

<u>เอกสารอ้างอิง</u>

1. D. Gaoa; F. Li ; J. Songa; X. Xua; Q. Zhanga; L. Niua, *Talanta*, 2009, *80*, 479–483.

2. A. Becue; C. Champod; P. Margot, *Forensic Sci. Int.,* 2007, *168*,169–176.

3. B. Schnetz; P. Margot, *Forensic Sci. Int*., 2001, *118*, 21–28.

คำนำ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสัมมนานิติวิทยาศาสตร์ Seminar in Forensic Science 1 รหัสวิชา 510701 จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้อ่านมีความเข้าใจในหัวข้อสัมมนาเรื่อง การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงภายในขั้นตอนเดียวด้วยอนุภาคนาโนของทอง (One step to detect the latent fingermarks with gold nanoparticles) ซึ่งผู้ให้สัมมนาได้ค้นคว้าและได้นำเสนอ โดยผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานสัมมนานี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ศึกษาในการค้นคว้าและการศึกษาด้านนิติวิทยาศาสตร์

ขอแสดงความนับถือ

พ.ต.ท. หญิงณัชชา แสงสว่าง รหัส 52312308

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1-3
การทดลอง	3-4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	4-7
สรุปผลการทดลอง	8
เอกสารอ้างอิง	9

การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงภายในขั้นตอนเดียวด้วยอนุภาคนาโนของทอง

One step to detect the latent fingermarks with gold nanoparticles

จัดทำโดย

พ.ต.ท. หญิงณัชชา แสงสว่าง รหัสประจำตัว 52312308

เสนอ

อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสัมมนานิติวิทยาศาสตร์ (Seminar in Forensic Science I)

รหัสวิชา 510701 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2552

สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทนำ

ลายนิ้วมือแฝงเป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญมากในทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยในปี ค.ศ. 1684 – มีการศึกษาค้นคว้าและยอมรับว่าลายพิมพ์นิ้วมือมนุษย์ไม่ซ้ำกัน และในปี ค.ศ. 1858 - เซอร์ วิลเลี่ยม เฮอร์เชล ชาวอังกฤษเป็นคนแรกที่นำลายพิมพ์นิ้วมือมาใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติอย่างแท้จริง และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

ประโยชน์ของการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ

1. สามารถตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Personal Identification)
2. ตรวจสอบประวัติการกระทำความผิดของคนร้าย
3. เพื่อพิสูจน์ยืนยันบุคคล

ประเภทลายนิ้วมือแฝงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท แสดงดังรูปที่ 2

1. ประเภทโค้ง แบ่งออกได้ 2 ชนิด

1.1 โค้งราบ

1.2 โค้งกระโจม

2. ประเภทมัดหวาย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 มัดหวายปัดขวา

2.1 มัดหวายปัดขวา

3. ประเภทก้นหอย แบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

3.1 ก้นหอยธรรมดา

3.2 ก้นหอยกระเป๋ากลาง

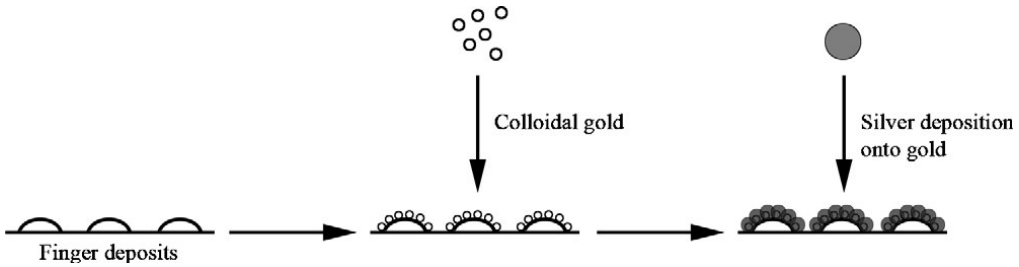
3.3 ก้นหอยกระเป๋าข้าง

3.4 มัดหวายแฝด

3.5 แบบซับซ้อน

รูปที่2 แสดงประเภทลายนิ้วมือแฝง

เป็นเวลาหลายสิบปีที่มีการพัฒนาเทคนิคในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง เช่น การใช้ไอของสารไอโอดีน นินไฮดริน สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต และไอ cyanoacrylate และเมื่อเร็วๆนี้การนำอนุภาคนาโนมาใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง เช่น CdS และ อนุภาคขนาดนาโนของทอง โดยใช้เทคนิค multi-metal deposition (MMD) ซึ่งเริ่มนำมาใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงเป็นครั้งแรก โดย Saunder ในปี 1989 ซึ่งเทคนิคนี้จะใช้อนุภาคขนาดนาโนของทองหรือที่เรียกว่า colloidal gold ซึ่งทองจะมีอนุภาคเป็นลบจึงสามารถเกาะติดกับลายนิ้วมือแฝงที่มีประจุบวกในสภาวะที่เป็นกรดได้ และเนื่องจากขนาดที่เล็กมากของ colloidal gold จึงยากต่อการสังเกตเห็นลายนิ้วมือแฝงได้ในขั้นตอนนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยการ deposit โลหะชนิดที่สองลงบนพื้นผิวของทองอีกครั้งหนึ่ง โดยการใช้ Ag(I) ซึ่งจะต้องถูกรีดิวซ์ให้เป็น Ag(0) โดยใช้ reducing agent เช่น hydroquinone ซึ่งลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบจะมีสีเทา-ดำ ขั้นตอนการตรวจแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค multi-metal deposition (MMD)

เนื่องจากเทคนิค MMD จะมีข้อเสียคือ มีขั้นตอนในการวิเคราะห์หลายขั้นตอน มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์สูง และในบางขั้นตอนน้องใช้สารละลายที่เป็นพิษ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาเทคนิคที่ง่าย สะดวกรวดเร็วในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงคือเทคนิค Single metal nanoparticles deposition method (SND) ซึ่งสามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้ในขั้นตอนเดียวและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

การทดลอง

2.1 การเตรียมสารละลายอนุภาคขนาดนาโนของทอง

เทคนิค SND

สารละลายอนุภาคขนาดนาโนของทองโดยใช้กลูโคสเป็นสารเพิ่มความคงตัวของสารละลายสามารถเตรียมได้โดยละลาย Chloroauric acid tetrahydrate และ กลูโคส ในน้ำ แล้วกวนสารละลาย 30 นาที จากนั้นเติมสารละลายที่เย็นของ sodium borohtdride ที่เตรียมขึ้นใหม่ที่ละหยดขณะที่กวนสารละลายตลอดเวลา จนกระทั่งลายละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดง แสดงว่าเกิดอนุภาคขนาดนาดนของทองขึ้น หลังจากกวนสารละลายต่อ 1 ชม. สารละลายที่ได้ก็สามารถนำไปใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค SND

เทคนิค MMD

เตรียมสารละลายอนุภาคขนาดนาโนของทองได้โดยการรีดิวซ์ tetrachloroauric acid ด้วย sodium citrate ขณะเดือดพร้อมทั้งกวนสารละลายเป็นเวลา 10 นาที จะได้สารละลายอนุภาคขนาดนาโนของทองเพื่อนำไปตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค MMD

2.3 การตรวจหาลายนิ้วมือแฝง

การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงจะทำกับอาสาสมัคร 1 คน โดยให้ประทับลายนิ้วมือลงบนแผ่นกระจก slide พลาสติก และแผ่นฟลอยด์ ในสภาวะที่เหมือนกัน ลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากตัวอย่างจริงจะเหมือนกันบนวัสดุที่เหมือนกัน

สารละลาย citric cid และ sodium hydroxide เข้มข้น 1M จะใช้ในการปรับ pH ของสารละลายทองที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้ตรวจหาลายนิ้วมือแฝง ในการทดลองจะควบคุม pH ที่ 2.8 ทั้งเทคนิค SND และ MMD

เทคนิค SND

นำวัสดุที่ต้องการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงไปแช่ในสารละลายอนุภาคนานาโนของทองที่เตรียมขึ้น 40 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำเพื่อล้างสารละลายออก นำไปทำให้แห้งด้วยแก๊ซไนโตรเจน

การศึกษาผลของ pH ต่อการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงจะศึกษา pH ในช่วง 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 และ 7.0 โดยจะปรับ pH ด้วย สารละลาย citric cid และ sodium hydroxide เข้มข้น 1M

เทคนิค MMD

นำวัสดุที่ต้องการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงไปแช่น้ำเพื่อทำความสะอาดก่อน 2-3 นาที แล้วนำไปแช่ในสารละลายอนุภาคนานาโนของทองที่เตรียมขึ้น 5-15 นาที น้ำไปล้างน้ำอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปแช่ในสารละลาย hydroquinone และนำไปแช่ในสารละลาย silver physical developer ซึ่งเตรียมจากการผสมสารละลาย silver acetate กับ สารละลาย hydroquinone (เพื่อรีดิวซ์ Ag(I) ให้เป็น Ag(0)) แล้วจึงนำไปแช่ในน้ำเพื่อล้างสารละลายออก แล้วทำให้แห้งด้วยแก๊ซไนโตรเจน

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

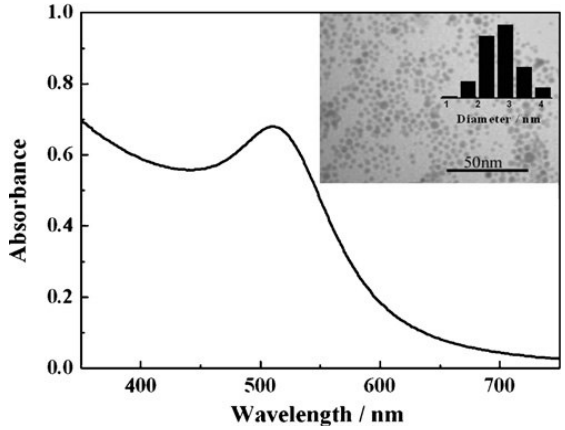
เครื่อง UV-vis เพื่อตรวจวัดการเกิดอนุภาคทองของสารละลายที่สังเคราะห์ขึ้น

TEM เพื่อตรวจวัดขนาดของอนุภาคทองที่สังเคราะห์ขึ้น

SEM และ EDAX เพื่อตรวจสอบอนุภาคทองที่เกาะบนลายนิ้วมือแฝง

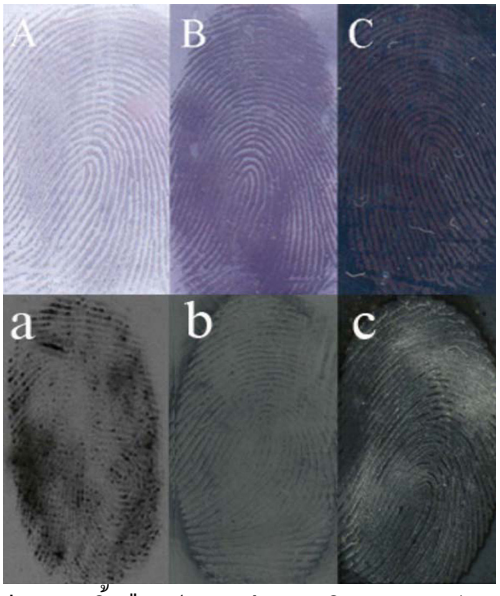
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเตรียมสารละลายทองโดยใช้ sodim borohydride เป็นตวรีดิวซ์ ในสารละลายกลูโคส จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-vis spectrometry และ TEM สามารถยืนยันการเกิดอนุภาคทองขนาดนาโน ดังรูปที่ 4 ซึ่ง UV spectrum จะเห็นการดูดกลืนที่พีค 511 nm ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสารละลายทองที่จะเกิด surface plasmon resonance (สารละลายเป็นสีแดง) และจากภาพ TEM ที่อยู่ในรูปที่ 4 จะเห็นว่าอนุภาคของทองที่ได้จากการสังเคราะห์มีขนาดที่มีการกระจายโดยมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 nm ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าที่สังเคราะห์ได้จากงานวิจัยของ Schnetz และ Margot



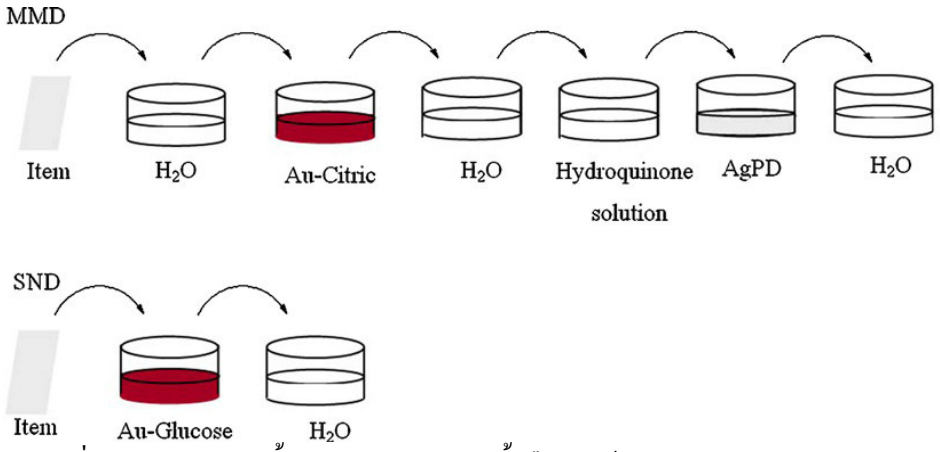
รูปที่ 4 แสดงสเปกตรัมของสารละลายอนุภาคขนาดนาโนของทองโดยเทคนิค UV-vis spectrometry และขนาดอนุภาคของทองโดยเทคนิค TEM

ในงานวิจัยจะควบคุมสภาวะในการทดลองทั้งเทคนิค SND และ MMD ให้เหมือนกัน โดยเทคนิค SND จะจุ่มวัสดุที่ต้องการหาลายนิ้วมือแฝงลงในสารละลายทองที่สังเคราะห์ขึ้น เป็นเวลา 40 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำและทำให้แห้ง โดยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุ ได้แก่ กระจก slide พลาสติก และแผ่นฟอร์ยเป็นดังรูปที่ 2A-C ส่วนสภาวะที่ใช้สำหรับเทคนิค MMD จะทำตามการทดลองในเอกสารอ้างอิงที่ 14 ซึ่งลายนิ้วมือแฝงที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 2a b และ c ซึ่งวัสดุที่ใช้สำหรับหาลายนิ้วมือแฝงคือ กระจก slide พลาสติก และแผ่นฟอร์ย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคทั้งสองจะเห็นว่าเทคนิค SND จะให้ลายนิ้วมือแฝงที่มีลายละเอียดมากกว่า ดังรูปที่ 2 ลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากเทคนิค SND จะมีสีออกไปทางสีแดง ส่วนเทคนิค MMD จะมีสีที่ดำ



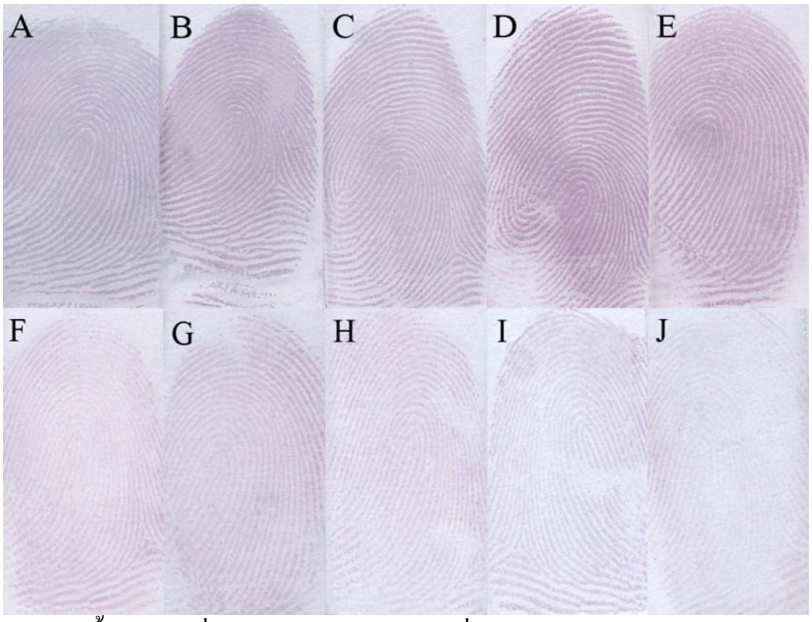
รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝงระหว่างเทคนิค SND (รูปบน) และเทคนิค MMD (รูปล่าง) บนวัสดุ 3 ชนิด โดย a) คือบนกระจก slide b) คือบนพลาสติก และ c) คือบนแผ่นฟลอด์ย

ขั้นตอนการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค MMD และ SND จะแสดงไว้ดังรูปที่ 6 จะเห็นว่าเทคนิค MMD ต้องใช้เวลาในการตรวจนาน มีหลายขั้นตอนและลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจได้จะมีสีดำ ซึ่งเทคนิค MMD จะมีขั้นตอนการทดลอง 6 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนจะใช้เวลาที่ต่างกัน ดังรูปที่ 3 ด้านบน ซึ่ง 3 ขั้นตอนแรกเป็นการ deposit อนุภาคทอง และอีก 3 ขั้นตอนจะเป็นการรีดิวซ์เงินเพื่อไปเกาะบนอนุภาคของทอง เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงให้ดีขึ้น โดยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบจะมีสีเทาหรือดำ ส่วนเทคนิค SND จะมีเพียง 2 ขั้นตอน ซึ่งไม่ต้องมีการใช้สารอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแต่จะใช้กลูโคสเพื่อเพิ่มความคงตัวให้อนุภาคทอง ดังรูปที่ 6 ด้านล่าง ดังนั้นการใช้เทคนิค SND จึงเป็นการลดขั้นตอนการทดลอง และต้นทุนในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง



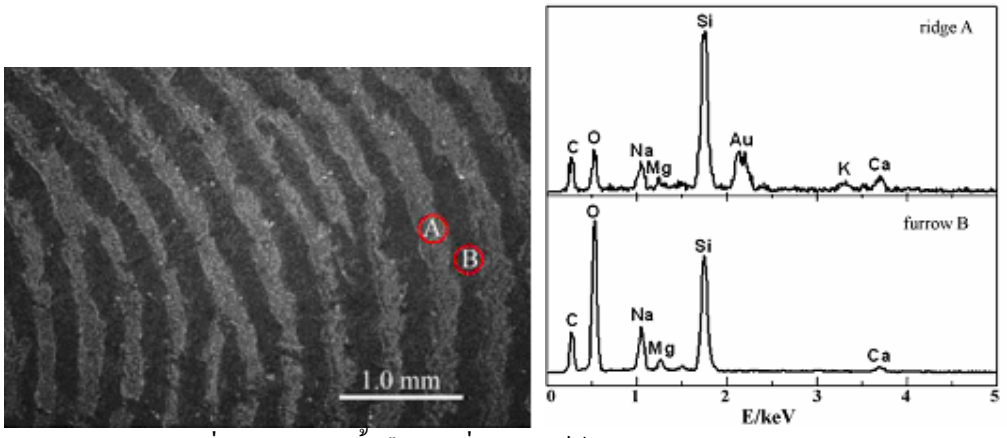
รูปที่ 6 แผงภาพแสดงขั้นตอนการตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค MMD และ SND

จากการศึกษาผลของ pH ต่อการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง โดยการจุ่มวัสดุที่ต้องการหาลายนิ้วมือแฝงในสารละลายทองที่มีกลูโคส ที่ pH ต่างๆ ได้แก่ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 และ 7.0 เป็นเวลา 40 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ และทำให้แห้งด้วยก๊าซ ไนโตรเจน แสดงในรูปที่ 7พบว่าที่ pH ต่ำ ส่งผลให้สารละลายทองไม่มีความเสถียรและไหลได้ง่ายทำให้ลายนิ้วมือแฝงที่ได้เป็นสีฟ้าสว่าง ดังรูปที่ 4a และ b ส่วนที่ pH สูง จะทำให้มีโปรตอนไม่เพียงพอในการเข้าทำกับโปรตีนหรือเปปไทด์ที่อยู่ในลายนิ้วมือแฝง ทำให้ลายนิ้วมือแฝงที่ได้ไม่ชัดเจนมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับ pH ที่ต่ำๆ ส่วนในสภาวะที่เป็นกลาง (pH 7) จะได้ลายนิ้วมือแฝงที่มีรายละเอียดน้อย ดังนั้นช่วง pH ที่ เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 2.5-5 ซึ่งถือว่าสามารถใช้ได้ในช่วงที่กว้างเมื่อเทียบกับเทคนิค MMD ที่สามารถใช้ได้ในช่วง pH 2.5-2.8 และเทคนิค SND ยังสามารถใช้หาลายนิ้วมือแฝงได้สะดวกทั้งในสถานที่เกิดเหตุและในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 7 แสดงลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจโดยเทคนิค SND ที่ pH ต่างๆ ได้แก่ (A) 2.0, (B) 2.5, (C) 3.0, (D) 3.5, (E) 4.0, (F) 4.5, (G) 5.0, (H) 5.5, (I) 6.0, และ (J) 7.0,

การติดของอนุภาคทองกับลายนิ้วมือแฝงจะอาศัยหลักการคือ ลายนิ้วมือแฝงจะมีโปนตีนหรือกรดอะมิโน ซึ่งในสภาวะที่เป็นกรดจะถูก protonate ทำให้มีประจุเป็นบวก ดังนั้นอนุภาคของทองที่มีประจุลบก็จะเข้าจับบนลายนิ้วมือแฝงโดยอาศัยแรง electrostatic หรือ non-covalent นอกจากนี้ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ไขมัน โปรตีน และเกลือ จะพบอยู่ในร่องของลายนิ้วมือแฝง ส่วนอนุภาคทองจะเกาะติดอยู่บนลายนิ้วมือ จึงปรากฏเป็นลายนิ้วมือแฝงขึ้น เมื่อวิเคราะห์ลายนิ้วมือแฝงบนผิวซิลิกา ด้วยเทคนิค SEM และ EDAX ดังรูปที่ 8 จะพบว่าอนุภาคทองจะปรากฏบนลายนิ้วมือแฝง ส่วน A ขณะที่อนุภาคทองจะไม่ปรากฏในร่องของลายนิ้วมือ ดังรูปที่ 8 ส่วน B



รูปที่ 8 แสดงลายนิ้วมือแฝงที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM และ EDAX

4. สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้สามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้โดยใช้เทคนิค single metal nanoparticle deposition (SND) บนพื้นผิวของวัสดุที่ไม่มีรูพรุน โดยอนุภาคขนาดนาโนของทองมีความเสถียรในสารละลายกลูโคส เทคนิค SND สามารถใช้หาลายนิ้วมือแฝงได้ดีกว่าเทคนิค MMD และมีช่วง pH ที่กว้างกว่า เทคนิค MMD และเทคนิค SND ยังเป็นเทคนิคที่ง่ายโดยสามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้ในขั้นตอนเดียว

เอกสารอ้างอิง

1. D. Gaoa; F. Li ; J. Songa; X. Xua; Q. Zhanga; L. Niua, *Talanta*, **2009,** *80*, 479–483.
2. A. Becue; C. Champod; P. Margot*, Forensic Sci. Int.,* **2007**, *168*,169–176.
3. B. Schnetz; P. Margot, *Forensic Sci. Int.*, **2001**, *118*, 21–28.