

อภิธาน์ทนาการ



สำนักหอสมุด

# รายงานการวิจัย

การผลิตผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝง

Production of Latent Fingerprint Powder from Banana Peeling

Activated Carbon

ธัมฤทธิ์ ไม้พวง

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
วันลงทะเบียน... 13 JUL 2011
เลขทะเบียน... 13676757
เลขเรียกหนังสือ... 8. TP

215  
ด6165  
2551

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ประจำปีงบประมาณ 2551

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย การผลิตผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝง (Production of Latent Fingerprint Powder from Banana Peeling Activated Carbon) ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร งบประมาณรายได้ ปี 2551 ตั้งแต่ เดือน พฤศจิกายน 2550 – พฤศจิกายน 2551 รวมระยะเวลา 1 ปี ซึ่งได้รับความร่วมมือจากบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ในการให้บริการตรวจวิเคราะห์ การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทางด้านธุรการเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้  
สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจ และคอยช่วยเหลือในการทำวิจัย จนสิ้นสุดโครงการ

สัมฤทธิ์ ไม้พวง

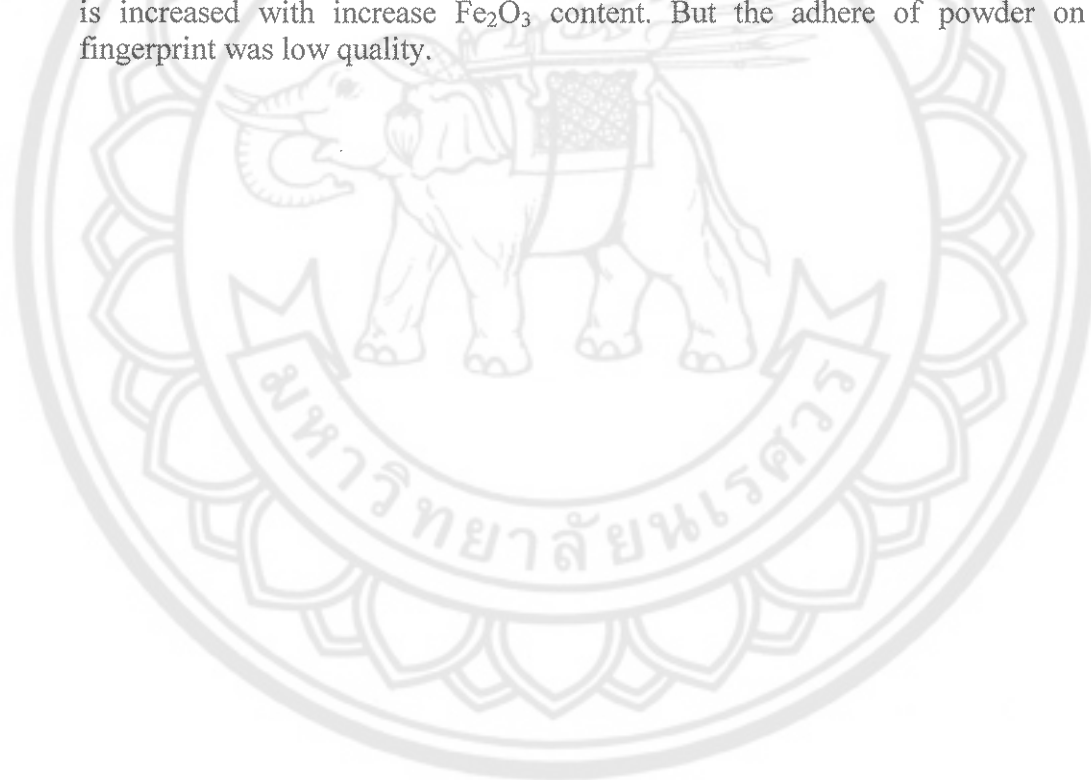


### บทคัดย่อ

ในการศึกษาการผลิตผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝง เป็นการนำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยที่บดละเอียดจนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 400 mesh มาทำการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่สามารถยึดเกาะกับไขมันหรือเกลือแร่ในส่วนผสมของลายนิ้วมือบนผิววัสดุไม่มีรูพรุน สารที่จะใช้ในการผสมได้แก่ โซเดียมอะซิเตต (sodium acetate) 5.0-25% น้ำมันแร่ (mineral oil 0.25-2.0%) และเมธิลีนบลู (methylene blue 0.1-0.3%) ผงฝุ่นที่ได้นำไปศึกษาลักษณะพื้นผิว ด้วย SEM และศึกษาสมบัติการยึดเกาะบนลายนิ้วมือแฝงบนผิววัสดุเรียบไม่มีรูพรุน ด้วยวิธีการปิดด้วยแปรงเปรียบเทียบกับผงฝุ่นทางการค้า พบว่าเมื่อมีการเติม sodium acetate และ mineral oil มากขึ้นจะทำให้ผงฝุ่นยึดติดบนรอยนิ้วมือแฝงได้มากขึ้น และสูตรที่ชัดเจนที่สุดคือสูตรที่เติม 20%  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ 2% mineral oil และเมื่อเติม methylene blue จะมีความเข้มข้นตามปริมาณการเพิ่ม methylene blue แต่ที่ทำให้ยึดติดกับรอยนิ้วมือดีคือเติม 0.2% methylene blue และการเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  พบว่าการยึดติดรอยนิ้วมือเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  มากขึ้น แต่มีประสิทธิภาพการยึดติดต่ำกว่าสูตรอื่นๆ

### Abstract

This study was aimed at developing activated carbon fingerprint powder derived from banana peel. The obtained powder was then examined for its latent fingerprint identifying capability. First, the banana peel activated carbon powder was ground into fine particles and consequently was sieved using a 400-mesh screen. The powder's adherent quality was evaluated by dusting it to the residue left by the friction ridge skin on the fingers. The materials added and varied to formulate the fingerprint powder were sodium acetate (5.0-25.0%), mineral oil (0.25-2.00%), and methylene blue (0.1-0.3%). The aforementioned powder was also observed for its surface characteristics using SEM to determine the adherence of a finger ridge on a non-porous substrate in compared to a commercial powder. It was found that the increased addition of sodium acetate and mineral oil significantly improved the powder's capability to adhere to latent fingerprints. The combinations that gave the better fingerprinting quality were formulas with sodium acetate and mineral oil at 20 and 2%, respectively. Furthermore, an increase of methylene blue in the formula also affected the powder quality. The best friction ridge appearance was from the powder with methylene blue added at dosage of 0.2%. For the effect of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  adding (1-3% by weight), it was found that the powder's capability to adhere to latent fingerprints is increased with increase  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  content. But the adhere of powder on latent fingerprint was low quality.



## สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ซ
บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	1
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 กรอบแนวคิดหรือทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	9
2.1 สารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือ	9
2.1.1 สารเคมี	9
2.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	9
2.2 การทดลอง	9
2.2.1 การเตรียมเป็นถ่านและถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย	9
2.2.2 การศึกษาผลของ sodium acetate และ mineral oil	9
2.2.3 การทดสอบการยึดติดถ่านนิ้วมือแฝงบนแผ่นกระจก	10
2.2.4 ศึกษาผลของ methylene blue	10
2.2.5 ศึกษาผลของ $Fe_2O_3$	10
2.2.6 การวิเคราะห์ด้วย XRD	10
บทที่ 3 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	11
3.1 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยเปรียบเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า	11
3.2 ผลของโซเดียมอะซิเตดและน้ำมันแร่	12
3.3 ผลของเมทิลีนบลู (Effect of methylene blue)	17
3.4 ผลการเติม $Fe_2O_3$	18
3.5 การศึกษาด้วย XRD	18
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	20

4.1 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยเปรียบเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า	20
4.2 ผลของ โซเดียมอะซีเตตและน้ำมันแร่	20
4.3 ผลของเมทิลีนบลู (Effect of methylene blue)	20
4.4 ผลการเติม $Fe_2O_3$	20
4.5 การศึกษาด้วย XRD	20
4.6 สรุปลักษณะและข้อเสนอแนะ	21
บรรณานุกรม	22
ภาคผนวก	24

Crystallographic parameters, Peak list and Stick Pattern of graphite



## สารบัญรูป

รูป 1	รูปพื้นผิวที่ถ่ายด้วย SEM ของถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย	11
รูป 2	รูปพื้นผิวที่ถ่ายด้วย SEM ของผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงทางการค้า	12
รูป 3	ภาพขยาย 20 เท่าของลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้วด้วย ผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือ แฝงทางและผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยที่ผสม 5-25% $\text{CH}_3\text{COONa}$ กับ 0.25-2.0% mineral oil	14
รูป 4	ภาพลายนิ้วมือบนแผ่นสไลด์แก้ว ของผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยที่ผสม 20% $\text{CH}_3\text{COONa}$ และ 2% mineral oil บนรอยลายนิ้วมือ (ก) และระหว่าง ร่องลายนิ้วมือ (ข) เทียบกับผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือทางการค้าที่ติดบนลายนิ้วมือ (ค) และระหว่างร่องลายนิ้วมือ (ง)	16
รูป 5	ภาพลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้ว ขยาย 20 เท่า ที่ใช้ผงถ่านเปลือกกล้วยผสม 20% $\text{CH}_3\text{COONa}$ และ 2% mineral oil กับ 0.1-0.3% methylene blue (MB)	17
รูป 6	ภาพลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้ว ขยาย 20 เท่า ที่ใช้ผงถ่านเปลือกกล้วยผสม 20% $\text{CH}_3\text{COONa}$ และ 2% mineral oil กับ 1-3% $\text{Fe}_2\text{O}_3$	17
รูป 7	พิกัด XRD ของผงฝุ่นลายนิ้วมือแฝงทางการค้า	18
รูป 8	พิกัด XRD ของผงฝุ่นถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย	19
รูป 9	พิกัด XRD ของแกรไฟต์มาตรฐาน	19

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations)

$\text{cm}^{-1}$	ต่อเซนติเมตร
g	กรัม
M	โมลาร์
$\text{mg g}^{-1}$	มิลลิกรัมต่อกรัม
mL	มิลลิลิตร
N	นอร์มอล
$^{\circ}\text{C}$	องศาเซลเซียส
%	ร้อยละ
% wt	ร้อยละโดยน้ำหนัก
% wt $\text{v}^{-1}$	ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร
$\mu\text{m}$	ไมโครเมตร
SEM	Scanning Electron Microscope
XRD	X-ray Diffraction spectroscopy





## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผงฝุ่นดำตรวจลายนิ้วมือแฝงเป็นผงฝุ่นสีดำที่ทำจากผงถ่านหรือผงสีดำโดยมีสารช่วยยึดติดประเภทไขมันให้เกาะยึดกับลายนิ้วมือได้ดี แต่ที่มีการใช้ในปัจจุบัน ผงฝุ่นสีดำนอกจากจะยึดติดบนรอยนิ้วมือบริเวณที่จับแล้ว ยังพบว่ามีส่วนที่ยึดติดกับบริเวณที่ไม่มีรอยนิ้วมือด้วย จึงทำให้มีผลไปรบกวนบริเวณที่มีรอยนิ้วมือ ในการผลิตผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝงจะได้ผงฝุ่นสีดำที่มีสมบัติในการยึดติดกับรอยนิ้วมือที่คมชัด ไม่หลุดได้ง่ายเมื่อปัดด้วยแปรง และไม่ยึดเกาะกับภาชนะบริเวณที่ไม่มีรอยนิ้วมือ มีผลทำให้เห็นลายนิ้วมือได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อหาอัตราส่วนผสมในการผลิตผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝงที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงที่ชัดเจนเฉพาะบริเวณที่มีรอยลายนิ้วมือ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์สมบัติพื้นผิวของผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝงที่เป็นมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบ

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย :

1.3.1 การเตรียมถ่านและถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วย โดยการคาร์บอนไนซ์เปลือกกล้วยแห้งที่ 400°C แล้วกระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก 0.5 ต่อ 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก ของกรดฟอสฟอริกต่อถ่านเปลือกกล้วย แล้วไฟโรไลซิสที่ 600°C แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดแบบ ball mill ผงที่ได้ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 400 mesh

1.3.2 การเตรียมผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือ เพื่อหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตผงฝุ่นดำตรวจลายนิ้วมือแฝงที่ดีที่สุดบนภาชนะผิวไม่มีรูพรุน(แผ่นสไลด์แก้ว) อย่างน้อย 3 สูตร โดยการศึกษาดังนี้

1.3.2.1 ศึกษาผลของโซเดียมอะซีเตตและน้ำมันแร่ ในอัตราส่วนโซเดียมอะซีเตต 0-25% โดยน้ำหนัก (6 ระดับ) และน้ำมันแร่ อัตราส่วน 0.25-2.0% โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก (5 ระดับ) ได้ผงฝุ่น 24 ตัวอย่าง ทำให้แห้งแล้วทดสอบการเกาะติดลายนิ้วมือแฝง บันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพ เลือกว่าตัวอย่างที่ดีที่สุดไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

1.3.2.2 ศึกษาผลของเมธิลีนบลู เพื่อเพิ่มสีในผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงโดยนำสูตรที่ดีที่สุดในการขึ้น 1.3.2.1 มาผสมกับเมธิลีนบลู 0-0.3% โดยน้ำหนัก (ในรูปสารละลาย 3 ระดับ) ดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพ เลือกว่าสูตรที่ดีที่สุด

1.3.2.3 ศึกษาผลของ iron oxide ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) เพิ่มความเข้มสีในผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝง โดยนำสูตรที่ดีที่สุดในส่วน 1.3.2.1 มาผสมกับ iron oxide 1-3% โดยน้ำหนัก (3 ระดับ) ดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพเลือกสูตรที่ดีที่สุด

1.3.3 ทำการตรวจหาลักษณะพื้นผิวของผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงของสูตรที่ดีที่สุดทั้ง 3 สูตรจากขั้นที่ 1.3.2 ด้วย SEM และ XRD เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์เริ่มต้นและผงฝุ่นดำทางการค้า ได้ข้อมูลเพื่ออภิปรายผลการทดลอง

1.3.4 ศึกษาลักษณะการยึดเกาะลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้วของสูตรผงฝุ่นที่ดีที่สุด 3 สูตรด้วย SEM และกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายรูป เปรียบเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันผลการทดลองและประกอบการอภิปรายผลการศึกษา

#### 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ขั้นที่ 1 การเตรียมถ่านและถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วย เพื่อทำการเตรียมถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยโดยการคาร์บอนไนซ์เปลือกกล้วยแห้งที่  $400^\circ\text{C}$  แล้วกระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก 0.5 ต่อ 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก ของกรดฟอสฟอริกต่อถ่านเปลือกกล้วย แล้วไพโรไลซิสที่  $600^\circ\text{C}$  จะได้ถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดแบบ ball mill ผงที่ได้ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 400 mesh จะได้ผลิตภัณฑ์ผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยเบื้องต้น เพื่อนำไปทดลองในขั้นต่อไป

1.4.2 ขั้นที่ 2 การเตรียมผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือ เพื่อหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตผงฝุ่นดำตรวจลายนิ้วมือแฝงที่ดีที่สุดบนแผ่นสไลด์แก้ว อย่างน้อย 3 สูตร โดยการศึกษาดังนี้

1.4.2.1 ศึกษาผลของโซเดียมอะซีเตตและน้ำมันแร่ ด้วยการเติมโซเดียมอะซีเตตในรูปสารละลายน้ำ 0-25% โดยน้ำหนัก (6 ระดับ) และน้ำมันแร่ 0.25-2.0 % โดยปริมาตรต่อน้ำหนักในสารละลายเจือจางด้วยเฮกเซน (5 ระดับ) ได้ผงฝุ่น 24 ตัวอย่าง ทำให้แห้งแล้วทดสอบการเกาะติดลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้ว โดยปิดด้วยแปรง ดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพ เลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

1.4.2.2 ศึกษาผลของเมธิลีนบลู เพื่อเพิ่มสีในผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงโดยนำสูตรที่ดีที่สุดในส่วน 1.4.2.1 มาผสมกับเมธิลีนบลู 0-0.3% โดยน้ำหนัก (ในรูปสารละลาย 3 ระดับ) ทำให้แห้งแล้วทดสอบการเกาะติดลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้วโดยปิดด้วยแปรง ดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพ เลือกสูตรที่ดีที่สุด

1.4.2.3 ศึกษาผลของ iron oxide ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) เพิ่มความเข้มสีดำในผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝง โดยนำสูตรที่ดีที่สุดที่ระบุในขั้น 1.4.2.1 มาผสมกับ iron oxide 0-3% โดยน้ำหนัก (3 ระดับ) โดยการผสมน้ำและต้มให้เดือด ทำให้แห้งแล้วทดสอบการเกาะติดลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นแก้วโดยปิดด้วยแปรง ความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพ เลือกรูปที่ดีที่สุด

1.4.3 ขั้นที่ 3 ทำการตรวจหาลักษณะพื้นผิวของผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงของสูตรที่ดีที่สุดทั้ง 3 สูตร จากขั้นที่ 1.4.2 ด้วย SEM XRD เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์เริ่มต้นและผงฝุ่นดำทางการค้า ได้ข้อมูลเพื่ออภิปรายผลการทดลอง

1.4.4 ขั้นที่ 4 ศึกษาลักษณะการยึดเกาะลายนิ้วมือแฝงบนแก้วน้ำของสูตรผงฝุ่นที่ดีที่สุด 3 สูตร ด้วย SEM และกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายภาพ เปรียบเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันผลการทดลองและประกอบการอภิปรายผลการศึกษา

## 1.5 กรอบแนวคิดหรือทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝง มีการใช้มาเป็นเวลายาวนาน มีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก และเป็นวิธีที่ใช้ต้นทุนต่ำสำหรับพื้นผิวที่อยู่กับที่ ที่ใช้กันมากได้แก่ ผงฝุ่นอลูมิเนียม ผงฝุ่นแม่เหล็ก เช่นผงเหล็ก ผงฝุ่นเรืองแสง

ผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงเป็นผงขนาดเล็กละเอียดใช้สำหรับการตรวจลายนิ้วในด้านการโจรกรรม ผงฝุ่นนี้จะเกาะติดตามรอยนิ้วมือ ฝ่ามือหรือฝ่าเท้า ที่หลงเหลือบนภาชนะต่างๆ ผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือมีสมบัติที่สามารถยึดติดกับส่วนที่เป็นน้ำมันและกรดอะมิโนที่ออกมาจากผิวหนัง โดยมีสูตรการผลิตหลายชนิด ตามความเหมาะสมที่นำไปใช้บนผิวภาชนะต่างๆ เช่น ผงฝุ่นสีดำจะแสดงความชัดเจนได้มากเมื่อทำการหาลายนิ้วมือบนผิววัสดุที่มีสีขาวหรือสีออกจางๆ

([http://en.wikipedia.org/wiki/Fingerprint\\_powder](http://en.wikipedia.org/wiki/Fingerprint_powder). 24 September 2007)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝง คือ

([http://en.wikipedia.org/wiki/Fingerprint\\_powder](http://en.wikipedia.org/wiki/Fingerprint_powder). 24 September 2007)

1. ความละเอียด ผงฝุ่นที่มีความละเอียดเพียงพอจะแสดงรายละเอียดของลายนิ้วมือได้ดี ซึ่งยิ่งละเอียดมากก็จะแสดงรายละเอียดของลายนิ้วมือได้มาก โดยทั่วไปในรูปผงจะมีขนาด 1-3 ไมโครเมตร และในรูปแผ่น ขนาดประมาณ 10 ไมโครเมตร
2. ความสามารถในการยึดเกาะ ผงฝุ่นจะต้องสามารถยึดเกาะกับส่วนประกอบของลายนิ้วมือได้ดี ซึ่งปกติจะเป็นสารพวกน้ำมัน และต้องไม่ยึดกับส่วนผิววัสดุที่ไม่มีลายนิ้วมือ

3. ความว่องไว ความว่องไวจะสัมพันธ์กับความสามารถในการยึดเกาะ แต่ก็ต้องคำนึงถึงความสามารถในการให้รายละเอียดของนิ้วมือด้วย เช่น แผ่นอะลูมิเนียมเล็กๆ มีความว่องไวกว่าในรูปผง แต่ให้ความละเอียดของลายนิ้วมือได้น้อยกว่าในรูปผง
4. สี ผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือที่ใช้จะต้องเหมาะสมกับผิววัสดุที่ทำการตรวจหาลายนิ้วมือ เช่นผงฝุ่นสีเข้มจะเหมาะสำหรับผิววัสดุสีอ่อน ขณะที่ผงฝุ่นสีอ่อนจะใช้กับผิววัสดุสีเข้ม ผงสีเทาหรือเงินใช้ได้ดีกับผิววัสดุทั่วไป แต่ถ้าวัสดุมีสีผิวหลายอย่าง ซึ่งยากแก่การสังเกต ก็จะใช้ผงฝุ่นที่เป็นสารเรืองแสงภายใต้แสงเหนือม่วงแล้วทำการถ่ายรูปไว้
5. การกระจายตัว ซึ่งเป็นสมบัติที่ดี ไม่เกาะเป็นก้อน

ตัวอย่างผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแบ่ง แยกตามชนิดดังนี้

ผงฝุ่นสีขาว ได้แก่

- Haddonite white (ประกอบด้วย titanium dioxide 4 ส่วน kaolin 1 ส่วน French chalk 1 ส่วน หรือ titanium dioxide 60% purified talc 20% kadin lenis (light) 20%)
- Lanconide (ประกอบด้วย Zinc sulphide 4 ส่วน zinc oxide 4 ส่วน barium sulphate 4 ส่วน titanium dioxide 4 ส่วน bismuth oxychloride 4 ส่วน calcium carbonate 1 ส่วน)
- Mercury-chalk (hydrargyrum-cum-creta) ประกอบด้วย mercury 1 ส่วน Chalk 2 ส่วน ปัจจุบันเลิกแล้วใช้เนื่องจากมีผลต่อสุขภาพ
- Titanium dioxide
- White tempera (ประกอบด้วย แป้งกับ titanium dioxide)
- Chalk

ผงฝุ่นสีดำ ได้แก่

- Anthracene
- Charcoal
- Graphite
- Dactyl black (ประกอบด้วย graphite lamp black gum acacia)
- Dragons blood (เรซินผงของต้น Daemomorops draco)
- Haddonite black (ประกอบด้วย lamp black 70% graphite 20% ผง acacia 10%)
- Lampblack
- Photocopier toners

ผงฝุ่นแบบอื่นๆ ได้แก่

- ผงอะลูมิเนียม
- ผงโลหะ

-Lycopodium

-ผงแม่เหล็ก

-ผงสารเรืองสี

องค์ประกอบทางเคมีของผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือ ที่ใช้โดยทั่วไป มีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (Sodhi and Kaur, 2001)

1. **ผงฝุ่นสามัญ** ประกอบด้วยโพลีเมอร์ประเภทเรซิน ที่ยึดเกาะและเพิ่มสีที่ชัดเจน โดยยึดเกาะกับส่วนที่เป็นความชื้นและไขมันของเหงื่อ โดยทั่วไปองค์ประกอบที่ช่วยในการยึดติดคือ แป้ง, kaolin, rosin (ชันสน), และ silica gel ส่วนสีเป็นพวกเกลืออนินทรีย์ หรือ อนุพันธ์อนินทรีย์ ตัวอย่างสูตรผงฝุ่นได้แก่ ferric oxide กับ rosin, manganese dioxide กับ rosin, titanium dioxide กับ kaolin, lamp black กับผงดินตัวเดิม

ผงฝุ่นสีดำ ได้แก่ส่วนผสมของ iron oxide, quartz, kaolin และเขม่าคาร์บอน ผงฝุ่นดำ iron oxide ( $Fe_3O_4$ ) สามารถใช้ในการหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวเรียบ พบว่ามีควมว่องไว ชัดเจน และสีติดกับพื้นผิวได้ดี และสามารถล้างออกด้วยสบู่และน้ำได้ง่าย (Haque et al., 1989)

ผงฝุ่นที่เป็นเกลืออนินทรีย์ของ โปรท แคลเมียม ไทเทเนียม ตะกั่ว แมงกานีส ซึ่งได้ยกเลิกการใช้ไปแล้ว

ผงฝุ่นสีอินทรีย์ ปัจจุบันมีการใช้มาก ใช้สีอินทรีย์เป็นตัวให้สี นอกจากนี้อาจมีการเติมสารเรืองสี และสารที่กระทำกับแสงเลเซอร์ ที่มีองค์ประกอบของ fluorescein กับ rhodamine B การเติมสารเพิ่มคุณภาพพวก chitosan (ขนาด 400 mesh) กับผงเกลือคัลเซียม และผงสี xanthen

2. **ผงโลหะ** ผงโลหะมีอายุการใช้งานนานเมื่อเทียบกับสีอินทรีย์ แต่ก็มีข้อเสียคือเป็นพิษต่อผู้ใช้ได้แก่

ผงสีเงิน ประกอบด้วย ผงแผ่นอะลูมิเนียมกับผง quartz

ผงสีทอง ประกอบด้วยผงแผ่น bronze ผง quartz

ผงสีเทา ประกอบด้วย ผงอะลูมิเนียมและ kaolin

ผงตะกั่ว ใช้สำหรับการตรวจวัดด้วย X-ray electronography และ autoelectronography

ผงฝุ่นที่ว่องไวต่อแสงได้แดง คือผงอะลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของ manganese dioxide และ Milori blue

ผงฝุ่นที่มีความแวววาว ประกอบด้วย carbon black กับ ผงสีอะลูมิเนียม หรือผงอะลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของ graphite-fluorine ( $C_2F$ )<sub>n</sub> 15%

ผงฝุ่นแบบแผ่นเกลือละเอียด ที่มีขนาด 1-50 ไมโครเมตร โดยมีส่วนผสมของ stearic acid/ผงฝุ่น โดยน้ำหนัก 0-50% โดยใช้ผงอะลูมิเนียม สังกะสี ทองแดงและเหล็ก

ได้มีการศึกษาวิธีการบดผงอะลูมิเนียมด้วย ball mill พบว่า การได้ผงแผ่นขนาดน้อยกว่า 25 ไมโครเมตร โดยใช้ขนาด ball 9.9 mm อัตราการหมุนของหม้อบด 80 rpm เป็นเวลา 40 ชั่วโมง

**3. ผงฝุ่นชนิดเรืองแสง** มีส่วนผสมของสีธรรมชาติหรืออนุพันธ์อินทรีย์สังเคราะห์ที่เรืองแสงได้ เมื่อมีแสงเหนือม่วงหรือเลเซอร์ตกกระทบ ซึ่งมีข้อดีคือทำให้เห็นลายนิ้วมือแฝงได้ชัดเจนขึ้น ได้มีการผสมใน acidine yellow, acridine orange, coumarin 6, crystal violet, Nile blue, rhodamine B และ rhodamine 6G โดยผสมด้วย fluorescent eosin-blue dye ซึ่งจะเห็นเป็นลายนิ้วมือภายใต้แสงเหนือม่วง นอกจากนี้อาจมีส่วนผสมของสารเชิงซ้อน lanthanide ซึ่งมีอายุการเรืองแสงที่นาน ผงฝุ่น  $\text{TiO}_2$  เรืองแสง ที่เตรียมโดยเคลือบด้วยสารเรืองแสง  $N,N'$ -dioleoyl-3,4,9,10-perylenedicarboximide dye แสดงการเรืองแสงอย่างแรงที่ 650-700 nm เมื่อกระตุ้นที่ 505 nm ใช้หาลายนิ้วมือบนแก้วและ polyethylene แต่ด้วยความเข้มของการเรืองแสงค่อนข้างอ่อน (Choi et al., 2007) ผงฝุ่นชนิด polymethyl methacrylate เคลือบด้วยผงเรืองแสงและผงแม่เหล็ก พบว่าสามารถใช้ได้ดีกับผิววัสดุไม่มีรูพรุน (Seah et al., 2005)

การตรวจลายนิ้วมือแฝงพื้นผิววัสดุ (Lennard, 2001) แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- 1. การตรวจลายนิ้วมือแฝงพื้นผิววัสดุที่มีรูพรุน** วัสดุที่มีรูพรุนได้แก่ กระดาษ ซึ่งในการตรวจทางเคมี มีการใช้ Ninhydrin ไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน จะได้สีม่วงเข้ม ที่เรียกว่า Ruhemann's Purple มีการใช้ในการตรวจลายนิ้วมือบนกระดาษอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังมีการใช้ CFC-113 ที่เรียกว่า Arkclone of Fluorisol แต่ก็มีการยกเลิกไปเพราะว่าเป็นสารที่ไปทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน และได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพของ ninhydrin โดยทำปฏิกิริยากับสารละลายเกลือของสังกะสีหรือแคดเมียม เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ที่มีสีเปลี่ยนแปลงไปและเกิดการเรืองแสงภายใต้อุณหภูมิต่ำและกระตุ้นด้วยแสงความเข้มสูงที่เหมาะสมจะได้ลายนิ้วที่ชัดเจนขึ้น ในปี ค.ศ. 1990 ได้มีการใช้ 1,8-diaza-9-fluorenone (DFO) ซึ่งมีความว่องไวในการตรวจลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษมาก โดยจะไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลายนิ้วมือแฝงเช่นเดียวกับ ninhydrin แต่ DFO มีข้อดีคือเกิดการเรืองแสงสูงที่อุณหภูมิต่ำ แต่ใช้บนวัสดุที่เรืองแสงไม่ได้ ในการตรวจลายนิ้วมือบนวัสดุที่มีรูพรุนอีกวิธีคือการใช้สารละลายพวก Ferrous/ferric redox system ผสมกับ silver nitrate และ citric acid และทำให้เสถียรโดย surfactant ใช้หาลายนิ้วมือแฝงเมื่อใช้ DFO หรือ ninhydrin แล้วไม่เป็นผล แต่สารนี้มีอายุการใช้งานสั้นและไม่เสถียร
- 2. การตรวจลายนิ้วมือแฝงพื้นผิววัสดุที่ไม่มีรูพรุน** วัสดุที่ไม่มีรูพรุนได้แก่ แก้ว พลาสติก โลหะ และพื้นผิวที่มันเงา อาจใช้วิธีเชิงแสง หรือการใช้ผงฝุ่น หรืออาจรวมด้วย cyanoacrylate หรือใช้สีเรืองแสง

พื้นผิวไม่มีรูพรุนที่เปียกน้ำได้สามารถใช้สารอนุภาคขนาดเล็กได้ เช่นสารแขวนลอยของ molybdenum disulfide ในสารละลาย detergent ด้วยวิธีการฉีดพ่นแล้วล้างด้วยน้ำเพื่อขจัดผงฝุ่นที่ เหลือออก สีที่ได้เป็นสีเทาเข้ม ส่วนผงฝุ่นสีขาว เช่น ผงฝุ่น zinc carbonate ใช้สำหรับพื้นผิวสีเข้ม

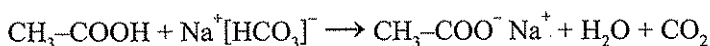
Cyanoacrylate esters สามารถใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง โดยไอของสารนี้จะทำให้เกิดโพลีเมอร์แข็งสีขาวบนลายนิ้วมือ ซึ่งเกิดจากเร่งปฏิกิริยาการเกิดโพลีเมอร์ของความชื้นและ สารไอออนิกที่มีอยู่ในลายนิ้วมือ การรมด้วย cyanoacrylate ได้เคยใช้ในการหาลายนิ้วมือแฝง เช่นกัน ซึ่งจะเกิดได้ดีในสภาวะลดความดัน และได้ใช้ร่วมกับวิธีเชิงแสง หรือสีเรืองแสง เช่น rhodamine 6G และได้มีการใช้ cyanoacrylate ในรูปเจล โดยทำการรมที่อุณหภูมิ 22°C บน ผิวหนังคนตาย (Trapecar and Balazic, 2007) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารกลุ่ม anthraquinone คือ 1-amino-2-phenoxy-4-hydroxy-anthraquinone (สีม่วงแดง) และ 1,4-bis (ethylamino) anthraquinone (สีน้ำเงิน) ร่วมกันแล้วทำให้เกิดการระเหิดที่ 250-350°C ร่วมกับ cyanoacrylate พบว่าอนุภาคสาร ที่ระเหิดจะยึดเกาะกับ fatty acids บนรอยลายนิ้วมือแฝง เกิดโพลีเมอร์ ของ cyanoacrylate ester ที่ เกิดอันตรกิริยากับลายนิ้วมือ โดยใช้ได้กับวัสดุที่เคลื่อนที่ได้และมีขนาด ไม่ใหญ่และต้องอาศัยผู้ที่มี ความชำนาญเป็นพิเศษ (Morimoto et al., 1998)

วิธี vacuum metal deposition เป็นวิธีที่ว่องไวมากสำหรับการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบน พื้นผิวไม่มีรูพรุน เช่น แก้ว พลาสติก โดยทำภายใต้สุญญากาศและเคลือบด้วยชั้นบางๆ ของทอง และสังกะสี ผงทองที่ตกตะกอนจะแทรกซึมเข้าไปในลายนิ้วมือแฝงเป็นชั้นอย่างสม่ำเสมอ ขณะที่ สังกะสีจะตกตะกอนบนพื้นผิวยกเว้นบริเวณรอยลายนิ้วมือ วิธีนี้ค่อนข้างแพงและต้องใช้ความ ชำนาญสูง แต่สามารถใช้ได้กับลายนิ้วมือแฝงที่เก่าๆ หรือเลือนรางได้ดี

เมธิลีน บลู เป็นสาร heterocyclic aromatic มีสูตรเป็น  $C_{16}H_{18}ClN_3S$ . เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีกลิ่น เป็นผงสีเขียวเข้ม เมื่อละลายน้ำมีสีน้ำเงิน ใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับวัด pH เป็น redox indicator สารละลายจะมีสีน้ำเงินเมื่ออยู่ในสภาพออกซิไดซ์ และจะไม่มีสีเมื่อถูกรีดิวซ์ เมธิลีน บลู ปกติใช้ในการทำปฏิกิริยาระหว่าง Fehling's solution กับ reducing sugars เพื่อเพิ่มการมองเห็น ([http://en.wikipedia.org/wiki/Methylthioninium\\_chloride](http://en.wikipedia.org/wiki/Methylthioninium_chloride), 24 September 2007)

โซเดียมอะซิเตต เป็นเกลือโซเดียมของกรดอะซิติก เป็นสารเติมลงในอาหารเพื่อการรักษาให้ ยาวนานขึ้น เป็น conjugate base ของกรดอ่อน สารละลายของ sodium acetate กับ acetic acid เป็น buffer มีจุดหลอมเหลว 58 °C

โซเดียมอะซิเตต เตรียมได้จาก การทำปฏิกิริยาของ acetic acid กับ sodium carbonate, sodium bicarbonate, หรือ sodium hydroxide ดังสมการ



([http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_acetate](http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_acetate), 24 September, 2007)

**น้ำมันแร่ (Mineral oil) หรือปิโตรเลียมเหลว** เป็นผลผลิตพลอยได้จากการกลั่นปิโตรเลียม เพื่อผลิต gasoline เป็นน้ำมันมีลักษณะใสไม่มีสี มีองค์ประกอบหลักคือ alkanes (ชนิด C 15 ถึง 40) และ cyclic paraffins, มีคุณค่าต่ำ ใช้ในเก็บรักษาหรือการขนส่ง Alkali metals ไม่ให้ทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศ เป็นยาถ่าย และสารหล่อลื่น ใช้เป็นส่วนผสมของครีมหรือโลชั่น ในอุตสาหกรรมผ้าและสี มีชื่อเรียกอื่นๆ ได้แก่ adepsine oil, alboline, baby oil, cable oil, blandlube, blandol white mineral oil, cleardeck, crytosol, drakeol, electrical insulating oil, ervol, fonoline, frigol, glymol, Heat-treating oil, hydraulic oil, hydrocarbon oils, jute batching oil, kaydol, kondremul, kremol, lignite oil, liquid paraffin, lubricating oil, master Shimmer, saturated paraffin oil, mineral oil hydrocarbon solvent (petroleum), mineral oil mist, paraffinic, mineral Seal Oil, oil mist, white oil ([http://en.wikipedia.org/wiki/Mineral\\_oil](http://en.wikipedia.org/wiki/Mineral_oil), 24 September, 2007)

ถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยผลิตจากถ่านเปลือกกล้วยที่ทำการคาร์บอนไนซ์ที่ 500°C แล้วทำการกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ 600-900°C พื้นผิวมีรูพรุนสูง มีความสามารถในการดูดซับไอโอดีนสูง (695-1087 mg/g) (Mopoung, 2005)

ในการศึกษานี้จะทำการผลิตผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงจากถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย โดยดูผลของปริมาณน้ำมันแร่ โซเดียมอะซิเตต เมธิลีนบลู เหล็กออกไซด์ ( $Fe_3O_4$ ) เป็นต้น ผงฝุ่นที่ได้นำไปศึกษาลักษณะพื้นผิว ด้วย SEM XRD และศึกษาสมบัติการยึดเกาะบนลายนิ้วมือแฝงบนผิววัสดุเรียบไม่มีรูพรุน ด้วยวิธีการปิดด้วยแปรงเปรียบเทียบกับผงฝุ่นทางการค้า เปรียบเทียบความละเอียดของลายนิ้วมือ ความเข้ม การยึดเกาะเฉพาะบริเวณที่เป็นลายนิ้วมือ โดยศึกษาด้วย SEM และบันทึกภาพด้วยกล้องสเตอริโอพร้อมกล้องถ่ายรูปแบบ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตผงฝุ่นดำถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยตรวจลายนิ้วมือแฝงที่ชัดเจน 3 สูตร



## บทที่ 2

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 2.1 สารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือ

##### 2.1.1 สารเคมี

2.1.1.1. HCl 36 – 38 % ; Merck Germany

2.1.1.2. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85 % ; (UNIVAR, AR)

2.1.1.3. CH<sub>3</sub>COONa (Fisher Chemical, AR)

2.1.1.4 Methylene blue (Fluka, AR)

2.1.1.5 Mineral oil (commercial grade)

2.1.1.6 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Merck Germany)

2.1.1.7 Deionized water

2.1.1.8 Hexane (Lap grade)

##### 2.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1.2.1. ตู้อบ (Oven) SL 1375 SHEL LAB 1375 FX

2.1.2.2. เตาเผาความร้อนสูง , Fisher Scientific Isotemp<sup>®</sup> Muffle furnace U.S.A

2.1.2.3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance) Sartorius Basic AC 210S

2.1.2.4. Scanning Electron Microscope (LEO 1455 VP electron microscopy)

2.1.2.5 XRD (PW 3040/60, X' Pert Pro MPD).

2.1.2.6 กล้องขยายภาพ Binocular Microscope (Olympus BH2) และกล้องบันทึกภาพ digital camera (Motic Image, +2.0 ML)

#### 2.2 การทดลอง

##### 2.2.1 การเตรียมเป็นถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วย

ทำการคาร์บอนไนซ์ (carbonized) เปลือกกล้วยแห้งที่ 400°C แล้วกระตุ้น (activated) ด้วยกรด phosphoric acid (UNIVAR, AR) อัตราส่วน 0.5 : 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>:ถ่านเปลือกกล้วย) แล้วไพโรไลซิส (pyrolysis) ที่ 800°C จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบด (ball mill) ผงที่ได้ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 400 mesh ศึกษาพื้นผิวผงถ่านกัมมันต์ที่ได้ด้วย SEM (LEO 1455 VP electron microscopy)

##### 2.2.2 การศึกษาผลของ sodium acetate และ mineral oil

ทำการเติม sodium acetate (Fisher Chemical, AR) ในผงถ่านกัมมันต์ จำนวน 5, 10, 15, 20, และ 25% โดยน้ำหนัก (เติมในรูปสารละลายน้ำ) แล้วทำการอบให้แห้งที่ อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา

3 ชั่วโมง นำสารตัวอย่างแต่ละสูตรมาเติมน้ำมันแร่ (commercial grade) ในอัตราส่วน 0.25, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % โดยปริมาตร (โดยละลายด้วย Hexane (Lap grade)) แล้วทำการอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วทำการเก็บในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้นก่อนนำไปใช้งาน

### 2.2.3 การทดสอบการยึดติดลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นกระจก

ทำการกดยลายนิ้วมือของอาสาสมัครที่เป็นคนเดียวกัน บนแผ่นกระจก โดยการกดแต่ละครั้งให้มีระยะเวลาห่างกัน 10 นาที เมื่อได้จำนวนครบแล้วทำการปิดผงฝุ่นแต่ละตัวอย่างด้วยแปรง สังกัดดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า ด้วย Binocular Microscope (Olympus BH2) พร้อมบันทึกภาพ ด้วย digital camera (Motic Image, +2.0 ML) ผลที่ได้เลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

### 2.2.4 ศึกษาผลของ methylene blue

จากสูตรที่ดีที่สุด คือ สูตรที่เติม 10% sodium acetate และ 2% mineral oil มาผสมกับ methylene blue (Fluka, AR) ในอัตราส่วน 0.1, 0.2 และ 0.3% โดยน้ำหนัก (ในรูปสารละลาย) แล้วทำการอบให้แห้งที่ 105°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบการเกาะติดลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นแก้ว โดยปิดด้วยแปรง สังกัดดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพ

### 2.2.5 ศึกษาผลของ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

จากสูตรที่ดีที่สุด คือ สูตรที่เติม 10% sodium acetate และ 2% mineral oil มาผสมกับ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Merck Germany) ในอัตราส่วน 1.0, 2.0 และ 3.0% โดยน้ำหนัก (ในรูปผง) ผสมให้เข้ากัน แล้วทำการทดสอบการเกาะติดลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้ว โดยปิดด้วยแปรง สังกัดดูความชัดเจนของลายนิ้วมือเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า บันทึกภาพ

### 2.2.6 การวิเคราะห์ด้วย XRD

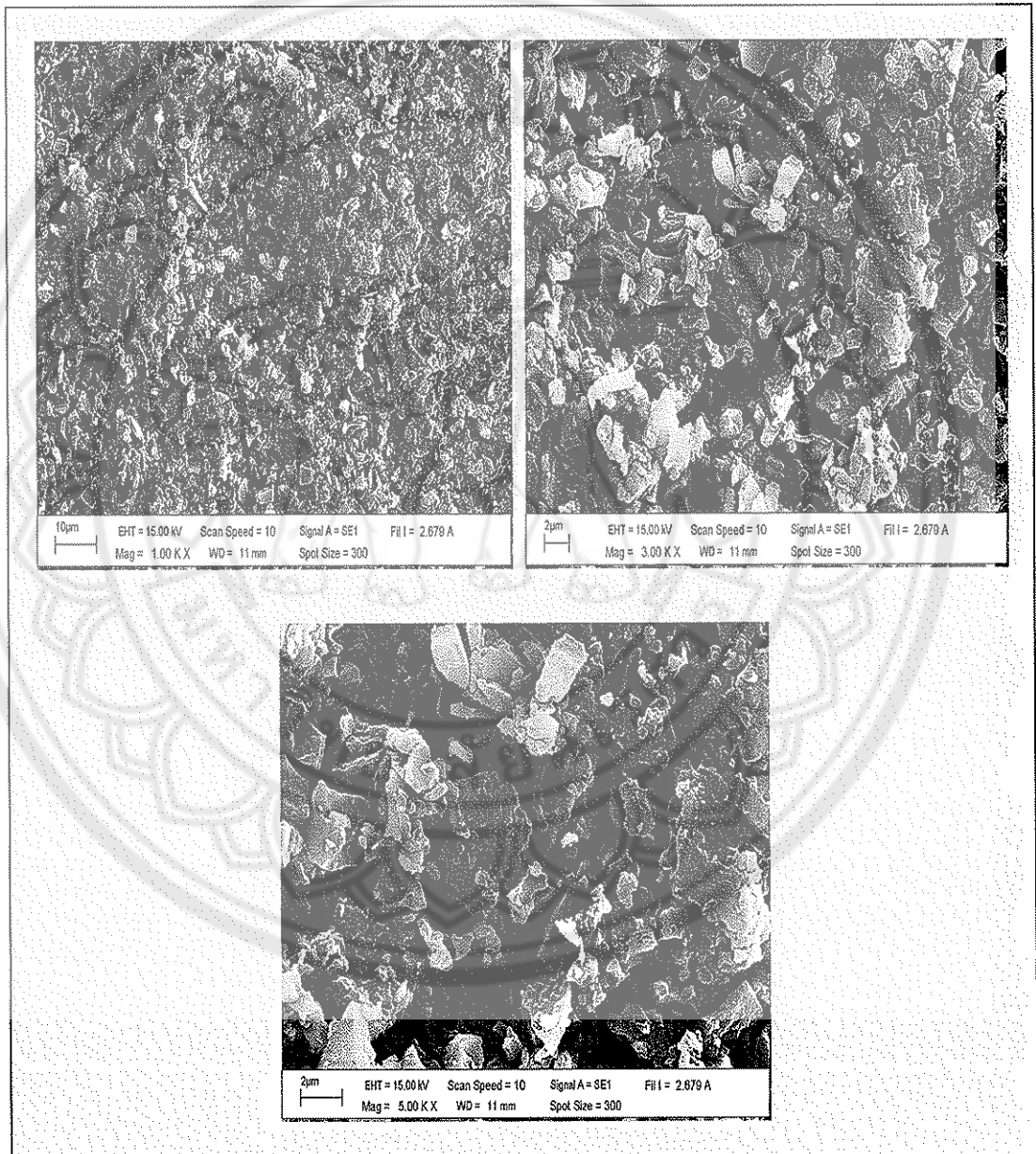
ทำการศึกษาหาลักษณะผลึกว่าอยู่ในรูปใด ด้วย X-ray diffraction (XRD) (PW 3040/60, X'Pert Pro MPD)

### บทที่ 3

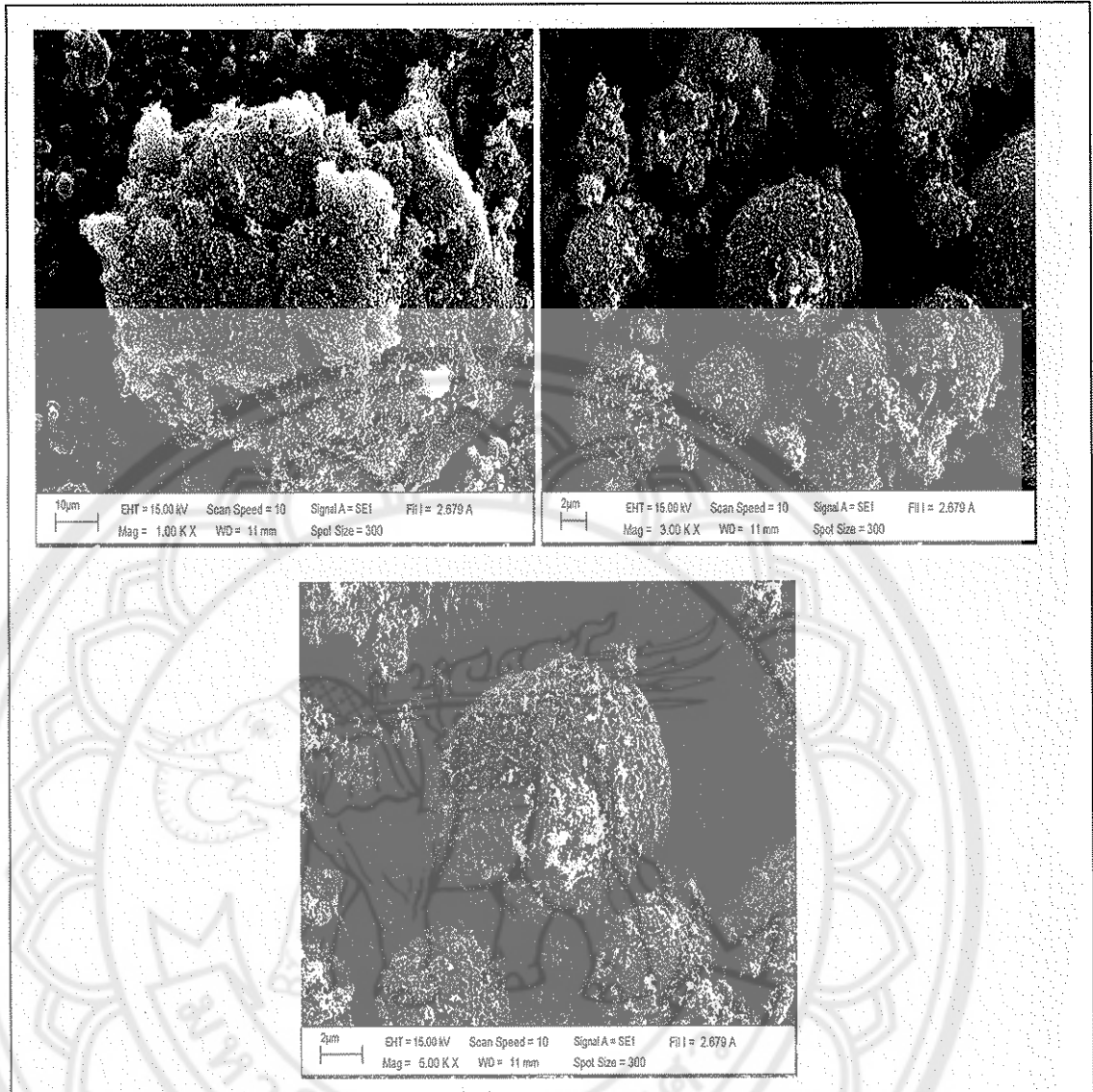
#### ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

##### 3.1 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยเปรียบเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า

จากรูป 1 พบว่าขนาดอนุภาคผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยอยู่ในช่วงประมาณ 1-6  $\mu\text{m}$  มีรูปร่างเป็นมุมเหลี่ยม (รูป 1) ขณะที่ผงฝุ่นทางการค้ามีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงประมาณ 6-12  $\mu\text{m}$  มีรูปร่างเป็นทรงกลม ผิวเป็นเส้นใยขนาดเล็ก (รูป 2) โดยจะเห็นว่าขนาดอนุภาคของทั้งสองอยู่ช่วงของผงฝุ่นตรวจหาหลายนิ้วมือทั่วไป คือ 1-50  $\mu\text{m}$  (Sodhi and Kaur, 2001)



รูป 1 รูปพื้นผิวที่ถ่ายด้วย SEM ของถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย

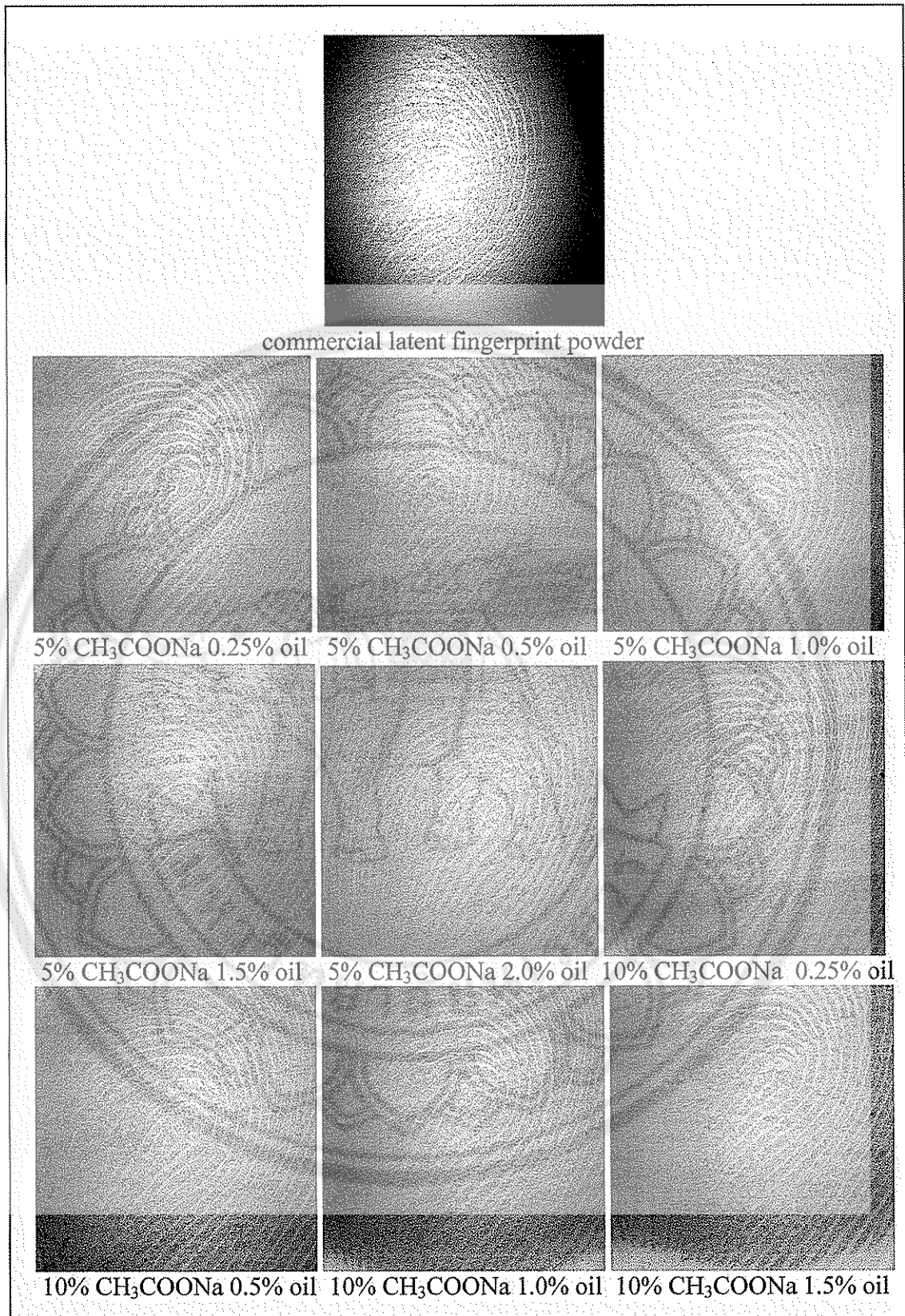


รูป 2 รูปพื้นผิวที่ถ่ายด้วย SEM ของผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงทางการค้า

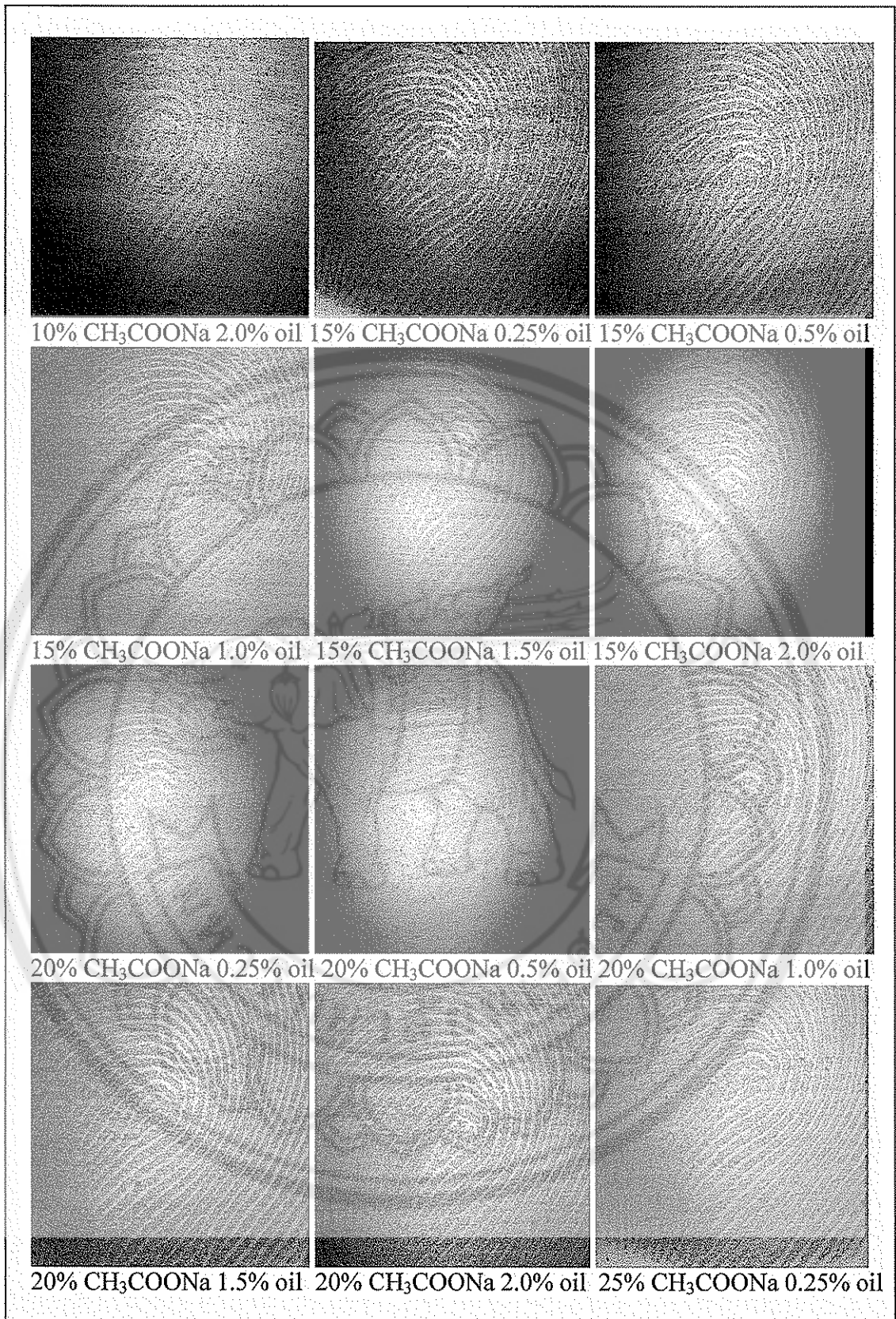
### 3.2 ผลของโซเดียมอะซิเตตและน้ำมันแร่

จากรูป 3 แสดงภาพที่เกิดจากผลของการเพิ่มปริมาณ sodium acetate และปริมาณ mineral oil ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มจะเพิ่มการยึดติดกับรอยนิ้วมือบนแผ่นสไลด์แก้ว (glass slide) มากขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณ mineral oil จาก 0.25% ไปเป็น 2.0% ตามลำดับ ในทุกสูตร แสดงถึงการยึดติดของ mineral oil กับส่วนที่เป็นไขมันบนรอยนิ้วมือแฝงได้ดีขึ้น ส่วนการเพิ่มปริมาณ sodium acetate จาก 0.5% ไปเป็น 25.0% ก็มีแนวโน้มการยึดติดมากขึ้นในทุกสูตรเช่นเดียวกัน แต่พบว่าเมื่อปริมาณ sodium acetate มากขึ้นจะทำให้ความเข้มของรอยนิ้วมือแฝงลดลง เมื่อเทียบกับที่ใช้ผงฝุ่นทางการค้า จากการศึกษาสูตรทั้งหมด ภาพที่ดีที่สุดจะเป็นสูตร ที่มีการเติม 20% sodium acetate และ 2% mineral oil และเมื่อทำการขยายภาพสังเกตดูส่วนที่ผงฝุ่นยึดติดบนรอยนิ้วมือกับ

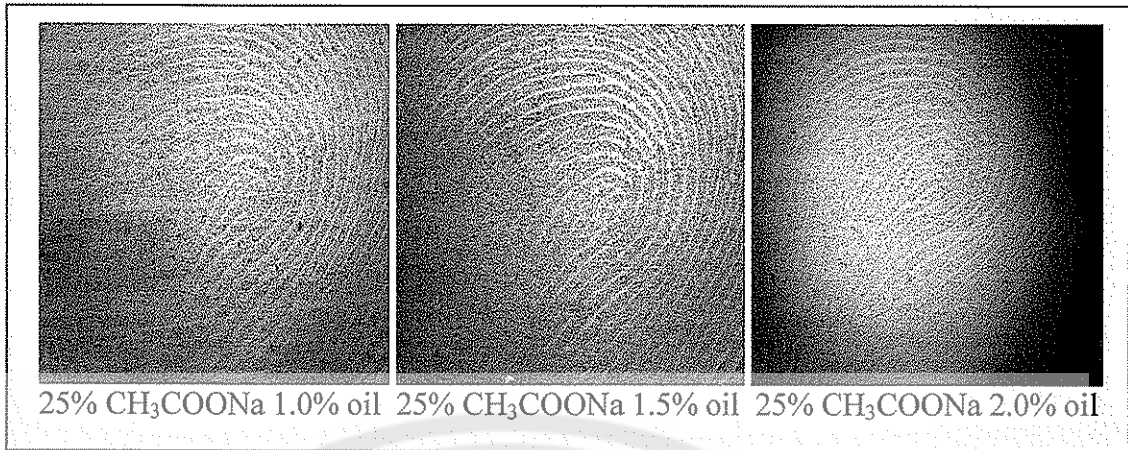
ส่วนที่อยู่ระหว่างรอยนิ้วมือ (รูป 4) พบว่า ในภาพที่ได้จากการใช้ผงฝุ่นดำนํ้ามันดํ้าเปลือกกํ้าด้วย มีการยัดติดบนรอยนิ้วมือที่ดี (รูป 4 ก) แต่ระหว่างรอยนิ้วมือจะติดน้อยมากหรือเกือบไม่มี หลังจากปิดด้วยแปรง ซึ่งเมื่อเทียบกับภาพที่ได้จากการใช้ผงฝุ่นทางการค้า แม้ว่า จะยัดติดบนรอยนิ้วมือมากกว่า (รูป 4(ข)) แต่ก็ยังมีการยัดติดระหว่างรอยนิ้วมือที่มากกว่า (รูป 4(ง)) แสดงถึงสมบัติที่ดีข้อหนึ่งของผงฝุ่นดำนํ้ามันดํ้าเปลือกกํ้าที่ไม่มีการยัดเกาะระหว่างรอยนิ้วมือ (Sodhi and Kaur, 2001) จากผลของ sodium acetate อธิบายได้ว่า หมู่ทำหน้าที่อินทรีย์ ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) จะถูกดูดซับบนพื้นผิวของดำนํ้ามันดํ้าและ  $\text{Na}^+$  ion แสดงเป็นตัวแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cationic exchanger) (Mugisidi et al., 2007) จึงทำให้พื้นผิวของดำนํ้ามันดํ้ามีความเป็นขั้ว ซึ่งสามารถเกิดการยัดติดกับองค์ประกอบที่เป็น ความชื้น, เกลือ(salt), สารประกอบไอออนิก (ionic compound) และสารที่มีขั้ว (polar substances) ในรายนิ้วมือได้ ส่วนผลของ mineral oil นั้น เนื่องจาก mineral oil เป็นสารประเภทไม่มีขั้ว สามารถยัดติดกับส่วนที่เป็นน้ำมัน (oily) ในรายนิ้วมือได้ เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้น จึงมีปริมาณการยัดติดมากขึ้น ผลนี้อธิบายได้โดยอธิบายได้โดย Pan et al. (2005) ว่าน้ำมันแร่ที่ดูดซับบนผิวคาร์บอนประกอบด้วยสององค์ประกอบ คือส่วนด้านในที่มีขั้วสามารถยัดติดโดยตรงกับส่วนที่มีขั้วของพื้นผิวคาร์บอนและส่วนด้านนอกที่เป็นน้ำมันไม่มีขั้วจะยัดติดกับส่วนที่เป็นน้ำมันของลายนิ้ว มือแฝง แต่ก็มีผลทำให้ผงฝุ่นมีการเกาะตัวกันเป็นก้อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อผสมในปริมาณมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ต้องใช้ปริมาณผงฝุ่นมากขึ้นสำหรับการปิด เกิดการสูญเสียมากในระหว่างการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง



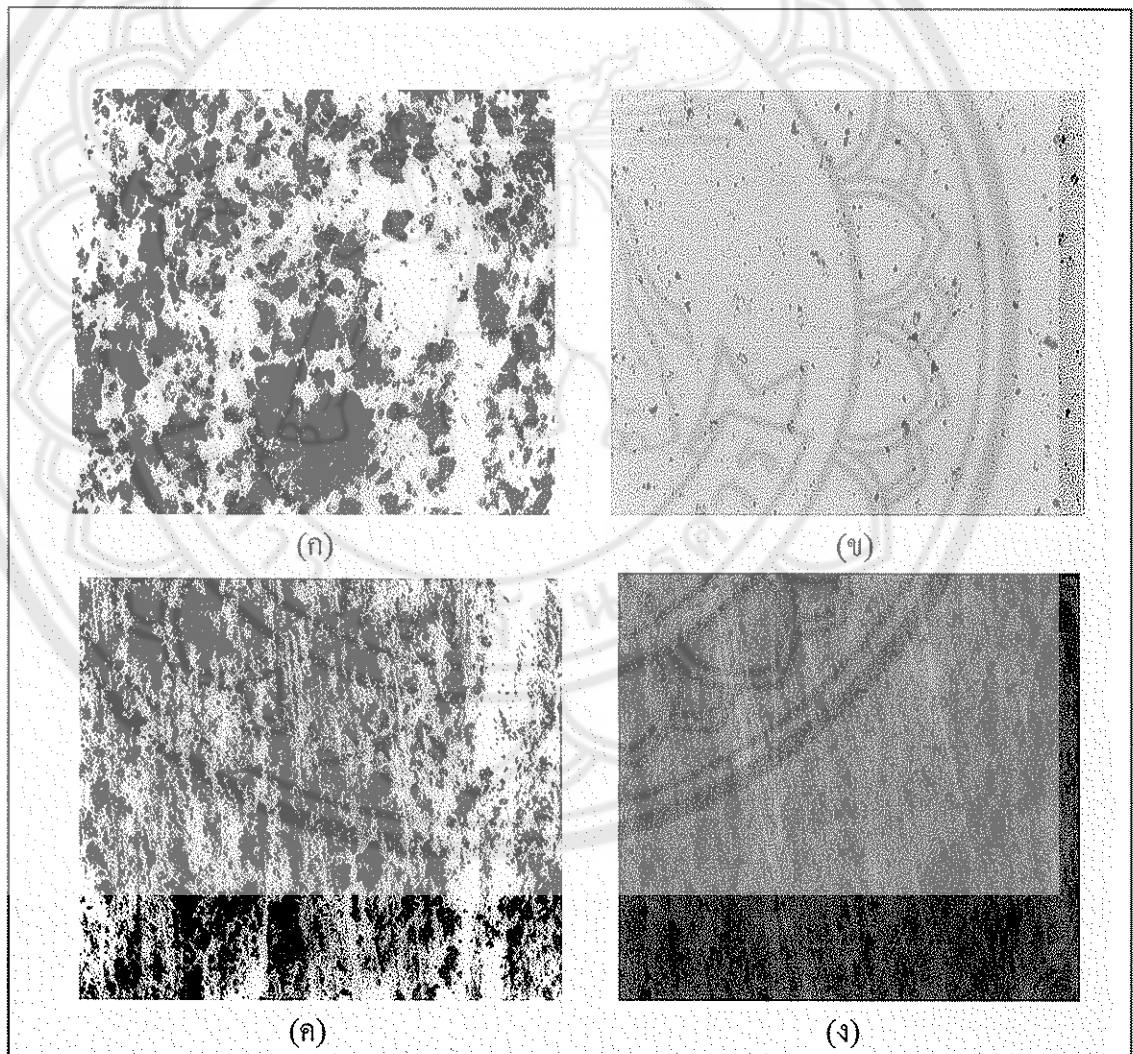
รูป 3 ภาพขยาย 20 เท่าของลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้วด้วย ผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือแฝงทาง  
และผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยที่ผสม 5-25% CH<sub>3</sub>COONa กับ 0.25-2.0% mineral oil



รูป 3 (ต่อ)



รูป 3 (ต่อ)

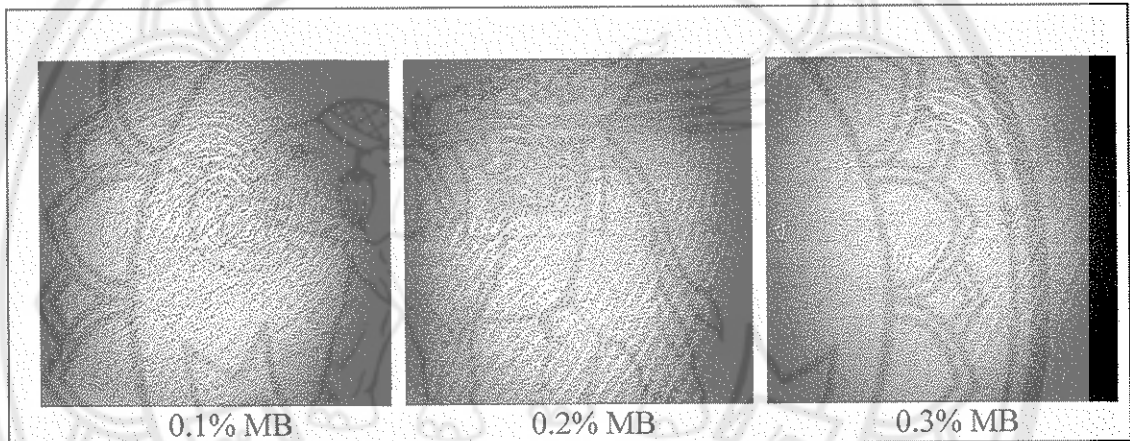


รูป 4 ภาพลายน้ยมือบนแผ่นสไลด์แก้ว ของผงถ่านกัมมันต์เปลือกกัวยที่ผสม 20%  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ 2% mineral oil บนรอยลายน้ยมือ (ก) และระหว่างร่องลายน้ยมือ (ข) เทียบกับผงฝุ่นตรวจลายน้ยมือทางการค้าที่ติดบนลายน้ยมือ (ค) และระหว่างร่องลายน้ยมือ (ง)

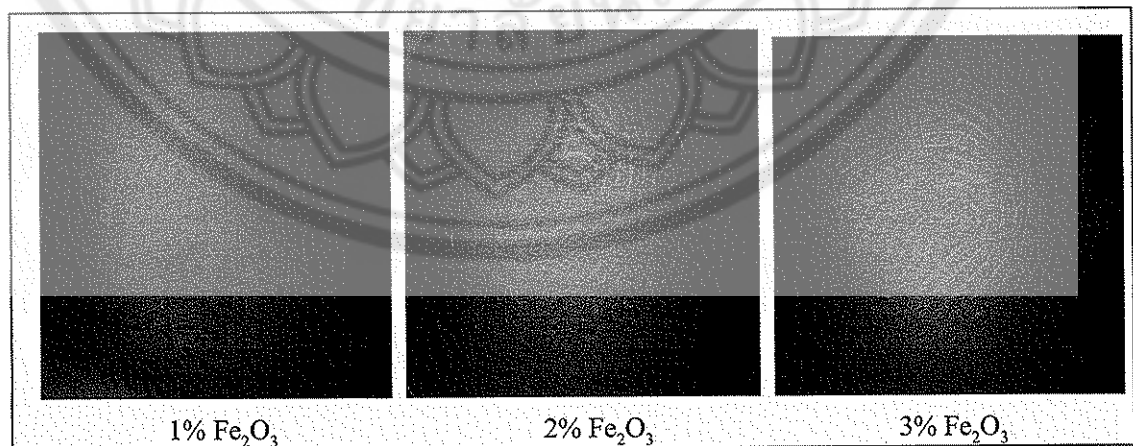


### 3.3 ผลของเมธิลีนบลู (Effect of methylene blue)

จากการเลือกสูตรผงฝุ่นที่ดีที่สุดคือ การเติม 20% sodium acetate และ 2% mineral oil มาทำการเติม methylene blue ปริมาณ 0.1% ถึง 0.3% โดยน้ำหนัก พบว่าความเข้มของผงฝุ่นที่ได้มีความเข้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณ methylene blue ซึ่งจะเป็นสีน้ำเงินเข้ม แต่เมื่อนำมาทดสอบการยึดติดบนรอยนิ้วมือ พบว่าการยึดติดจะดีและชัดเจนคือ การเติม methylene blue ที่ 0.2% (รูป 5) แม้ว่าที่ปริมาณ 0.3% จะมีความเข้มมากแต่การยึดเกาะบนรอยนิ้วมือแฝงจะลดลงและจะหลุดออกไปเมื่อปัดด้วยแปรงในครั้งที่ 2 แสดงถึงการเติม methylene blue มากเกินไปจะทำให้เกิดการยึดติดกับรอยนิ้วมือลดลงและการยึดติดกันระหว่างอนุภาคผงฝุ่นลดลงด้วย ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่า methylene Blue ซึ่งเป็นสารให้สีที่มีโมเลกุลค่อนข้างใหญ่เกิดการดูดซับ (adsorbed) บนผิวถ่านกัมมันต์ (Khezami et al., 2005) ซึ่งอาจมีผลทำให้รบกวนลดลงไปบางส่วน จึงทำให้การดูดซับกับไขมันบนรอยนิ้วมือและของผงฝุ่นด้วยกันเองลดลง



รูป 5 ภาพลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้ว ขยาย 20 เท่า ที่ใช้ผงถ่านเปลือกกล้วยผสม 20%  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ 2% mineral oil กับ 0.1-0.3% methylene blue (MB)



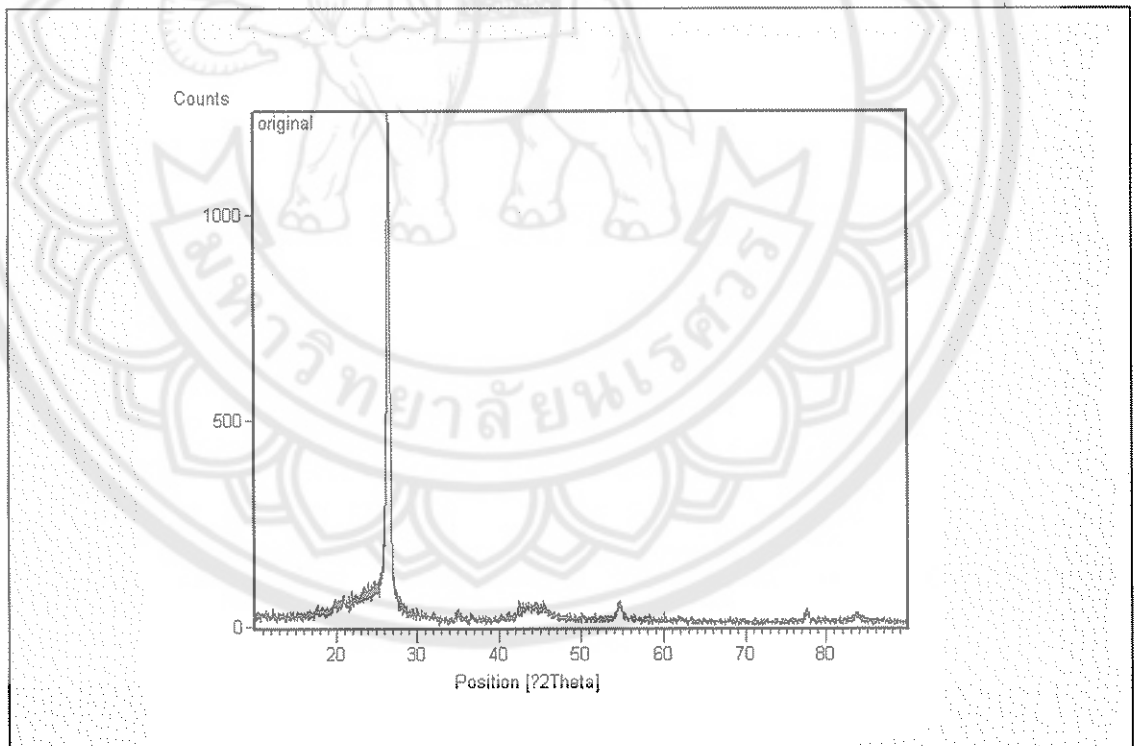
รูป 6 ภาพลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นสไลด์แก้ว ขยาย 20 เท่า ที่ใช้ผงถ่านเปลือกกล้วยผสม 20%  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ 2% mineral oil กับ 1-3%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

### 3.4 ผลการเติม $\text{Fe}_2\text{O}_3$

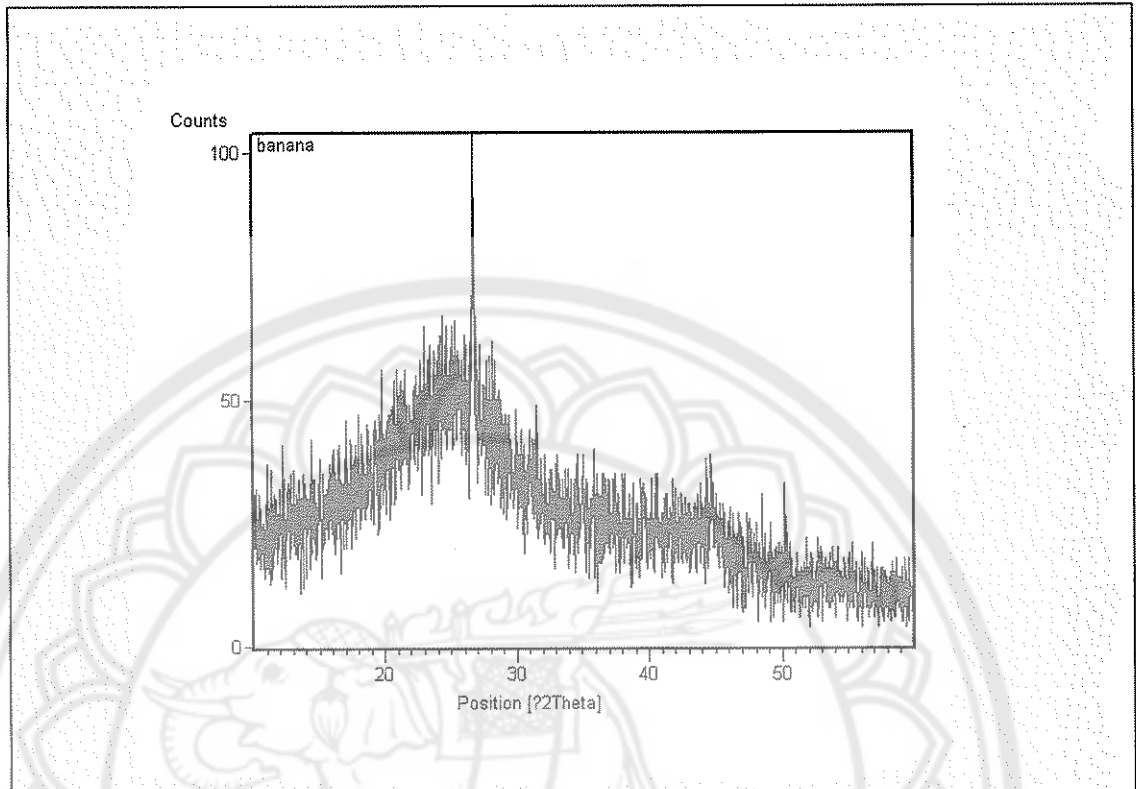
จากการเลือกสูตรผงฝุ่นที่ดีที่สุดคือ การเติม 20% sodium acetate และ 2% mineral oil มาทำการเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ปริมาณ 1% ถึง 3% โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อนำมาทดสอบการยึดติดบนรอยนิ้วมือ พบว่าการยึดติดจะดีและชัดเจนขึ้นเมื่อทำการเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  มากขึ้นตามลำดับ จาก 1% ไป 3% และชัดเจนที่สุดคือ การเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ที่ 3% (รูป 6) แสดงถึงผลของ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  จะทำให้การติดยึดของผงฝุ่นมากขึ้น เมื่อมีปริมาณมากขึ้น

### 3.5 การศึกษาด้วย XRD

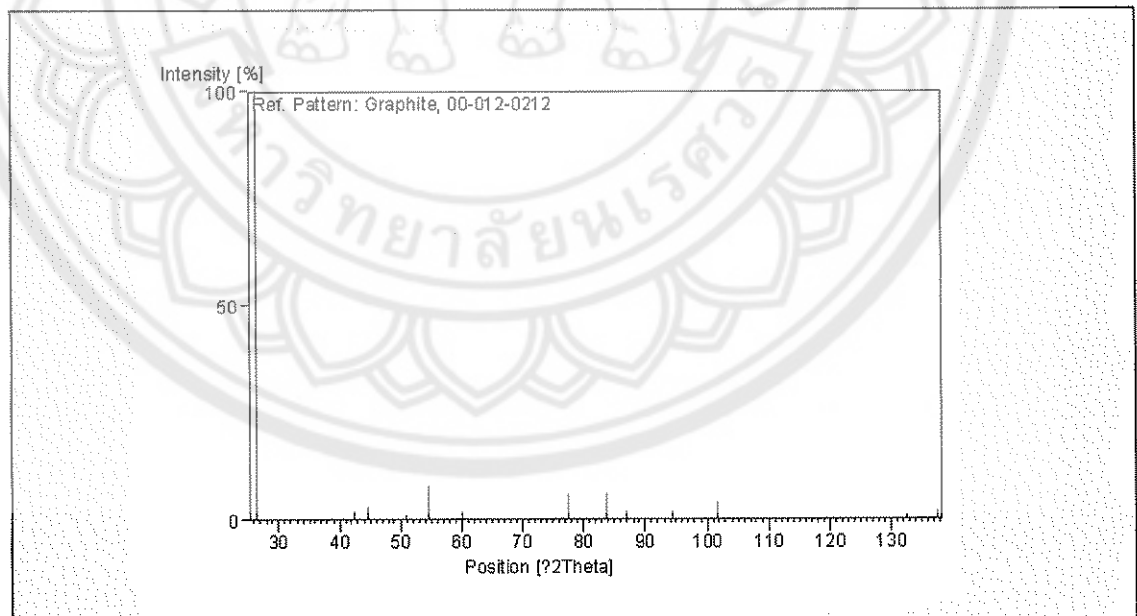
จากรูป 7 และ 8 แสดงรูปแบบ XRD ของผงฝุ่นลายนิ้วมือทางการค้าและผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย เทียบกับแกรไฟต์มาตรฐาน (รูป 9) พบว่ามี 2 พีคที่ประมาณ  $2\theta = 26^\circ$  and  $44^\circ$  ซึ่งสอดคล้องกับพีคของแกรไฟต์ แต่ในขณะเดียวกันสัญญาณพีคก็แสดงการมีสัญญาณ noise ด้วย แสดงว่าแม้ว่าจะเกิดแกรไฟต์ขึ้น แต่คาร์บอนส่วนใหญ่ก็ยังอยู่ในรูปของอสัญฐาน (Kurosaki et al., 2003)



รูป 7 พีค XRD ของผงฝุ่นลายนิ้วมือทางการค้า



รูป 8 พิกัด XRD ของผงฝัสด้านกัมมันต์เปลือกกล้วย



รูป 9 พิกัด XRD ของแกรไฟต์มาตรฐาน

## บทที่ 4

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 4.1 ลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยเปรียบเทียบกับผงฝุ่นดำทางการค้า

ขนาดอนุภาคผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วยอยู่ในช่วงประมาณ 1-6  $\mu\text{m}$  มีรูปร่างเป็นมุมเหลี่ยม ซึ่งมีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการนำไปผลิตเป็นผงฝุ่นตรวจลายนิ้วมือได้

#### 4.2 ผลของโซเดียมอะซิเตตและน้ำมันแร่

การเพิ่มปริมาณ sodium acetate และปริมาณ mineral oil มีแนวโน้มเพิ่มการยึดติดกับรอยนิ้วมือบนแผ่นสไลด์แก้วมากขึ้น และสูตรที่ดีที่สุดคือสูตร ที่มีการเติม 20% sodium acetate และ 2% mineral oil และพบว่าผงฝุ่นถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย มีการยึดติดบนรอยนิ้วมือที่ดี แต่ระหว่างรอยนิ้วมือจะติดน้อยมากหรือเกือบไม่มี หลังจากปิดด้วยแปรง ซึ่งเป็นข้อดีที่จะทำให้เห็นลายนิ้วมือที่ชัดเจนขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ผงฝุ่นทางการค้าที่มีการยึดติดบริเวณระหว่างรอยนิ้วมือด้วย

#### 4.3 ผลของเมทิลีนบลู (Effect of methylene blue)

การเติม methylene blue พบว่าความเข้มของผงฝุ่นที่ได้มีความเข้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณ methylene blue ซึ่งจะเป็นสีน้ำเงินเข้ม และพบว่า การเติม methylene blue ที่ 0.2% จะทำให้การยึดติดกับรอยนิ้วมือดีที่สุด

#### 4.4 ผลการเติม $\text{Fe}_2\text{O}_3$

การเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  พบว่าการยึดติดรอยนิ้วมือจะดีและชัดเจนขึ้นเมื่อทำการเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  มากขึ้นตามลำดับ จาก 1% ไป 3% และชัดเจนที่สุดคือ การเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ที่ 3% แต่เมื่อเทียบกับสูตรอื่นที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่า การเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  มีประสิทธิภาพน้อยกว่า

#### 4.5 การศึกษาด้วย XRD

ผงฝุ่นลายนิ้วมือทางการค้าและผงถ่านกัมมันต์เปลือกกล้วย มีองค์ประกอบเป็นแกรไฟต์ และอัญฐานคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่

#### 4.6 รูปและข้อเสนอแนะ

ผงฝุ่นกัมมันต์เปลือกกล้วยที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรง 400 mesh สามารถเพิ่มการยึดติดบน รอยนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวเรียบไม่มีรูพรุนได้โดยการเติม  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ mineral oil ซึ่งพบว่า สูตรส่วนผสมที่ดีที่สุดคือการเติม 20%  $\text{CH}_3\text{COONa}$  และ 2% mineral oil โดยสามารถเกาะติดกับ รอยนิ้วมือดีและสามารถปัดออกด้วยแปรงโดยไม่ติดร่องระหว่างรอยนิ้วมือ ซึ่งมีผลทำให้เห็นรอยนิ้ว มือแฝงได้ชัดเจนขึ้น และเมื่อนำไปเพิ่มความเข้มข้นด้วย methylene blue พบว่า methylene blue สามารถทำให้ผงฝุ่นมีความเข้มข้น เมื่อเติมในปริมาณมากขึ้น แต่ถ้าเกิน 0.2% พบว่าการยึดติดกับ รอยนิ้วมือลดลงเมื่อปัดด้วยแปรงครั้งที่สอง

สำหรับการศึกษานี้ สิ่งที่ต้องควรระวังคือ การคัดขนาดของถ่านที่จะนำไปใช้ในการผลิตผง ฝุ่นตรวจลายนิ้วมือ จะต้องมีย่านน้อยกว่า 400 mesh แล้วการนำไปผสมกับน้ำมันแร่หรือ ส่วนผสมอื่นๆ ต้องมีความระมัดระวังอย่าให้ผงถ่านกลับมารวมตัวกันทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งจะ มีผลทำให้ลดประสิทธิภาพในการยึดติดกับรอยนิ้วมือ นอกจากนี้อาจต้องมีการพัฒนาเติมสารตัวให้ สีหรือสารเปล่งแสงเพิ่ม จะได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- Choi, M.J., Smoother, T., Martin, A.A., McDonagh, A.M., Maynard, P.J., Lennard, C. and Roux, C. Fluorescent TiO<sub>2</sub> Poeders Prepared Using a New Perylene Diimide Dye: Applications in Latent Fingermark Detection. *Forensic Science International*, 173(2-3), 154-160, 2007.
- Haque, F., Westland, A.D., Milligan, J. and Kerr, F.M. A Small Particle (Iron oxide) Suspension for Detection of Latent Fingerprints on Smooth Surfaces. *Forensic Science International*, 41(1-2), 73-82, 1989.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Fingerprint\\_powder](http://en.wikipedia.org/wiki/Fingerprint_powder), 24 September 2007.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Methylthioninium\\_chloride](http://en.wikipedia.org/wiki/Methylthioninium_chloride), 24 September 2007
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Mineral\\_oil](http://en.wikipedia.org/wiki/Mineral_oil), 24 September, 2007
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_acetate](http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_acetate), 24 September, 2007
- Khezami, L., Chetouani, A., Taouk, B. and Capart, R. Production and characterisation of activated carbon from wood components in powder: Cellulose, lignin, xylan. *Powder Technology*, 157(1-3), 48-56, 2005.
- Kurosaki, F., Ishimaru, K., Hata, T., Bronsveld, P., Kobayashi, E., and Imamura, Y. Microstructure of wood charcoal prepared by flash heating. *Carbon*, 41, 3057-3062, 2003.
- Lennard, C. The Detection and Enhancement of Latent Fingerprints. 13<sup>th</sup> INTERPOL Forensic Science Symposium, Lyon, France, October 16-19 2001.
- Morimoto, S. Kaminogo, A. and Hirano, T. A New Method to Enhance Visualization of Latent Fingermarks by Sublimating Dyes, and Its Practical Use with a Combination of Cyanoacrylate Fuming. *Forensic Science International*, 97, 101-108, 1998.
- Mopoung, S. Chemical Composition and Physical Properties of Charcoal and Activated Charcoal from Peel and Bunch of Banana. *NU Science Journal*, 2(1), 107-119, 2005.
- Mugisidi, D., Ranaldo, A., Soedarsono, J.W., Hikam, M. Modification of Activated Carbon Using Sodium Acetate and Its Regeneration Using Sodium Hydroxide for the Adsorption of Copper from Aqueous Solution. *Carbon*, 45(5), 1081-1084, 2007.
- Seah, L.K., Dinish, U.S., Phang, W.F., Chao, Z.X. and Murukeshan, V.M. Fluorescence Optimisation and Lifetime Studies of Fingerprints Treated with Magnetic Powders. *Forensic Science International*, 152, 249-257, 2005.
- Sodhi, G.S. and Kaur, J. Powder method for detecting latent fingerprints: a review. *Forensic Science International* 120, 172-176, 2001.

Trapezar, M. and Balazic, J. Fingerprint Recovery from Human Skin Surfaces. *Science&Justice*,  
47 (3), 136-140, 2007.



## ภาคผนวก

### Crystallographic parameters, Peak list and Stick Pattern of graphite

#### Name and formula

Reference code: 00-012-0212

Mineral name: Graphite

PDF index name: Carbon

Empirical formula: C

Chemical formula: C

#### Crystallographic parameters

Crystal system: Hexagonal

Space group: P63/mmc

Space group number: 194

a (?): 2.4640

b (?): 2.4640

c (?): 6.7360

Alpha (?): 90.0000

Beta (?): 90.0000

Gamma (?): 120.0000

Volume of cell ( $10^6 \text{ pm}^3$ ): 35.42

Z: 4.00

RIR: -





สำนักหอสมุด

**Status, subfiles and quality**

Status: Marked as deleted by ICDD  
 Subfiles: Inorganic  
 Mineral  
 Quality: Blank (B)

13 JUL 2011

**Comments**

Deleted by: Deleted by revision.

**References**

Primary reference: Read, M., Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, NJ, USA.,  
*Private Communication*, (1960)

**Peak list**

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	0	0	2	3.37000	26.426	100.0
2	1	0	0	2.13200	42.361	2.0
3	1	0	1	2.03600	44.462	3.0
4	1	0	2	1.80000	50.674	1.0
5	0	0	4	1.68200	54.512	8.0
6	1	0	3	1.54100	59.983	2.0
7	1	1	0	1.23200	77.400	6.0
8	1	1	2	1.15500	83.661	6.0
9	0	0	6	1.12000	86.907	2.0
10	2	0	1	1.05000	94.381	2.0
11	1	1	4	0.99400	101.601	4.0
12	0	0	8	0.84200	132.368	1.0
13				0.82700	137.320	2.0

**Stick Pattern**

