

การผลิตผงฝุ่นจากถ่านหินและการประเมินผลการใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

PRODUCTION AND EVALUATION OF FINGERPRINTS POWDER MADE FROM COAL

สมหมาย แสงแก้ว*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตผงฝุ่นต้นแบบจากถ่านหินที่เก็บได้ในประเทศไทยและทำการประเมินการนำไปใช้หารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระจก กระดาษเคลือบมัน และแผ่นพลาสติก ในการประเมินผลการทดลองได้จากการนับค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ผลการวิจัยพบว่า ผงฝุ่นที่ผลิตได้เป็นสีน้ำตาลและมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 26 μm ถึง 154 μm เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดของผงฝุ่นที่ผลิตได้กับผงฝุ่นที่มีขายอยู่ทั่วไป พบว่าขนาดของอนุภาคเฉลี่ยมีขนาดขนาดใหญ่กว่าผงฝุ่นที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น แต่มีขนาดใกล้เคียงกับผงฝุ่นที่นำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อนำผงฝุ่นถ่านหินที่ผลิตได้มาผสมกับยางสนในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า ผงฝุ่นที่ผสมยางสนในอัตราส่วน 20% โดยน้ำหนัก ให้คุณภาพของลายนิ้วมือแฝงดีที่สุดและสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงได้บนพื้นผิวกระจกและกระดาษเคลือบมัน จากผลการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า ผงฝุ่นที่ผลิตจากงานวิจัยนี้มีคุณภาพใกล้เคียงกับผงฝุ่นนำเข้าจากต่างประเทศที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ถูกลง

คำสำคัญ รอยลายนิ้วมือแฝง พื้นผิวเรียบ ผงฝุ่น

Abstract

The objective of this study is to produce a prototype of fingerprint powder made from Thai coal and evaluate the application of the powder to the latent fingerprints on some nonporous surfaces namely, glasses, laminated papers and plastic folders. The evaluation of the results was carried out by counting the number of minutiae on the detectable fingerprints. The produced powder is brown in colour and its particle sizes are in the range of 26 μm - 154 μm . By comparison with the commercial fingerprint powder, the average particle size of our homemade powder is larger than that of the product from Japan but the value is comparable with that found for the product from the US. When the powder was used with rosin in different proportions, it was found that the best quality of the developed fingerprint was obtained by applying the formulation of 20 wt.% powder, especially on the surfaces of glasses and laminated papers. Overall, the application of our homemade powder to latent fingerprints gives the result that were comparable with those obtained by using the imported products. However, the cost of producing the powder is much lower than the prices of the commercial fingerprint powders.

Keyword latent fingerprints nonporous surface powder

* ร.ต.อ.หญิง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร E-mail : pm.ai@hotmail.com

บทนำ

จากความความเจริญของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมาสิ่งสำคัญที่ตามมา คือ มีคติความต่างๆ เกิดขึ้นตามมามากมาย เช่น คติเกี่ยวกับเศรษฐกิจ คติเกี่ยวกับบุญกุศล คติเกี่ยวกับชีวิต เป็นต้น และเมื่อใดที่มีคติเกิดขึ้น โดยเฉพาะทางอาชญากรรม เจ้าหน้าที่ตำรวจจะเข้ามามีหน้าที่และบทบาทในการคลี่คลายปัญหาและสิ่งหนึ่งที่ถือได้ว่ามีสำคัญที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถระบุตัวผู้กระทำผิดได้ก็คือ พยานหลักฐาน

ลายนิ้วมือ เป็นพยานหลักฐานสำคัญที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุหรือบริเวณที่พบมีการกระทำผิดเกิดขึ้น การใช้ลายนิ้วมือเป็นหลักฐานเพราะลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลมีลักษณะเฉพาะและไม่เปลี่ยนแปลง

โดยลายนิ้วมือมีประวัติความเป็นมายาวนาน ปัจจุบันสำนักงานตำรวจแห่งชาติได้มีการจัดเก็บประวัติลายนิ้วมือของผู้ต้องหา คนร้าย ผู้ต้องสงสัย หรือบุคคลกลุ่มเสี่ยงไว้ในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ปี 2537 (ระบบ Automated Fingerprint Identification System : AFIS) และทำให้สามารถสืบค้นและค้นหาผู้กระทำผิดได้ง่ายขึ้น โดยมีหลักฐานแรกเริ่มในภาพเขียนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ และหลักฐานที่ชาวจีนสมัยโบราณใช้รอยพิมพ์หัวแม่มือบนดินเหนียวที่ปั้นนักหีบใส่เงินเพื่อส่งมอบ โดยลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน และไม่มี การเปลี่ยนแปลงของลายเส้นตลอดอายุขัยของสามารถใช้การยืนยันตัวบุคคลได้ โดยในปี ค.ศ. 1880 Dr.Henry Faulds ได้ศึกษาและพิสูจน์ลายนิ้วมือของคนร้ายกับลายนิ้วมือที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุ จึงเป็นบุคคลแรกในวงการนิติวิทยาศาสตร์ที่บุกเบิกการใช้รอยลายนิ้วมือในการสืบสวนคดีอาญา ต่อมาได้มีการนำ จุดสำคัญ (minutiae point; มินูเชีย) ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของลายเส้นบนลายนิ้วมือที่มีเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ของบุคคล โดยดูลายนิ้วมือเป็นเส้นรูปโค้ง มัดทวายเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลนั่นเอง

ส่วนในประเทศไทยพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2444 พระเจ้าพี่ยาเธอกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์ เสนาบดีกระทรวงยุติธรรม ได้ก่อตั้งกองลายพิมพ์นิ้วมือขึ้นนับว่าเป็นผู้ให้กำเนิดการพิมพ์ลายนิ้วมือในประเทศไทยเป็นคนแรก จากการศึกษาพบในปัจจุบันมีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผงฝุ่น โดยในปี ค.ศ. 1996 ได้มีการศึกษาการเกาะติดของผงฝุ่นสำหรับการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง โดยที่ผงฝุ่นจะเกาะติดกับสารประกอบของเหงื่อที่อยู่ในลายนิ้วมือและจะไปเกาะติดกับเส้นขนในรอยลายนิ้วมือแฝง โดยปกติผงฝุ่นจะมีสีเมื่อทำการปิดด้วยผงฝุ่นจะทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นมา (Sodhi et al, 1996) ต่อมาเมื่อปี ค.ศ. 2000 ได้มีการศึกษาวิเคราะห์และทบทวนวรรณกรรมต่างๆ พบว่าการใช้ผงฝุ่นในการหารอยลายนิ้วมือ บอกว่าการใช้ผงฝุ่นในการหารอยลายนิ้วมือเป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันมากที่สุดเพราะอุปกรณ์ที่ใช้มีเพียงแปรงปิดฝุ่นและเทปที่ใช้ลอกลายนิ้วมือแฝง สามารถนำไปใช้ในสถานที่เกิดเหตุและในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามผงฝุ่นที่ใช้มีหลายชนิดควรเลือกให้เหมาะสมกับสถานการณ์และเพื่อให้เกิดผลดีควรมีผงฝุ่นที่ปลอดภัยหรือเรืองแสงได้ (G. S. Sodhi and J. Kaur, 2000) ส่วนในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2547 ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมผงฝุ่นจากถ่านซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิ ระยะเวลา และชนิดของวัสดุ มีผลต่อการเกิดเป็นถ่านและการเติมสารเคมีมีส่วนช่วยในการยึดเกาะของผงฝุ่นกับลายนิ้วมือได้ (พ.ต.ท.สุรณรงค์ รัตนโกสมัมภ์ และร.ต.อ.(ญ) เอื้องฟ้า จันทะเกิด, 2547) และเมื่อปี พ.ศ.2552 นายปิติกุมิ อมรมงคล ได้พัฒนาผงฝุ่นดำเพื่อในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้ carbon black ซึ่งเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันเตา จากผลการวิจัยพบว่า ขนาดของผงฝุ่น สีของผงฝุ่น และลักษณะของผงฝุ่นโดยรวมมีผลต่อความคมชัดของลายเส้น และสามารถแยกลายเส้นได้ชัดเจน (นายปิติกุมิ อมรมงคล, 2552)

โดยหลักการที่ในการตรวจเปรียบเทียบคือ ลายนิ้วมือ 2 รอย จะต้องมีรูปแบบเหมือนกันมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ที่มากพอและสามารถเข้ากันได้ และต้องมีความสัมพันธ์ของลายเส้นแต่ละเส้นซึ่งกันและกัน (relative position of the characteristics) นอกจากนั้นต้องไม่มีส่วนไหนที่มีความแตกต่างที่ไม่สามารถอธิบายได้ จึงจะลงความเห็นว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกัน ในประเทศไทยปัจจุบันนี้การลงความเห็นการตรวจพิสูจน์ว่ารอยลายนิ้วมือ 2 รอยนี้เป็นลายนิ้วมือเดียวกันต้องมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นอย่างน้อย 10 จุด เพื่อลงความเห็นว่าเป็นบุคคลคนเดียวกัน

วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธีหลักๆ คือ วิธีการทางกายภาพ, วิธีการทางเคมีและวิธีการทางกายภาพและเคมี ซึ่งการใช้ผงฝุ่น(fingerprint powder) เป็นวิธีการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงทางกายภาพที่ง่ายที่สุดและใช้เป็นวิธีพื้นฐานที่ใช้มากที่สุด โดยผงฝุ่นมีอยู่หลายชนิดแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่ต่างกันไป เช่น สี การยึดติด เป็นต้น ในการเลือกใช้ผงฝุ่นจึงควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาพของรอยประทับลายนิ้วมือและชนิดของพื้นผิวของวัตถุ โดยการใช้ผงฝุ่นเหมาะสำหรับวัตถุพื้นผิวเรียบ ไม่ดูดซึม และไม่เปื่อย สำหรับวิธีการใช้ผงฝุ่นในการหารอยลายนิ้วมือแฝงนั้นมีด้วยกัน 3 วิธี คือ การปิดผงฝุ่น การกลิ้งผงฝุ่น และการเคาะเบาๆ การจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นผิวที่ต้องการหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วย ในปัจจุบันผงฝุ่นดำ (black powder) นิยมใช้มากในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงเนื่องจากสามารถใช้ได้หลายพื้นผิว, การใช้ไม่ยุ่งยาก, มองเห็นได้ง่าย และสะดวกแก่ผู้ชำนาญการในการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ

ในปัจจุบันนักนิติวิทยาศาสตร์หรือเจ้าหน้าที่ตำรวจยังต้องนำเข้าผงฝุ่นจากต่างประเทศ การศึกษาหาวัสดุทดแทนที่ผลิตขึ้นในประเทศ ง่าย และราคาไม่แพง มีคุณภาพในการหารอยลายนิ้วมือแฝงเทียบเท่าผงฝุ่นนำเข้าจากต่างประเทศก็จะมีประโยชน์มาก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อผลิตผงฝุ่นสำหรับหารอยลายนิ้วมือบนวัตถุผิวเรียบจากถ่านหิน ให้สามารถหารอยลายเส้นนิ้วมือที่ปรากฏ ซึ่งหากสามารถผลิตผงฝุ่นมาใช้เองได้จะเป็นการลดการพึ่งพาและการนำเข้าจากต่างประเทศได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. เครื่องบดถ่านหิน
2. ตะแกรงร่อน ขนาด 100 mesh, 250 mesh และ 400 mesh
3. เตาอบ
4. เครื่องวัดขนาดอนุภาค COULPER LS100 QSERIES
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก
6. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Eletron Microscopy ; SEM) SUSREC รุ่น MAXIM 2000S
7. เครื่อง MINI Automated Fingerprints Identification System (MINI AFIS)
8. วัสดุที่ใช้ในการประทับลายนิ้วมือแฝง ได้แก่ กระดาษ กระดาษเคลือบมัน และแผ่นพลาสติก
9. ผงฝุ่นที่ผลิตในประเทศอเมริกา และผงฝุ่นที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
10. กล้องมือถือถ่ายภาพ SONY รุ่น DSC-T99
11. แปรงปิดฝุ่น

1. การเตรียมผงฝุ่น

นำผงถ่านหินไปบดด้วยเครื่องบดเป็นเวลา 1 hr. นำผงถ่านมากรองผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 100 mesh , 250 mesh และ 400 mesh ตามลำดับ แบ่งผงถ่านแล้วนำไปผสมกับ resin(ยางสน) ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25% โดยน้ำหนัก คนให้เข้ากันและระเหยเอาทินเนอร์ออกบน hot plate แล้วนำไปอบในตู้อบ 80 °C เป็นเวลา 1 hrs. จากนั้นนำมาคัดขนาดโดยการกรองผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh , 250 mesh และ 400 mesh เป็นลำดับสุดท้าย นำผงฝุ่นที่ได้ไปบรรจุไว้ในภาชนะมีฝาปิดและที่แห้ง ก่อนทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่อไป

2. การตรวจเก็บลายนิ้วมือ

ทำการประทับลายนิ้วมือลงบนกระดาษ กระดาษ หรือแผ่นพลาสติก แล้วนำวัสดุที่ประทับรอยลายนิ้วมือแล้ว มาทำการศึกษาผลของลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นโดยการปิดรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นชนิดต่างๆ จากนั้นทำการถ่ายภาพและลอกเก็บรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ

3. การศึกษาหาน้ำหนักที่ใช้ในการกดรอยประทับ

ผู้ร่วมทำการทดลองประทับลายนิ้วมือลงบนกระดาษด้วยน้ำหนักในช่วง 400–500, 900–1,000, 1,400–1,500 และ 1,900–2,000 g จากนั้นปิดหาลายนิ้วมือโดยใช้ผงฝุ่นที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น ถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏก่อนแล้วจึงทำการลอกเก็บรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ และนำรอยลายนิ้วมือที่ได้ตรวจสอบพร้อมกับวิเคราะห์ผล

4. การหาประสิทธิภาพของผงฝุ่นตัวอย่าง

ผู้ร่วมทำการทดลองประทับลายนิ้วมือลงบนกระดาษด้วยน้ำหนักในช่วง 900–1,000 g ปิดหาลายนิ้วมือโดยใช้ผงฝุ่นที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh, 250 mesh และ 400 mesh ถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏก่อนแล้วจึงทำการลอกเก็บรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ และนำรอยลายนิ้วมือที่ได้ตรวจสอบพร้อมกับวิเคราะห์ผล

5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงฝุ่นโดยวิเคราะห์จากคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง

ทำการกดนิ้วมือลงบนวัสดุที่จัดเตรียมไว้ ด้วยน้ำหนักในช่วง 900–1,000 g โดยให้นิ้วหัวแม่มือขวา ประทับลงบนกระดาษเคลือบมัน นิ้วชี้ขวา ประทับลงบนแผ่นพลาสติก และนิ้วกลางขวา ประทับลงบนกระดาษ จากนั้น ปิดหาลายนิ้วมือโดยใช้ผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นมา ผงฝุ่นที่ผลิตในประเทศอเมริกา และประเทศญี่ปุ่น เมื่อรอยลายนิ้วมือปรากฏให้ถ่ายภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏแล้วจึงลอกเก็บรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ นำรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้ไปตรวจสอบด้วยเครื่อง MINI AFIS เพื่อบันทึกจำนวนจุดลักษณะพิเศษว่ามีจำนวนเท่าไร บันทึกผลแล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ระดับคุณภาพคมชัดสมบูรณ์ของลายนิ้วมือแฝง โดยอาศัยเกณฑ์การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ที่ได้ออกเป็นช่วงระดับ จำนวน 5 ระดับ เพื่อนำมาใช้อธิบายความหมายของระดับคุณภาพของการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝง ซึ่งมีวิธีดังนี้

$$\frac{\text{จำนวน minutiae ที่ตรวจพบสูงสุด} - \text{จำนวน minutiae ที่ตรวจพบต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ได้ช่วงความกว้างของแต่ละระดับ คือ 17.4 ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ได้ดังนี้

จำนวน minutiae	การแปลค่าของแต่ละระดับ
71.7-89.0 จุด	ระดับ (A) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูงมาก
54.3-71.6 จุด	ระดับ (B) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับสูง
36.9-54.2 จุด	ระดับ (C) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับปานกลาง
19.5-36.8 จุด	ระดับ (D) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำ
2.0-19.4 จุด	ระดับ (E) คุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำมาก

6. การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของผงฝุ่น

นำตัวอย่างของผงฝุ่นที่ทำการอบไล่ความชื้น เทตัวอย่างของผงฝุ่นลงบนกระดาษขาว แล้วแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ก่อนสุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละส่วนมาผสมกัน จากนั้นนำตัวอย่างผงฝุ่นประมาณ 1 g ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำสะอาดประมาณ 20 ml แล้วใส่สารลดแรงตึงผิว นำไปวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยเครื่อง Particle size analysis และบันทึกผลการทดลอง

7. การวิเคราะห์ผงฝุ่นด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

นำผงฝุ่นที่ต้องการวิเคราะห์ไปอบที่อุณหภูมิ 120°C ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้น นำผงฝุ่นไปวางบนเทปการนำไฟฟ้า แล้วนำมายึดติดกับสตั๊ป และทำการ coating ผงฝุ่น จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

ผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า น้ำหนักที่เหมาะสมจะใช้ในการกดประทับบนวัตถุ คือ น้ำหนักช่วง 900-1,000 g เนื่องจากให้ผลของลายนิ้วมือชัดเจนและสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือ 1,900-2,000 g, 1,400-1,500 g และ 400-500 g ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำผงถ่านหินที่ผ่านการบดมาทดลองหาประสิทธิภาพของผงฝุ่นโดยการนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ พบว่า ผงฝุ่นที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh ให้ผลของลายนิ้วมือที่ปรากฏมีความชัดเจนและสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมา คือ 250 mesh และ 100 mesh ตามลำดับ จากนั้นนำผงฝุ่นทั้งที่ผ่านการแปรสภาพและที่ยังไม่ผ่านการแปรสภาพไปทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงฝุ่นโดยการนำไปวิเคราะห์ระดับคุณภาพคมชัดสมบูรณ์ของลายนิ้วมือแฝง ผลปรากฏตามตารางการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของการตรวจหาลายพิมพ์นิ้วมือด้วยผงฝุ่นต่างๆ

ตารางแสดงการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของการตรวจหาลายพิมพ์นิ้วมือด้วยผงฝุ่นต่างๆ

ชนิดพื้นผิวและผงฝุ่น ผู้ร่วมทดลอง		คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4	
		$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
กระจก	ผลิตในประเทศญี่ปุ่น	37.0	C	45.7	C	27.3	D	63.0	B
	ผลิตในประเทศอเมริกา	49.0	C	48.7	C	28.3	D	72.0	A
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 5 %	36.3	D	39.3	C	27.7	D	47.7	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 10 %	44.3	C	44.0	C	29.0	D	54.0	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 15 %	44.3	C	43.7	C	28.3	D	57.0	B
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 20 %	47.3	C	50.3	C	27.0	D	54.7	B
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 25 %	46.7	C	51.3	C	27.7	D	57.7	B
กระดาษเคลือบมัน	ผลิตในประเทศญี่ปุ่น	69.3	B	44.0	C	67.3	B	58.3	B
	ผลิตในประเทศอเมริกา	65.7	B	61.0	B	62.7	B	59.0	B
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 5 %	74.7	A	22.3	D	45.0	C	38.0	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 10 %	54.0	C	36.3	D	59.7	B	43.7	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 15 %	59.7	B	21.7	D	27.3	D	74.0	A
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 20 %	75.7	A	29.0	D	45.0	C	47.7	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 25 %	66.3	B	12.7	E	29.7	D	55.0	B
แทมพลาสติก	ผลิตในประเทศญี่ปุ่น	43.0	C	37.3	C	50.3	C	46.7	C
	ผลิตในประเทศอเมริกา	39.7	C	33.3	D	57.7	B	53.7	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 5 %	23.0	D	15.3	E	28.7	D	53.0	C
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 10 %	14.3	E	23.7	D	20.3	D	55.0	B
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 15 %	19.7	C	25.7	D	10.3	E	57.7	B
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 20 %	29.7	D	21.0	D	7.7	E	56.3	B
	ผงฝุ่นที่ผสมเรซิน 25 %	30.0	D	27.7	D	13.3	E	52.3	C

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่นับได้จากรอยลายนิ้วมือแฝง

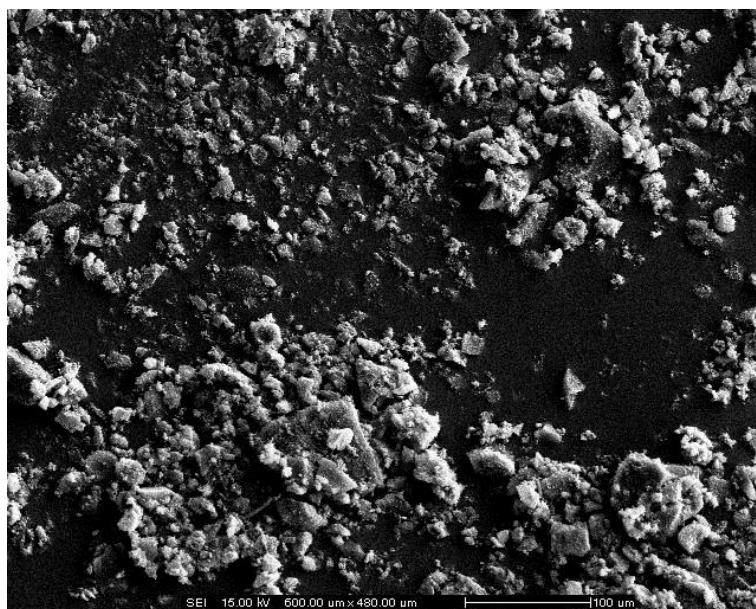
จากนั้นนำผงฝุ่นดังกล่าวไปทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของผงฝุ่น โดยใช้เครื่อง Particle size analysis ผลปรากฏตามตารางผลของขนาดอนุภาคของผงฝุ่นทำการวัดด้วยเครื่อง Particle size analysis

ตารางแสดงผลของขนาดอนุภาคของผงฝุ่นทำการวัดด้วยเครื่อง Particle size analysis

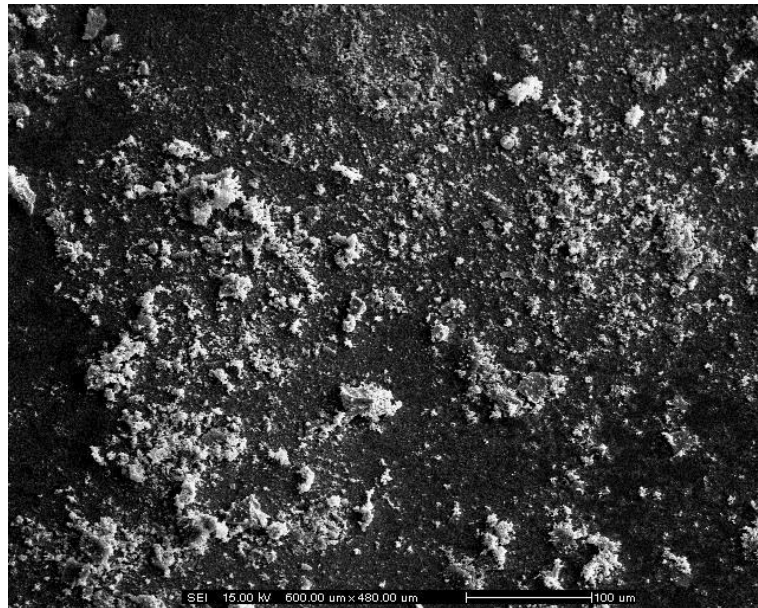
ชนิดของผงฝุ่น	ขนาดอนุภาค	S.D.
ผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นในประเทศญี่ปุ่น	13.61 μm	10.3 μm
ผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นในประเทศอเมริกา	31.51 μm	12.2 μm
ผงฝุ่นก่อนการแปรสภาพและผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh	153.8 μm	52.6 μm
ผงฝุ่นก่อนการแปรสภาพและผ่านตะแกรงร่อนขนาด 250 mesh	153.8 μm	56.4 μm
ผงฝุ่นก่อนการแปรสภาพและผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh	28.69 μm	11.5 μm
ผงฝุ่นหลังการแปรสภาพผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh และผสมกับเรซิน 5 %	26.14 μm	11.1 μm
ผงฝุ่นหลังการแปรสภาพผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh และผสมกับเรซิน 10 %	26.14 μm	11.6 μm
ผงฝุ่นหลังการแปรสภาพผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh และผสมกับเรซิน 15 %	28.14 μm	11.9 μm
ผงฝุ่นหลังการแปรสภาพผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh และผสมกับเรซิน 20 %	28.69 μm	11.4 μm
ผงฝุ่นหลังการแปรสภาพผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh และผสมกับเรซิน 25 %	26.14 μm	11.1 μm

S.D. หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

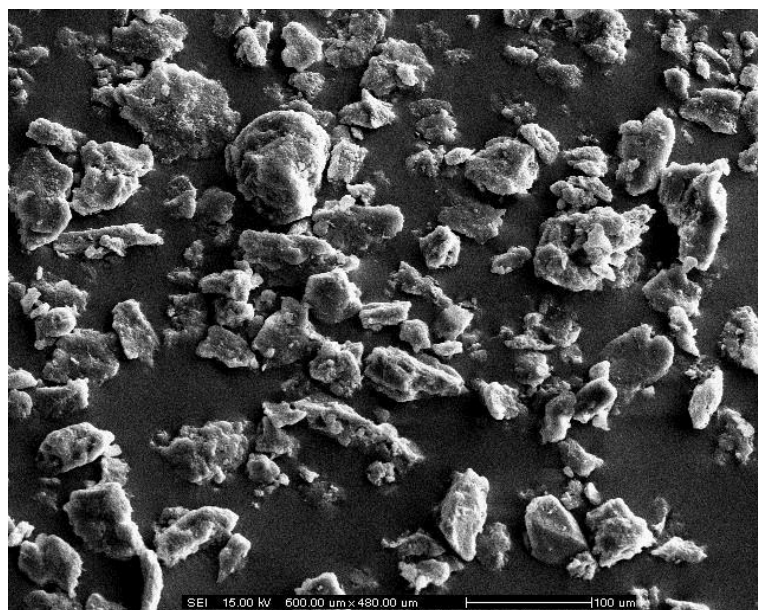
ในตารางจะเห็นว่าผงฝุ่นก่อนแปรสภาพจะมีขนาดใหญ่กว่าผงฝุ่นที่ผ่านการแปรสภาพแล้ว ส่วนผงฝุ่นที่ผ่านการแปรสภาพโดยการนำไปผสมกับเรซินในอัตราส่วนต่างๆ มีขนาดของผงฝุ่นไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะของผงฝุ่น โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ซึ่งผลการวิจัยปรากฏดังภาพที่ 1 – 4



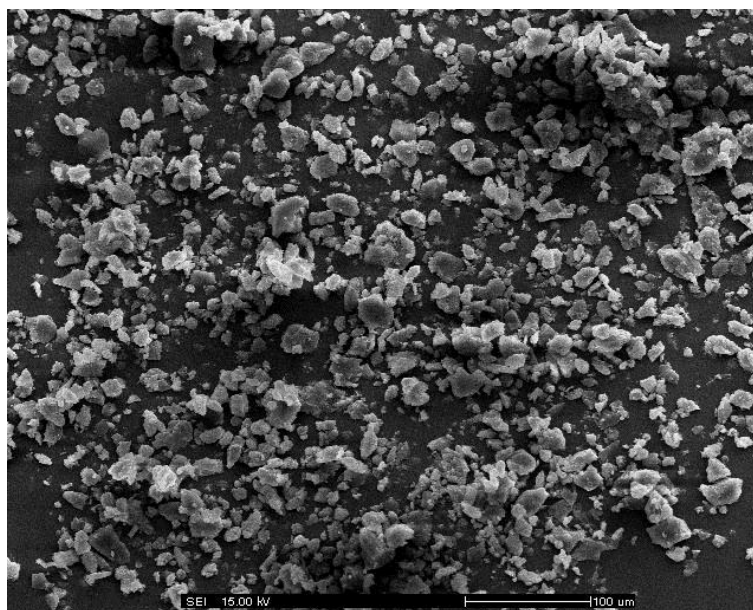
ภาพที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นในประเทศอเมริกา โดยใช้ SEM



ภาพที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นในประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ SEM



ภาพที่ 3 ผลการตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผงฝุ่นก่อนการแปรสภาพและผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh โดยใช้ SEM



ภาพที่ 4 ผลการตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผงฝุ่นหลังการแปรรูป,ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 400 mesh และผสมกับเรซิน 20 % โดยใช้ SEM

ภาพข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผงฝุ่นที่นำเข้ามาจากต่างประเทศจะมีขนาดเล็กกว่าผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นและผงฝุ่นหลังแปรรูปจะมีขนาดเล็กกว่าผงฝุ่นก่อนแปรรูป

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่าผงฝุ่นที่ได้จากถ่านหินมีลักษณะเป็นผงฝุ่นสีน้ำตาลอ่อน เมื่อนำผงฝุ่นไปบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ แล้วนำไปทดลองเพื่อหาผลการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝง พบว่าขนาดของผงฝุ่นมีผลต่อการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝง กล่าวคือ ผงฝุ่นที่มีขนาดเล็กจะให้ผลของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏดีกว่าผงฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

สำหรับการทดสอบคุณภาพการใช้งานโดยการวิเคราะห์จากระดับคุณภาพคมชัดสมบูรณ์ของลายนิ้วมือแฝงนั้นผลการวิจัยพบว่า ผงฝุ่นที่ผลิตจากถ่านหินและผงฝุ่นที่ผลิตในต่างประเทศสามารถหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ในทุกพื้นผิว ส่วนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงพบว่าบนพื้นผิวของกระจกและกระดาดเคลือบมันรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏมีความคมชัดและสมบูรณ์มากกว่าพื้นผิวแผ่นพลาสติก นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราส่วนผสมของสารเคมีที่ใช้ในการแปรรูป(การแปรรูป คือ การนำผงฝุ่นไปผสมกับยางสน)มีส่วนช่วยให้ผงฝุ่นไปติดกับรอยลายนิ้วมือ ซึ่งจากการทดลองพบว่า ผงฝุ่นที่ผสมกับเรซินในอัตราส่วน 20% โดยน้ำหนัก จะให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือดีกว่าผงฝุ่นที่ผสมในอัตราส่วนอื่นๆ

จากนั้นนำผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นทั้งก่อนแปรรูปและหลังแปรรูปด้วยสารเคมีไปเปรียบเทียบขนาดอนุภาคกับผงฝุ่นที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่นและประเทศอเมริกา เพื่อตรวจสอบดูว่านอกจากการแปรรูปด้วยสารเคมีแล้วขนาดของผงฝุ่นมีผลต่อการวิจัยด้วยหรือไม่ จากการวิจัยพบว่าขนาดของผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นยังมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าผงฝุ่นที่ในประเทศญี่ปุ่น แต่มีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับผงฝุ่นที่ผลิตในประเทศอเมริกา ซึ่งจาก

การผลการทดลองที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าขนาดและสารเคมียังผลต่อการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝง กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผงฝุ่นที่ผลิตจากงานวิจัยนี้มีคุณภาพการใช้เก็บรอยลายนิ้วมือที่ใกล้เคียงกับผงฝุ่นนำเข้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน, มีต้นทุนในการผลิตต่ำ และสามารถนำมาใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย , เพิ่มพื้นผิวของวัตถุประเภทอื่นๆ ให้มากขึ้น รวมทั้งศึกษาระยะเวลาของผงฝุ่นที่ผลิตขึ้นว่าสามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงได้นานเท่าไร
2. ควรมีการศึกษาการแปรสภาพผงฝุ่นจากถ่านหินโดยใช้สารแปรสภาพตัวอื่น เช่น FeCl_2 , ZnCl_2 , CuCl_2 หรือสารเคมีตัวอื่น
3. ควรมีการศึกษาวิธีการเปลี่ยนสีหรือเพิ่มความเข้มของสีผงฝุ่น โดยทำการศึกษาจากถ่านหินชนิดต่างๆ เช่น พีต ลิกไนต์ บิทูมินัส แอนทราไซต์ เพราะถ่านหินแต่ละประเภทมีความคุณสมบัติแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากผงฝุ่นที่ได้จากการทดลองมีสีของผงฝุ่นเป็นสีน้ำตาล ซึ่งจากการสอบถามนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงได้ความว่า ผงฝุ่นที่นำมาใช้น่าจะเป็นสีดำหรือมีสีเข้มมากกว่านี้
4. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความชื้นของผงฝุ่นทุกครั้ง ก่อนนำมาทำการปิดหารอยลายนิ้วมือ

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กองพิสูจน์หลักฐาน. กลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝง. (2552). คู่มืออุปกรณ์ในการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือ ฝ่ามือ และฝ่าเท้าแฝง. เอกสารเผยแพร่.
- จิตตราวัลย์ ทองวิจิตร และ สรัญญา พรยังยืน. (ม.ป.ป.). การพัฒนาผงฝุ่นดำสำหรับใช้ในการหารอยลายนิ้วมือแฝงจากถ่านอัดแรงดันสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปิติภูมิ อมรมงคล. (2552). การพัฒนาผงฝุ่นเพื่อใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขา นิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เพ็ญศรี บุญเฉลียว, พ.ต.ท.หญิง. และคณะ. (2551). “การฝึกอบรมหลักสูตรการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจเก็บ รอยลายนิ้วมือแฝง.” เอกสารรายงานการฝึกอบรม ณ เมืองแคนเบอร์รา ประเทศออสเตรเลีย, 14-24 เมษายน 2551.
- วิวรรณ สุวรรณสัมฤทธิ์ , พ.ต.ท.หญิง. (ม.ป.ป.). การตรวจลายนิ้วมือ. เอกสารวิชาการประกอบแบบคำขอ ประเมินคุณสมบัติบุคคลและผลงานทางวิชาการ. เสนอที่กองพิสูจน์หลักฐาน สำนักงานตำรวจแห่งชาติ.
- วัลลภ เสมาทอง และ ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี. การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงจากคราบเลือด บนกระดาดชนิดต่างๆ ด้วยเทคนิคไนไฮดริน. เข้าถึงได้จาก <http://www.ejournal.su.ac.th/journalinfo.php?id=434>. (มีนาคม 8, 2556).
- สิวลี ลิ้มปรีชทวีชัย. (2540). การหาระยะเวลานานที่สุดที่สามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขา นิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- สุรณรงค์ รัตนโกสมัมภ์, พ.ต.ท. และ เอื้องฟ้า จันทะเกิด, ร.ต.อ.หญิง. (2547). การศึกษาหาสารที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝง. รายงานโครงการวิจัย กองกำกับการวิทยาการ เขต 6 กองวิทยาการ ภาค 2 สำนักงานวิทยาการตำรวจ.
- สุวรรณณี บุญส่งไพโรจน์, ร.ต.ท.หญิง. (2552). การเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่เรียบและพื้นผิวโค้งด้วยผงฝุ่นแม่เหล็ก กาว และซิลิโคนใส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. กองพิสูจน์หลักฐาน. (2538). การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ.” เอกสารประกอบการอบรมการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ.
- ศูนย์ตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ. (2545). คู่มือการใช้งาน (User Manual) ศูนย์ตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ. เอกสารเผยแพร่.
- อังสุมาล รอดภัย. การพัฒนาหมึกพิมพ์มือเพื่อใช้งานนิติวิทยาศาสตร์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.ejournal.su.ac.th/journalinfo.php?id=248>. (มีนาคม 8, 2556).
- เอกจิตตรา มีไชยธร, พ.ต.ท.หญิง. (2551). การศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงบนกระดาดด้วยนินไฮดริน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์, พล.ต.อ. และคณะ. (2546). นิติวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อการสืบสวนสอบสวน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด.

ภาษาต่างประเทศ

- Campbell, Edward D. (n.d.). Fingerprints and Palmar Dermatoglyphics. [Online] from <http://www.edcampbel.com>. (August 14, 2008)
- Greg Moore. (n.d.). The History of Fingerprints. [Online] from <http://www.onin.com/fphistory.html>. (August 14, 2008)
- G. S. Sodhi and J. Kaur. (2010). Powder method for detecting latent fingerprints: a review. Forensic Science International 120, (2010): 172-176.
- Matej Trapecar and Joze Balazic. (2007). Fingerprint recovery from human skin surfaces. Science & Justice 47, (2007): 136-140.
- Matej Trapecar and Mojca Kern Vinkovic. (2008). Techniques for fingerprint recovery on vegetable and fruit surfaces used in Slovenia - A preliminary study. Science & Justice 92, (2008): 192-195.
- Milutin Stoilovic, and Chris Lennard. (2006). Fingerprint Detection & Enhancement : Incorporating the Application of Optical Enhancement Techniques in Forensic Science, 3 rd ed.(Canberra : Forensic Services,2006),71.
- Scanning Eletron Microscopy (SEM). (n.d.). [Online] from <http://www.nano.kmitl.ac.th/index.php/tool/39-2009-06-05-03-28-18/218-scanning-electron-microscopysem.html>. (December 10, 2010)
- Sodhi, Gurvinder S, Jasjeet Kaur, and S. Nath. (1996). “The Application of Phase transfer Catalysis to Fingerprint Detection.” Science & Justice 36, 4 (1996): 267-269.