การตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก โดยเทคนิค Small Particle Reagents

Detection of Fingerprint on Wet-Surfaces Using Small Particle Reagents Technique

อัญชลี พราหมโน

Aunchalee Prammano

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Forensic Science Prince of Songkla University

2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียกโดยเทคนิค Small Particle Reagents

ผู้เขียน นางสาวอัญชลี พราหมโน

สาขาวิชา นิติวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทร อัยรักษ์)

คณะกรรมการสอบ

……...…….ประธานกรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ อรัญนารถ)

……...……..……...กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทร อัยรักษ์)

.....……..……..…...กรรมการ (ดร.อารีย์ ชูดำ)

.....……...……...กรรมการ (รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอกสันติ์ สุขวัจน์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลั กสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

……

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียกโดยเทคนิค Small Particle Reagents

ผู้เขียน นางสาวอัญชลี พราหมโน

สาขาวิชา นิติวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียก 5 ชนิด คือ กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ โดยนำวัสดุทั้ง 5 ชนิด มาทดลองโดยพิมพ์ลายนิ้วมือลงบนผิวของวัสดุทุกชิ้น แล้วนำไปแช่ในน้ำ 5 ตัวอย่าง คือ น้ำ DI น้ำจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2 ที่คือ อ่างเก็บน้ำ และบึงศรีตรัง คณะแพทยศาสตร์ น้ำจากบึงน้ำสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ และน้ำจากทะเลสงขลา บริเวณหาดชลาทัศน์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยแช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน หลังจากครบกำหนดที่แช่แล้ว นำชิ้นวัสดุขึ้นจากน้ำ แล้วผ่านกระบวนการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงโดยเทคนิค SPR นำภาพรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ มานับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงบนผิวของชิ้นวัสดุทั้ง 5 ชนิด ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า วัสดุประเภทกระจก และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ที่แช่ไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน พบรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ โดยจำนวนของจุดลักษณะสำคัญพิเศษ จะมีจำนวนลดน้อยลงเมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้ น ส่วนวัสดุประเภทพลาสติก พบรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่แช่ไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์เท่านั้น วัสดุประเภทหนังและเหล็กกล้าไร้สนิม พบรอยลายนิ้วมือปรากฏจางๆ แต่ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำ เค็มและน้ำจืดต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก พบว่า ไม่มีความแตกต่าง ยกเว้นกรณีตัวอย่าง ที่แช่น้ำจากบึงศรีตรัง คือไม่พบลายนิ้วมือแฝงหลังแช่ไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์

Thesis Title	Detection of Fingerprints on Wet-Surfaces Using Small Particle Reagents Technique
Author	Miss Aunchalee Prammano
Major Program	Forensic Science
Academic Year	2010

ABSTRACT

The purpose of this investigation is to study, prepare and use Small Particle Reagents (SPR) technique to detect the fingerprints on five different wet-surfaces, i.e. glass, plastic, leather, stainless steel and color-sprayed metal. The fingerprints were printed on the surfaces of five subjects and then dipped into five water samples which are deionized water, water from reservoir of Prince of Songkla University (PSU), Sritrang swamp in Faculty of Medicine (PSU), swamp in Hatyai Municipality public park and Songkhla sea water from Chalatat beach area, for 1 week, 2 weeks, 1 month, 2 months and 3 months. SPR technique was applied on each surface after recovering the samples from the water. The numbers of special characteristics of latent fingerprints on five surfaces were counted. The results show that the special characteristics found on latent fingerprints on two kinds of wet-surfaces, e.g. glass and color-sprayed metal, were decreased and disappeared when dipped in water for longer than 1 month. It is unable to recover the latent fingerprints on plastic if dipped in water for longer than 1 week. For leather and stainless steel, no fingerprint was found in any cases. We also find that, there is no different between the results from dipping the sample in fresh and sea water except the case of dipping in the Sritrang swamp when the latent fingerprints disappeared within 1 week.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(10)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์	25
1.4 ขอบเขตการศึกษา	26
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	26
2 วิธีการวิจัย	27
2.1 สารเคมีและอุปกรณ์	27
2.1.1 สารเคมี	27
2.1.2 อุปกรณ์ในการเตรียมสาร SPR	27
2.1.3 อุปกรณ์ในการเตรียมตัวอย่าง	27
2.2 วิธีการเตรียมอุปกรณ์ในงานวิจัย	28
2.2.1 วิธีการเตรียมชิ้นวัสดุตัวอย่าง	28
2.2.2 วิธีการเตรียมภาชนะแช่วัสดุตัวอย่าง	28
2.2.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ	29
2.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	30
2.3.1 ศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง	30
2.3.2 ทดสอบการหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียกประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2.1 วิธีการเตรียมวัสดุตัวอย่าง 30
2.3.2.2 วิธีการทดลองของกลุ่มควบคุม (Control) 31
2.3.2.3 วิธีการทดลองของกลุ่มทดลอง 31
2.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก 31
2.3.4 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็ม และน้ำจืด ต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก 32
3 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 34
3.1 การศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง 34
3.2 การทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียกประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ 35
3.3 การศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก 41
3.4 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็ม และน้ำจืด ต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก 46
4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 48
4.1 บทสรุป 48
4.2 ข้อเสนอแนะ 50
4.2.1 ปัญหาที่พบในงานวิจัย 50
4.2.2 การแก้ไขปัญหา 50
เอกสารอ้างอิง 51
ภาคผนวก 54
ก. ตารางแสดงค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง 55
ข. รูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏในกลุ่มควบคุมและในกลุ่มทดลอง 66
ประวัติผู้เขียน 113

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มควบคุม	38
2	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองเบื้องต้น	40
3	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง	44
4	จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษบนวัสดุประเภทกระจกจากการปัดด้วยผงฝุ่น	45

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของชั้นผิวหนัง แสดงสัน ร่อง และต่อมเหงื่อ	3
2	เส้นร่องและเส้นนูนของลายนิ้วมือ	7
3	ลายนิ้วมือแฝงที่เก็บจากสถานที่เกิดเหตุกับลายพิมพ์นิ้วมือของผู้ต้องหา ที่มีจุดตำหนิตรงกัน 12 จุด	9
4	(1) แบบแผนลายเส้นพื้นฐาน (2) พื้นที่ทั้งหมดของแบบแผนลายเส้น (3) จุดใจกลาง (4) สามเหลี่ยมเดลต้าหรือสันดอน และ (5) จุดตำหนิ	10
5	แบบแผนลายเส้นพื้นฐานสามแบบหลักๆ ได้แก่ มัดหวาย (Loop) ก้นหอย (Whorl) และ โค้ง (Arch)	10
6	โค้งราบ และ โค้งกระโจม	11
7	มัดหวายปัดขวา มัดหวายปัดซ้าย ก้นหอยธรรมดา ก้นหอยกระเป๋ากลาง ก้นหอยกระเป๋าข้าง มัดหวายคู่และแบบซับซ้อน	13
8	เส้นจำลองจากจุดศูนย์กลางของลายนิ้วมือ ถึงจุดสันดอนเพื่อนับจำนวน เส้นลายนิ้วมือ (Ridge count) และเครื่องนับเส้นลายนิ้วมือ	14
9	แปรงปัดฝุ่นชนิดต่างๆ	18
10	เครื่องอบ และตู้อบน้ำยานินไฮดริน	19
11	การใช้แสงโพลีไลท์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง	22
12	Small Particle Reagent (SPR) Spray	23
13	ภาชนะแช่วัสดุตัวอย่างทั้ง 5 ใบ	29
14	ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจาก 4 สถานที่ รวมทั้งน้ำ DI	29
15	การแขวนชิ้นวัสดุตัวอย่างแช่น้ำในภาชนะแช่วัสดุตัวอย่าง คือ วัสดุประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และ โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	32
16	การเขียนระบุเวลาที่ต้องเก็บชิ้นตัวอย่างบนภาชนะที่แช่วัสดุตัวอย่าง	33
17	แบบแผนลายนิ้วมือและจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิทั้งหมด 12 จุด ของรอยลายนิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว (ก) นิ้วหัวแม่มือซ้าย (ข) นิ้วชี้ซ้าย (ค) นิ้วหัวแม่มือขวา (ง) นิ้วชี้ขวา	37
18	ภาพลักษณะของรอยลายนิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว ที่ปรากฏบนวัสดุประเภทกระจก ที่มีลักษณะพื้นผิวที่เปียก	39

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

DI	Deionize
pH	-log hydrogen ion concentration
SPR	Small Particle Reagents
PSU	Prince of Songkla University
°C	Degree Celsius

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

นิติวิทยาศาสตร์ คือ “การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ” (Barascientific, 2552) ในปัจจุบันนี้ ได้เกิดปัญหาทางด้านอาชญากรรมขึ้นมากมาย ซึ่งการที่จะเอาตัวผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรมนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะจะต้องมีการรวบรวมพยานหลักฐานมายืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิดได้อย่างชัดเจน จึงจำเป็นต้องนำความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ คอ มพิวเตอร์ กีฏวิทยา เป็นต้น มาใช้ในการเก็บรวบรวมวัตถุพยาน พิสูจน์หลักฐานและตรวจร่างกาย เพื่อช่วยในการค้นหาความจริง เพื่อประโยชน์ในการสืบสวน และดำเนินคดีทางกฎหมายเพื่ อช่วยกระบวนการยุติธรรมในการพิสูจน์หลักฐานและชี้นำไปสู่ผู้กระทำความผิดทั้งทางแพ่งและทางอาญา

ลายนิ้วมือที่ตรวจเก็บได้ในสถานที่เกิดเหตุอาชญากรรม เป็นพยานหลักฐานที่แสดงให้ทราบว่าบุคคลผู้เป็นเจ้าของลายนิ้วมืออยู่ในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องหรือได้สัมผัสกับวัตถุที่ตรวจพบลายนิ้วมือ การตรวจพบลายนิ้วมืออาจนำไปสู่ร่องรอยของผู้ต้องสงสัย ลายนิ้วมือที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นพยานวัตถุที่มีค่ามาก สำหรับการสืบสวนคดีอาชญากรรม ดังนั้นจึงต้องพยายามตรวจเก็บลายนิ้วมือให้ได้รอยลายนิ้วมือที่ชัดเจนและง่ายต่อการตรวจเปรียบเทียบ การเก็บรอยลายนิ้วมือที่ติดบนวัตถุออกมาโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมจะสามารถนำลายนิ้วมือไปใช้ประโยชน์ได้ในด้านนิติวิทยาศา สตร์ คือ การพิสูจน์บุคคล มีวิธีการตรวจพิสูจน์บุคคลหลายวิธี แต่ที่ได้รับการยอมรับอย่างเป็นสากล ได้แก่ การตรวจพิสูจน์ยืนยันด้วยเอกลักษณ์ลายพิมพ์นิ้วมือ เอกลักษณ์ฟัน หรือเอกลักษณ์ดีเอ็นเอ (สันติ์, 2550)

ในทางนิติวิทยาศาสตร์ ปัญหาหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการหาลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนวัตถุพื้นผิวเปียก โดยปกติต้องทำให้พ ยานวัตถุที่เปียกน้ำแห้งสนิทก่อน จึงจะนำมาหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธี Superglue หรือวิธีปัด ด้วยผง ฝุ่น ขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นผิววัตถุ จากการค้นพบเทคนิค Small Particle Reagents (SPR) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบน วัสดุ พื้นผิวเปียกได้ทันที โดยไม่ต้องไปทำให้แห้งก่อน ทำให้ ง่ายต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือ และ ทำให้ประหยัดเวลาในการ ตรวจ หารอยลายนิ้วมือแฝง ด้วย

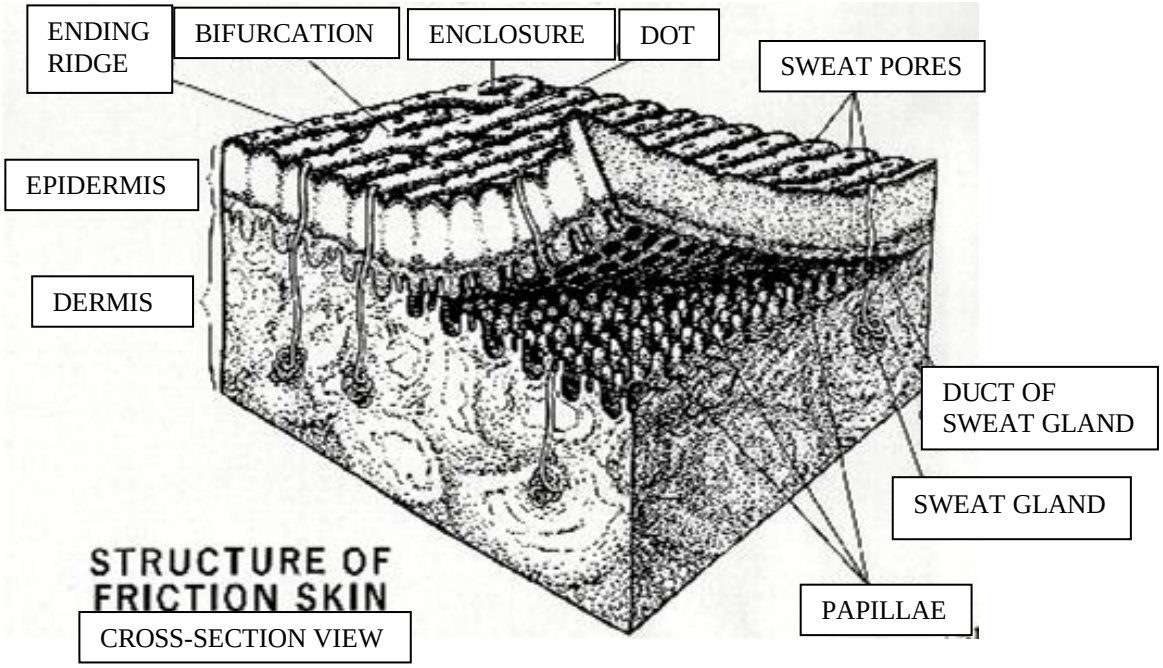
(Polimeni *et al*., 2004) อีกทั้งเทคนิค SPR สามารถหารอยลายนิ้วมือแฝงบน พื้นผิวของ วัสดุที่มีฝุ่นปกคลุมอยู่ได้ ซึ่งมีฝุ่นปกคลุมบนผิวของขวดพลาสติกที่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏอยู่ หรือแม้กระทั่งพยานวัตถุที่ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ อาทิ เช่น ฝนตกหรือมีฝุ่นปกคลุม ก็ยังสามารถตรวจพบลายนิ้วมือได้ (Cuce *et al*., 2004)

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 ลายนิ้วมือ

ลายเส้นผิวหนัง มาจากคำภาษาอังกฤษว่า Dermal ridge หรือ Dermatoglyphics หมายรวมถึง ลายเส้นบนฝ่ามือ (Palmprint) ลายนิ้วมือ (Fingerprint) ลายฝ่าเท้า (Footprint) มีลักษณะเป็นเส้นนูนปรากฏบนผิวหนังนิ้วมือ และนิ้วเท้าของทุกคน เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล แม้แต่ฝาแ ฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical twins) ก็มีลักษณะลายเส้นผิวหนังแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการนำลายเส้นผิวหนัง โดยเฉพาะลายนิ้วมือไปใช้ประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ คือ กา รพิสูจน์บุคคล และด้านการแพทย์ ในการช่วยวินิจฉัยโรคพันธุกรรมได้อีกด้วย

ลายนิ้วมือมีลักษ ณะเป็นเส้นเรียงเป็นลำดับเต็มหน้านิ้วทุกนิ้วมือ ลายเส้นนี้เรียกว่า เส้นนูน หรือสัน (Ridge) ซึ่งมีประโยชน์ในการหยิบจับสิ่งของไม่ให้ลื่นหลุด ระหว่างเส้นนูนมีร่อง (Furrow) บนเส้นนูนมีรูเล็กๆ ซึ่งเป็นรูเหงื่อให้เหงื่อไหลซึมออกมา (แผนภาพที่ 1) ฉะนั้นเมื่อนิ้วใดนิ้วหนึ่งจับต้องวัตถุพื้นเรียบ ลายเส้นนูนที่ชื้นด้วยเหงื่อจึงถูกกดลงบนวัตถุ ทำให้เกิดการจำลองแบบลายเส้นบนนิ้วมือติดอยู่บนวัตถุนั้น หากต้องการเก็บรอยลายนิ้วมือที่ติดบนวัตถุออกมาด้วย มีวิธีการที่หลากหลายเช่น ใช้ผงฝุ่น (Dusting) วิธีทางเคมี เช่น วิธีนินไฮดริน วิธีซุปเปอร์กลู เป็นต้น จะเรียกรอยลายนิ้วมือนั้นว่า ลายนิ้วมือแฝง (Latent fingerprint)



ภาพที่ 1: โครงสร้างของชั้นผิวหนัง แสดงสัน ร่อง และต่อมเหงื่อ
ที่มา: Fingerprints and Palmar Dermatoglyphics

1.2.1.1 ประวัติความเป็นมาของลายนิ้วมือ ในต่างประเทศ

ลายนิ้วมือมีประวัติความเป็นมาทั้งในด้านโบราณคดี เศรษฐศาสตร์ โหราศาสตร์ วิทยาศาสตร์การแพทย์ และนิติวิทยาศาสตร์ หรือนิติเวชศาสตร์ ดังปรากฏหลักฐานแรกเริ่มในภาพเขียนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ซึ่งเป็นภาพมือมีร่องรอยของลายมือชัดเจน และหลักฐานที่ชาวจีนสมัยโบราณใช้รอยพิมพ์นิ้วหัวแม่มือบนดินเหนียวที่ปิดผนึกหีบใส่เงินเพื่อใช้ส่งมอบ อาจลำดับเหตุการณ์ตามปีคริสต์ศักราชได้ดังนี้

ปี ค .ศ. 1686 (พ.ศ. 2229) ศาสตราจารย์ด้านกายวิภาคศาสตร์ของมหาวิทยาลัยโบลอคนา (Univesità di Bologna) ประเทศอิตาลี เขียนหนังสือเกี่ยวกับลายนิ้วมือระบุชนิดลายนิ้วมือเป็นแบบมัดหวายและแบบก้นหอย

ปี ค .ศ. 1723 (พ.ศ. 2266) ศาสตราจารย์เพอคินเจ (Purkinje) แห่งมหาวิทยาลัยเบสสลอ (University of Breslau) ประเทศเยอรมนี เขียนหนังสืออธิบายแบบแผนลายนิ้วมือพื้นฐาน 9 แบบ ซึ่งยังคงใช้อยู่จนถึงทุกวันนี้

ปี ค.ศ. 1823 (พ.ศ. 2366) ดร.เฮนรี่ ฟาวลด์ (Henry Fauld) เขียนบทความตีพิมพ์อธิบายว่าลายนิ้วมือสามารถเป็นเครื่องระบุตัวบุคคลได้ ท่านจึงได้รับยกย่องให้เป็นบุคค ล

แรกในวงการนิติวิทยาศาสตร์ที่บุกเบิกการใช้รอยลายนิ้วมือที่ทิ้งไว้บนขวดเหล้า (ลายนิ้วมือแฝง) เป็นสิ่งพิสูจน์บุคคลได้

ปี ค.ศ. 1858 (พ.ศ. 2401) เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชล (Sir William Herschel) ชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่นำลายนิ้วมือมาใช้ประโยชน์ในการพิสูจน์บุคคล ในประเทศอินเดียและเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

ปี ค.ศ. 1882 (พ.ศ. 2425) กิลเบอร์ต ทอมป์สัน (Gilbert Thompson) แห่งกองสำรวจธรณีวิทยา สหรัฐอเมริกา เสนอให้ใช้ลายนิ้วมือบนเอกสารสำคัญ เพื่อป้องกันการปลอมแปลงลายมือชื่อ

ปี ค.ศ. 1892 (พ.ศ. 2435) เซอร์ ฟรานซิส กาลตัน (Sir Francis Galton) นักมนุษยวิทยาชาวอังกฤษ ได้ตีพิมพ์บทความวิชาการเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับระบบแบบแผนลายนิ้วมือที่สามารถระบุบุคคลได้ด้วยลักษณะพิเศษของลายเส้นบนลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่เรียกว่า จุดสำคัญ (Minutiae point; มินูเชีย) ซึ่งสามารถอยู่ได้ทนทานถาวรตลอดอายุของบุคคลนั้น หลักการของกาลตันที่ใช้จุดสำคัญ นี้ยังคงใช้อยู่จนทุกวันนี้

ปี ค.ศ. 1901 (พ.ศ. 2444) หน่วยสืบราชการลับ สก๊อตแลนด์ยาร์ดแห่งประเทศอังกฤษ ได้ปรับปรุงระบบจำแนกลายนิ้วมือของกาลตันขึ้นใหม่โดยผู้บังคับการตำรวจนครบาลชื่อ เซอร์ เอ็ดเวอร์ด เฮนรี่ (Sir Edward Henry) ใช้ชื่อระบบใหม่ว่า ระบบระบุลายนิ้วมือของกาลตัน-เฮนรี่ (Galton-Henry fingerprint identification system)

ปี ค.ศ. 1903 (พ.ศ. 2446) เรือนจำแห่งรัฐนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา ได้เริ่มใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องมือระบุตัวอาชญากร

ปี ค.ศ. 1904 (พ.ศ. 2447) กองทัพสหรัฐอเมริกาใช้ลายนิ้วมือในการระบุบุคคลที่ขึ้นทะเบียนทหาร ขณะเดียวกันตำรวจเมืองบูเอนอส แอเรส ประเทศอาร์เจนตินา ได้ตีพิมพ์วิธีใช้ลายนิ้วมือในการค้นหา และระบุตัวฆาตกร โดยใช้หลักฐานจากรอยลายนิ้วมือที่ทิ้งไว้บนเสาประตู วิธีการนี้ยังคงใช้จนถึงทุกวันนี้

ในช่วงปี ค .ศ. 1905- 1930 (พ.ศ. 2448- 2473) องค์กรด้านกฎหมายทั่วสหรัฐอเมริกา ได้ใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องระบุตัวบุคคล

ปี ค.ศ. 1919 (พ.ศ. 2462) รัฐสภาอเมริกันได้จัดตั้งหน่วยงานเอฟบีไอ ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมจัดทำแผ่นลายนิ้วมือของประชากรอเมริกัน นับจนถึงปี ค.ศ. 1971 (พ.ศ. 2514) มีแผ่นลายนิ้วมือรวบรวมไว้แล้วถึง 200 ล้านฉบับ (สมทรงและโสภชา, 2548)

1.2.1.2 พันธุศาสตร์ของลายนิ้วมือ

การสร้างลายเส้นบนนิ้วมือถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมร่างกายมากถึง 7 ตำแหน่ง และเป็นการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลร่วมด้วย (Polygenic trait, multifactorial inheritance) ยีนหลายคู่มีปฏิกิริยาร่วมกับสิ่งแวดล้อมในระยะตัวอ่อนในครรภ์ (Prenatal stress) มีผลให้แต่ละคนมีเส้นลายนิ้วมือที่แตกต่างกันไป จากการศึกษาของเพนโรสและโอฮารา (Penrose and Ohara) โอคาจิมา (Okajima) และบาคเลอร์ (Bakler) พบว่าลายเส้นบนนิ้วมือเริ่มสร้างขึ้นประมาณสัปดาห์ที่ 10 ถึง 11 หลังจากที่ไข่ผสมกับสเปิร์ม ในช่วงเวลาดังกล่าวลายเส้นบนผิวหนังปรากฏเป็นครั้งแรกในบริเวณผิวหนังภายนอก (Basal layer of epidermis) มีชื่อเรียกว่า ลายเส้นปฐมภูมิ (Primary ridge) แล้วเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งประมาณสัปดาห์ที่ 14 ซึ่งจะเป็นช่วงที่ต่อมเหงื่อเริ่มเกิดขึ้นตามแนวลายเส้นปฐมภูมิบนกลางฝ่ามือ (Primary ridge formation creases) จนกระทั่งประมาณสัปดาห์ที่ 24 ถึง 25 ลายเส้นทุติยภูมิ (Secondary ridge) จึงเริ่มเกิดขึ้นระหว่างลายเส้นปฐมภูมินั้น (Penrose and Ohara, 1973)

1.2.1.3 ประวัติความเป็นมาของการตรวจสอบประวัติบุคคลด้วยลายนิ้วมือในประเทศไทย

พ.ศ. 2444 มีการก่อตั้งกองพิมพ์ลายนิ้วมือ ขึ้นเป็นครั้งแรกโดยกรมหลวงราชบุรีดิเรกฤทธิ์ เสนาบดีกระทรวงยุติธรรมในสมัยนั้น โดยให้มีการพิมพ์ลายนิ้วมือตามระบบเฮนรี่ ของนักโทษที่กำลังจะพ้นโทษเก็บไว้เพื่อใช้เป็นหลักฐานว่าได้เคยกระทำความผิดมาก่อน จึงนับได้ว่าพระองค์ทรงเป็นผู้ให้กำเนิดการพิมพ์ลายนิ้วมือขึ้นเป็นพระองค์แรกในประเทศไทย เปรียบเสมือนพระองค์เป็นพระบิดาแห่งวิชาลายนิ้วมือของประเทศไทย

พ.ศ. 2447 กองพิมพ์ลายนิ้วมือได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นกรมพิมพ์ลายนิ้วมือ

พ.ศ. 2457 กรมพิมพ์ลายนิ้วมือย้ายมาสังกัดกรมราชทัณฑ์

พ.ศ. 2473 กรมพิมพ์ลายนิ้วถูกลดฐานะเป็นกองทะเบียนพิมพ์ลายนิ้วมือ สังกัดกรมตำรวจภูบาล

พ.ศ. 2475 มีการเปลี่ยนแปลงการ ปกครอง กรมตำรวจภูบาลถูกเปลี่ยนเป็นกองตำรวจสันติบาล กองทะเบียนพิมพ์ลายนิ้วมือ จึงเปลี่ยนชื่อเป็น กองทะเบียนประวัติอาชญากร

พ.ศ. 2548 กองนี้สังกัดสำนักงานวิทยาการตำรวจ หรือ สำนักงานนิติวิทยาศาสตร์ตำรวจ ในปัจจุบัน มีหน่วยงานสูงสุดคือ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

1.2.1.4 นิติวิทยาศาสตร์กับลายนิ้วมือ

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า เป็นสาขาหนึ่งในวิชาการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Personal identification) จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์เป็นเวลาช้านานพบว่าลักษณะลายเส้นที่ปรากฏบนนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของมนุษย์สามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์บุคคล ได้ดีเนื่องจากความจริง 2 ประการ คือ

1. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคล มีลักษณะเฉพาะตัว มีลักษณะเฉพาะพิเศษที่แตกต่างกัน (Uniqueness)

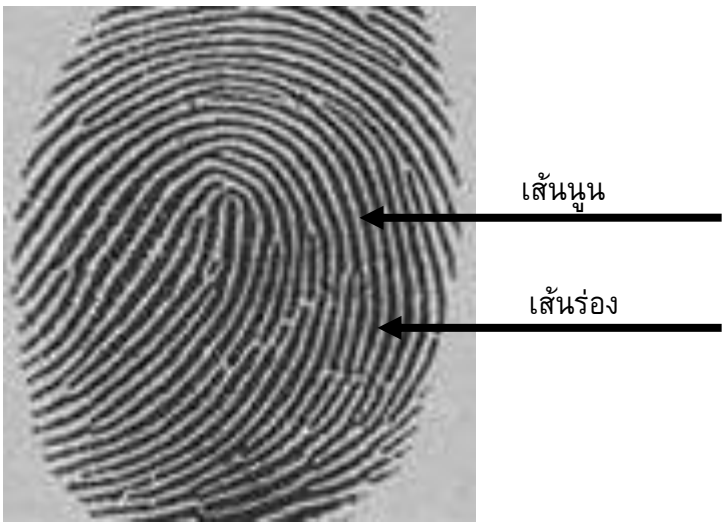
2. ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ของแต่ละบุคคลนั้น มีลักษณะที่ถาวร (Permanence) ตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตาย หรือแม้แต่ตายแล้วถ้ามีการรักษาสภาพศพให้ดี ลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า ก็จะคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลง

ดังนั้น การใช้ลายนิ้วมือ ลายฝ่ามือ ลายฝ่าเท้า ในการตรวจพิสูจน์บุคคลจึงเป็นที่ยอมรับ และนิยมใช้อยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

การที่ลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลมีความเฉพาะเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนบุคคลอื่นและไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต หากจะมีการลบเลือนด้วยสารเคมีเช่นฟอร์มาลินไปก็ตาม แต่เมื่อเจริญขึ้นมาใหม่จะมีลักษณะลายเส้นเหมือนเดิม จึงสามารถใช้ลายนิ้วมือมาตรวจสอบจำแนกตามความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้ นอกเหนือจากการตรวจสอบด้วยเสียง ม่านตา และลายพิมพ์ดีเอ็นเอ นอกจากนั้นการตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยลายนิ้วมือยังมีประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่นในคดีอาชญากรรม กองทะเบียนประวัติอาชญากร กองบัญชาการตำรวจสอบสวนกลาง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ มีการรวบรวมลายนิ้วมือของบุคคลต้องโทษ ข้าราชการ และบุคคลอื่นๆ ไว้มากถึงสามล้านคน เพื่อประโยชน์ในการพิสูจน์ตัวบุคคลอาชญากร คนตาย คนสูญหาย เป็นต้น

1.2.1.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า

1.2.1.5.1 เส้นนูน – เส้นร่อง (Ridges-furrows) ผิวหนังตรงบริเวณลายนิ้วมือ ฝ่ามือ นิ้วเท้า ฝ่าเท้า ของมนุษย์ประกอบด้วยลายเส้น สองชนิด ชนิดแรกเรียกว่า เส้นนูน (Ridge) เกิดจากรอยนูนที่อยู่สูง ขึ้นมาจากผิวหนังส่วนนอก และอีกชนิดเรียกว่า รอยร่องหรือเส้นร่อง (Furrow) คือรอยลึกที่อยู่ต่ำกว่าระดับของเส้นนูน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าที่ผิวหนังบนนิ้วมือจะมีเส้นหนึ่งที่สูงขึ้นมาและอีกเส้นหนึ่งที่อยู่ลึกต่ำลงไป โดยเส้นนูนกับเส้นร่องอยู่สลับกันไปตลอด หากเราใช้หมึกสีดำทาลงไปบนนิ้วมือและกดลงไปบนกระดาษขาวจะปรากฏลายเส้นสีดำกับสีขาวสลับกันไป ลายดำถูกเรียกว่าเส้นนูนเพราะเป็นส่วนของรอยนูนที่สัมผัสน้ำหมึก และเส้นร่องไม่สัมผัสกับน้ำหมึกจึงเป็นสีขาว

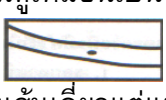


ภาพที่ 2: เส้นร่องและเส้นนูนของลายนิ้วมือ
ที่มา: www.cap.tcu.edu

1.2.1.5.2 จุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิ (Special characteristic of minutia) ลายเส้นที่อยู่บนลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า จะประกอบด้วยลายเส้นที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่าจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิหรือมินูเชีย ดังต่อไปนี้

- Bifurcation เส้นแตก (Ridge bifurcation หรือ Fork) เป็นลายเส้นจากเส้นเดี่ยวที่แย กออกจากกันเป็นสองเส้น หรือในทางกลับกันอาจเรียกว่าลายเส้นสองเส้นมารวมกันเป็นเส้นเดียว

- Dot จุด (Dot) เป็นลายเส้นที่สั้นมากจนดูเหมือนเป็นจุดเล็กๆ



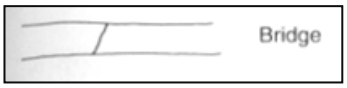
- Spur or Hook ตะขอ เป็นลายเส้นของเส้นเดี่ยวแต่แยกออกเป็น 2 เส้นโดยที่เส้นหนึ่งสั้นอีกเส้นหนึ่งยาว ดูคล้ายตะขอ

- Trifurcation เป็นลายเส้นที่แยกจากหนึ่งเส้นเป็นสามเส้น

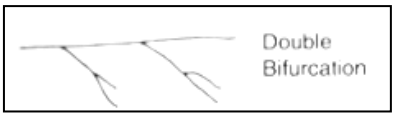
- Ridge Endings เส้นขาด (Ridge beginning หรือ Ending suddenly) เป็นลายเส้นจากเส้นเดี่ยวที่ขาดออกจากเส้นเดิม

- Island เส้นทะเลสาบ (Enclosure หรือ Lake) เป็นลายเส้นที่แยกออกเป็นสองเส้น แล้วกลับมารวมกันใหม่ จึงมีพื้นที่ปิดเกิดขึ้น

- Bridge เป็นลายเส้นสองเส้นที่มีเส้นเชื่อมตรงกลาง คล้ายๆกับสะพาน

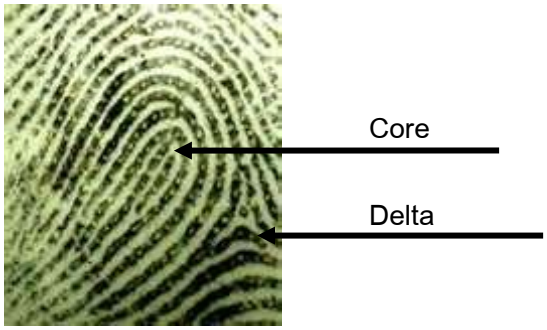


- Double Bifurcation เป็นเส้นแตกสองเส้นแยกออกมาจากเส้นหลักเส้นเดียวกัน

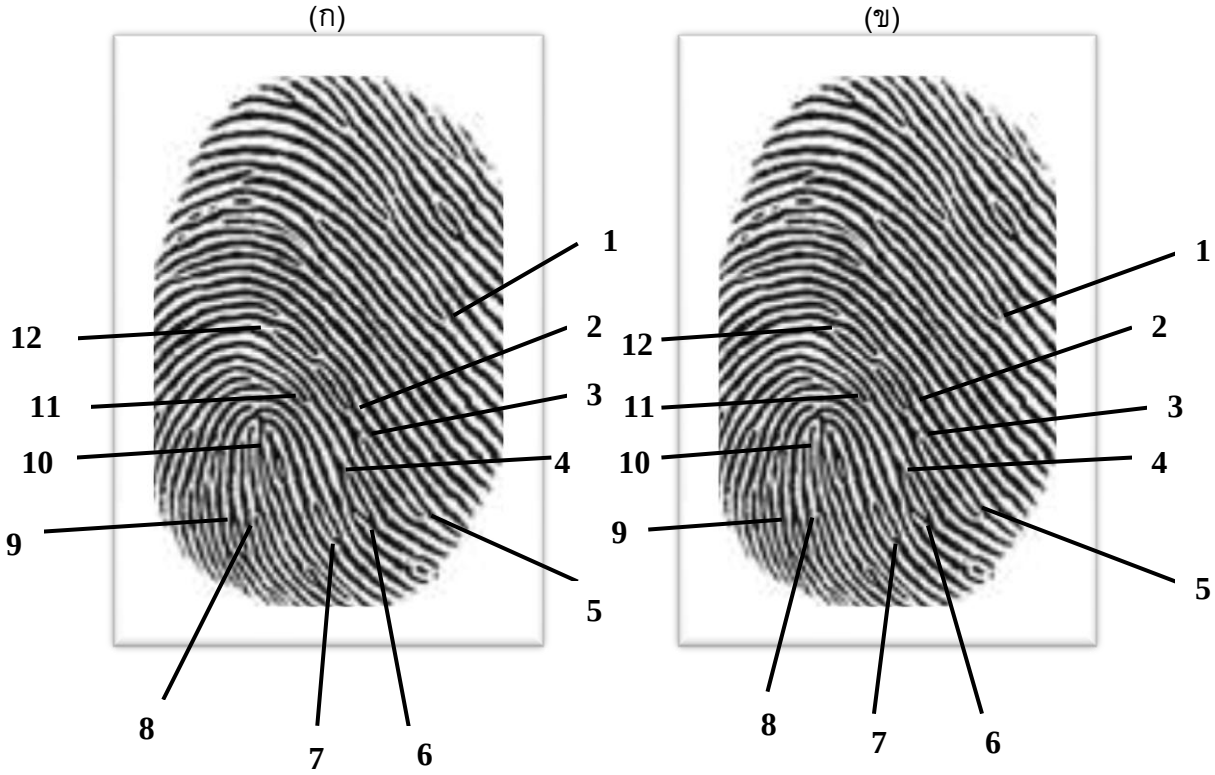


- Short break เส้นสั้น ๆ เป็นลายเส้นที่สั้นแต่ไม่สั้นมากถึงกับเป็นจุดเล็กๆ

- Delta สามเหลี่ยมเดลต้าหรือสันดอน เป็นลายเส้นในลายนิ้วมือซึ่งอยู่ตรงหน้าและใกล้ที่สุดกับกึ่งกลางของปากทางแยกของเส้นขอบ
- Core จุดใจกลางของลายนิ้วมือ



ในการตรวจพิสูจน์ จะใช้จุดตำหนิต่าง ๆ ดังกล่าว ยืนยันตัวบุคคล โดยปกติจะใช้จุดตำหนิตั้งแต่ 10 จุดขึ้นไป ในการยืนยันว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกัน



ภาพที่ 3 ลายนิ้วมือแฝงที่เก็บจากสถานที่เกิดเหตุ (ก) กับลายพิมพ์นิ้วมือของผู้ต้องหา (ข) ที่มีจุดตำหนิตรงกัน 12 จุด

ที่มา: www.cap.tcu.edu

1.2.1.5.3 แบบแผนพื้นฐานของลายนิ้วมือ (Finger pattern)

ลักษณะลายนิ้วมือที่ใช้ในการพิสูจน์บุคคล ดูได้จาก 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ได้แก่ ลักษณะโดยรวม (Global feature) และลักษณะเฉพาะที่ (Local feature) ลักษณะโดยรวมคือลักษณะลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ประกอบด้วย

(1) แบบแผนลายเส้นพื้นฐาน (Basic ridge pattern)

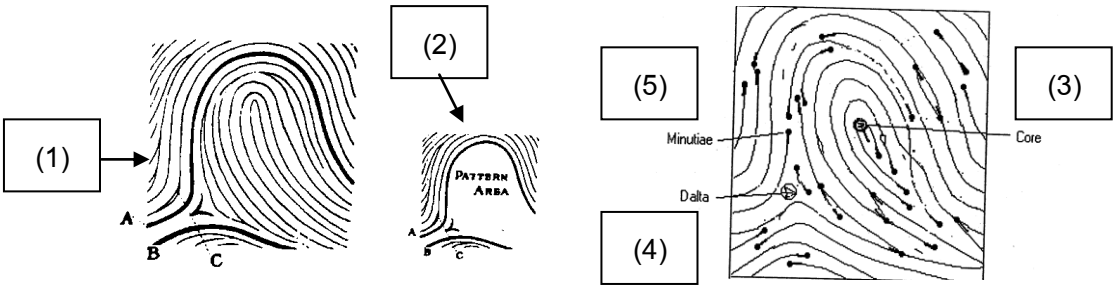
(2) พื้นที่ทั้งหมดของแบบแผนลายเส้น (Pattern area)

(3) จุดใจกลาง (Core area)

(4) สามเหลี่ยมเดลต้าหรือสันดอน (Delta, triradius)

(5) ชนิดของเส้น (Type lines)

(6) จำนวนเส้นลายนิ้วมือ (Ridge count)



ภาพที่ 4 แสดง (1) แบบแผนลายเส้นพื้นฐาน (2) พื้นที่ทั้งหมดของแบบแผนลายเส้น (3) จุดใจกลาง (4) สามเหลี่ยมเดลต้าหรือสันดอน และ (5) จุดตำหนิ

ที่มา: Digital Persona-Fingerprint Identification

การจำแนกแบบแผนลายเส้นพื้นฐาน อาจแบ่งได้หลากหลาย แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด แบ่งได้เป็น 3 แบบหลักๆ ได้แก่ มัดหวาย (Loop) กันหอย (Whorl) และโค้ง (Arch) (ดังภาพที่ 5)

ลายมัดหวาย (Loop) ลายกันหอย (Whorl) ลายโค้ง (Arch)

ภาพที่ 5 แสดงแบบแผนลายเส้นพื้นฐานสามแบบหลักๆ ได้แก่ มัดหวาย (Loop) กันหอย (Whorl) และ โค้ง (Arch)

ที่มา: www.hosdoc.com/staff/Contents/07-Fingerprint/FP-content-main.htm

ลายเส้นพื้นฐานเหล่านี้ยังถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆได้อีกหลายกลุ่ม แต่สิ่งสำคัญที่จะช่วยในการบอกความแตกต่างระหว่างลายนิ้วมือแต่ละลายก็คือตำหนิที่เกิดจากลักษณะพิเศษของสัน (Ridge) ที่เป็นเส้นนูนของลายนิ้วมือนั่นเอง

แบบแผนลายนิ้วมืออาจจำแนกโดยละเอียดได้ 9 ชนิด ดังต่อไปนี้

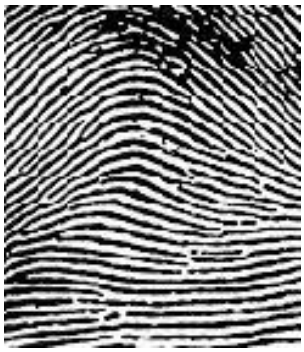
1. โค้งราบ (Plain arch) คือลักษณะของลายเส้นในลายนิ้วมือ ที่ตั้งต้นจากขอบเส้นข้างหนึ่ง แล้ววิ่งหรือไหลออกไปอีกข้างหนึ่ง ลายนิ้วมือแบบโค้งราบนี้ จัดเป็นลักษณะลายเส้นชนิดที่ดูได้ง่ายที่สุดกว่าบรรดาลายเส้นในลายนิ้วมือทุกชนิด ไม่มีเส้นเกือก ม้า ไม่เกิดมุมแหลมคมที่เห็นได้ชัดตรงกลาง หรือไม่มีเส้นพุ่งสูงขึ้นตรงกลาง ไม่มีจุดสันดอน ดังภาพที่ 6

2. โค้งกระโจม (Tented arch) คือ ลักษณะลายเส้นในลายนิ้วมือชนิดโค้งราบนั่นเอง หากแต่มีลักษณะแตกต่างกับโค้งราบที่สำคัญ ก็คือ

2.1 มีลายเส้นเส้นหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งอยู่ตอนกลางไม่ได้วิ่งหรือไหลออกไปยังอีกข้างหนึ่ง หรือ

2.2 ลายเส้นที่อยู่ตรงกลางของลายนิ้วมือ เส้นหนึ่งหรือมากกว่า เกิดเป็นเส้นพุ่งขึ้นจากแนวนอน หรือ

2.3 มีเส้นสองเส้นมาพบกันตรงกลางเป็นมุมแหลมคมหรือมุมฉาก ดังภาพที่ 6



โค้งราบ

โค้งกระโจม

ภาพที่ 6 แสดง โค้งราบ และโค้งกระโจม

ที่มา: Fingerprints and Palmar Dermatoglyphics

3. มัดหวายปัดขวา (Right slant loop หรือ Radial loop) มัดหวายรูปใดที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดปลายไปทางมือขวา หรือนิ้วหัวแม่มือของมือนั้นเมื่อหงายมือ เรียกว่ามัดหวายปัดขวา หรือมัดหวายปัดหัวแม่มือ ดังภาพที่ 7

4. มัดหวายปัดซ้าย (Left slant loop หรือ Ulnar loop) มัดหวายรูปใดที่มีปลายเส้นเกือกม้าปัดปลายไปทางมือซ้าย หรือทางนิ้วก้อยของมือนั้นเมื่อหงายมือ เรียกว่ามัดหวายปัดซ้าย หรือมัดหวายปัดก้อย ดังภาพที่ 7

ลายนิ้วมือแบบมัดหวายมีอยู่ประมาณ 65 % ของลายนิ้วมือทุกชนิดรวมกันในชาวตะวันตก แต่ในคนไทยมีลายนิ้วมือแบบมัดหวายประมาณ 53% ของแบบแผนลายนิ้วมือทุกชนิด ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าลายนิ้วมือประเภทอื่นๆ

กฎของการเป็นมัดหวาย คือ

1. ต้องมีสันดอนข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียว

2. ต้องมีเส้นวกกลับที่เห็นได้ชัดอย่างน้อย 1 รูป

3. ต้องมีจุดใจกลาง และต้องนับเส้นจากจุดสันดอนไปถึงจุดใจกลางได้อย่างน้อย 1 เส้น โดยเส้นที่นับนี้ต้องเป็นเส้นของเส้นวกกลับที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้น

โดยสรุปลายนิ้วมือแบบมัดหวายทั้งสองแบบจะมีจุดสันดอนหนึ่งแห่งและจุดศูนย์กลางหนึ่งจุด จำนวนเส้นลายนิ้วมือ (Ridge count) จึงมีหนึ่งจำนวน คือจำนวนเส้นจากจุดศูนย์กลางถึงจุดสันดอน

5. ก้นหอยธรรมดา (Plain whorl) คือ ลายนิ้วมือที่มีเส้นเวียนรอบเป็นวงจร วงจรนี้อาจมีลักษณะเหมือนลานนาฬิกา เหมือนรูปไข่ เหมือนวงกลม ลักษณะสำคัญได้แก่

5.1 ต้องมีจุดสันดอน 2 แห่ง และหน้าจุดสันดอนเข้าไปจะต้องมีรูปวงจรหรือเส้นเวียนอยู่ข้างหน้าจุดสันดอนทั้ง 2 จุด

5.2 ถ้าลากเส้นสมมุติจากจุดสันดอนข้างหนึ่งไปยังสันดอนอีกข้างหนึ่ง เส้นสมมุติจะต้องสัมผัสเส้นวงจรหน้าจุดสันดอนทั้ง 2 ข้างอย่างน้อย 1 เส้น ดังภาพที่ 7

6. ก้นหอยกระเป๋ากลาง (Central pocket loop whorl) คือ ลายนิ้วมือแบบก้นหอยธรรมดานั่นเอง แต่ผิดกันตรงที่ลากเส้นสมมุติจากสันดอนหนึ่งไปยังสันดอนหนึ่ง เส้นสมมุติจะไม่สัมผัสกับเส้นวงจรที่อยู่ตอนใน ดังภาพที่ 7

7. ก้นหอยกระเป๋าข้าง (Lateral pocket loop) คือ ลายนิ้วมือชนิดมัดหวายคู่ แต่มีสันดอนอยู่ข้างเดียวกัน ดังภาพที่ 7

8. มัดหวายคู่ หรือมัดหวายแฝด (Double loop / Twin loop) คือ ลายนิ้วมือที่มีรูปคล้ายกับลายนิ้วมือแบบมัดหวาย 2 รูป มากอดหรือมากล้ำกัน เป็นลายนิ้วมือที่มีสันดอน 2 สันดอน มัดหวาย 2 รูปที่ปรากฏนี้ไม่จำเป็นจะต้องมีขนาดเท่ากัน ดังภาพที่ 7

9. ซับซ้อน (Accidental whorl) เป็นลายนิ้วมือที่ไม่เหมือนลายนิ้วมือชนิดอื่นที่ กล่าวมาแล้ว ไม่สามารถจัดเข้าเป็นลายนิ้วมือชนิดหนึ่งชนิดใดโดยเฉพาะ เป็นลายนิ้วมือที่ประกอบด้วยลายนิ้วมือแบบผสมกัน และมีสันดอน 2 สันดอน หรือมากกว่า ดังภาพที่ 7

มัดหวายปัดขวา

มัดหวายปัดซ้าย

กันหอยธรรมดา

กันหอยกระเป๋ากลาง

กันหอยกระเป๋าข้าง

มัดหวายคู่

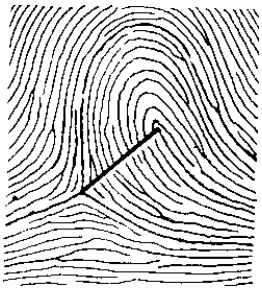
แบบซับซ้อน

ภาพที่ 7 แสดง มัดหวายปัดขวา มัดหวายปัดซ้าย กันหอยธรรมดา กันหอยกระเป๋ากลาง กันหอยกระเป๋าข้าง มัดหวายคู่และแบบซับซ้อน

ที่มา: Fingerprints and Palmar Dermatoglyphics

โดยสรุปกันหอย (Whorl) เป็นแบบแผนลายนิ้วมือที่พบประมาณ 30% ของแบบแผนลายนิ้วมือทุกแบบในชาวตะวันตก แต่ในคนไทยมีลายนิ้วมือแบบกันหอยประมาณ 45% มีลักษณะเป็นลายเส้นวนเวียนเป็นรูปกันหอยหรือเป็นวง มีจุดสันดอนสองแห่งขึ้นไป และจุดศูนย์กลางหนึ่งจุด ดังนั้นจึงมีค่าจำนวนเส้นลายนิ้วมือสองค่า เพื่อความสะดวกในการจำแนกประเภทลายนิ้วมือ ดังนั้นลายนิ้วมือแบบกันหอย จึงหมายรวมถึง ลายนิ้วมือที่ไม่จัดอยู่ในแบบโค้งหรือมัดหวาย ไ ดัแก่ มัดหวายคู่ (Double loop whorl) หรืออาจเรียก มัดหวายแฝด (Twin loop whorl) กันหอยกระเป๋ากลาง (Central pocket loop) กันหอยกระเป๋าข้าง (Lateral pocket loop) และแบบซับซ้อน (Accidental whorl)

1.2.1.5.4 จำนวนเส้นลายนิ้วมือ หมายถึง จำนวนเส้นที่นับได้จากการลากเส้นจำลองจากจุดศูนย์กลางของลายนิ้วมือถึงจุดสันดอน ดังนั้นลายนิ้วมือที่มีจุดสันดอนถึงสองแห่ง จึงมีค่าจำนวนเส้นลายนิ้วมือสองค่า ในการนำมาคำนวณรวมกับนิ้วอื่นๆ ให้ครบสิบนิ้วนั้นให้ใช้ค่าของจำนวนเส้นลายนิ้วมือที่มากกว่ามาบวกร วมกับของนิ้วอื่นๆ จะไ ด้ค่าจำนวนเส้นลายนิ้วมือทั้งหมด (Total Finger Ridge Count; TFRC) (หรือเรียก Total Ridge Count; TRC)



ภาพที่ 8 แสดงเส้นจำลองจากจุดศูนย์กลางของลายนิ้วมือ ถึงจุดสันดอนเพื่อนับจำนวนเส้นลายนิ้วมือ (Ridge count) และอุปกรณ์นับเส้นลายนิ้วมือ

ที่มา: Dermal ridge patterns, Dermatoglyphics; Valentine GH. 1975

รอยพิมพ์ลายนิ้วมือ เป็นหลักฐานที่ดีที่สุดเพราะลายนิ้วมือจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยตั้งแต่แรกเกิดไปจนตาย ต่างกันก็ตรงขนาดของลายเท่านั้น การพิมพ์ลายนิ้วมืออาจมีปัญหาบ้างสำหรับผู้พิการที่นิ้วเกิน หรือนิ้วติดกันตั้งแต่กำเนิด ลายนิ้วมืออาจมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง เช่น เกิดแผลเป็นจาก การทำงาน (ทัณฑสถานโรงพยาบาลราชทัณฑ์ , 2551)

1.2.2 ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ

วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขของการประทับนิ้วมือเนื่องจากรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุเป็นรอยที่ประทับโดยไม่ตั้งใจและเสียหายได้ง่าย จึงจำเป็นที่จะต้องสังเกตเงื่อนไขของการประทับอย่างละเอียดก่อนที่จะตรวจเก็บและตรวจเก็บทันทีโดยเลือกวิธีการที่เหมาะสม

1.2.2.1 ลักษณะของรอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุ

ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ลักษณะ คือ ลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และลายนิ้วมือที่มองไม่เห็น (ลายนิ้วมือแฝง)

1.2.2.1.1 รอยลายนิ้วมือที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ก. รอยประทับของนิ้วมือที่เปื้อน ฝุ่น เลือด น้ำมันหรือไข หรือรอยประทับของนิ้วมือบนฝุ่น น้ำมันหรือไข รอยลายนิ้วมือที่มองเห็นในลักษณะนี้ จะเห็นทั้งส่วนกว้างและส่วนยาว เกิดจากนิ้วมือที่มีเลือดหรือสารอื่นๆ ติดอยู่ไปสัมผัสวัตถุ ทำให้มีการถ่ายเทสีของสาร ซึ่งติดบนเส้นนูนของลายนิ้วมือไปยังพื้นผิวของวัตถุ แบบของลายนิ้วมือที่ปรากฏ คือสีของสารที่ติดอยู่ที่เส้นนูนของลายนิ้วมือ

ข. รอยประทับของนิ้วมือบนวัตถุที่นิ่มและไม่ยืดหยุ่น (Plastic Print) รอยลายนิ้วมือในลักษณะนี้อาจเห็นทั้งส่วนกว้าง ยาว และลึก เช่น รอยลายนิ้วมือที่กดบนสีหรือปูนกึ่งแห้ง ซึ่งลายนิ้วมือที่ปรากฏบนวัตถุผิวนิ่ม คือ เส้นร่องของลายนิ้วมือ

1.2.2.1.2 รอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็น (ลายนิ้วมือแฝง)

เป็นรอยลายนิ้วมือที่มองเห็นด้วยตาเปล่าได้ยาก ต้องใช้แสงเฉียงช่วยหรือใช้สารเคมีบางชนิดทำให้ปรากฏชัดเจนขึ้น ได้แก่ รอยลายนิ้วมือที่ติดอยู่ที่วัตถุพื้นผิวเรียบ เช่น อาวุธปืน กระดาษ กระจก เป็นต้น

ลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นบนวัตถุเกิดจาก ผิวของนิ้วมือที่ชื้นด้วยสารที่ขับถ่ายจากต่อมเหงื่อซึ่งกระจายอยู่บนเส้นนูน ไขมันซึ่งขับออกอย่างต่อเนื่องจากผิวหนัง ถ้ามือที่มีสารสัมผัสวัตถุที่นิ้วมือจับต้องจะปรากฏเป็นรอยลายนิ้วมือ เนื่องจากลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นเกิดจากการถ่ายเทสารที่ออกมาไปยังวัตถุ ดังนั้นวัตถุผิวแห้งและเรียบจะติดลายนิ้วมือได้ดี ซึ่งสารที่ขับจากต่อมเหงื่อ มีคุณสมบัติคือ ไม่มีสี ใส มีค่า pH เป็นกลางหรือกรดเล็กน้อย (pH 4-7) และสารที่ขับจากต่อมไขมัน มีคุณสมบัติคือ ไม่มีสี ใส ประกอบด้วย กรดไขมัน วิตามิน เป็นต้น คุณภาพและปริมาณของสารที่ขับออกจากต่อมไขมัน แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ปริมาณของสารที่ขับออกมาจะขึ้นกับอุณหภูมิและสภาพจิตใจ ปริมาณของสารที่ขับออกมาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงหรือความตึงเครียดของจิตใจสูง รอยลายนิ้วมือจึงมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เนื่องจากเป็นรอยของสารที่ขับออกมาซึ่งไม่มีสี

1.2.2.2 ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ผ่านไป

ลายนิ้วมือบนวัตถุจะถูกทำให้เสียไปโดยธรรมชาติ และในที่สุดเมื่อเวลาผ่านไปจะหายไป การเปลี่ยนแปลงนี้จะเร็วขึ้นถ้ามีการขัดถู เป็นต้น

1.2.2.2.1 การเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ

การเปลี่ยนแปลงลายนิ้วมือที่มองเห็น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่รอยนิ้วมือประทับอยู่ เช่น ลายนิ้วมือที่เกิดจากฝุ่น ฝุ่นเบาจะเคลื่อนที่ได้ง่าย และหายไปถ้ามีฝนและลม ขณะที่ลายนิ้วมือบนขี้ผึ้งใส่ผมจะหายไปถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น อัตราความเร็วของการเปลี่ยนแปลงจะขึ้นกับสิ่งภายนอก เช่น การขัดถูหรือการสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงของรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็น ขึ้นกับสภาพของวัตถุที่รอยนิ้วมือประทับ สภาพเงื่อนไขของผู้ประทับรอยลายนิ้วมือ (ปริมาณ คุณภาพของสารที่ขับออกมาเป็นต้น) เงื่อนไขของการประทับ (แรงที่ใช้กด ระยะเวลาที่กด เป็ นต้น) สภาพของอากาศหรือเงื่อนไขแวดล้อมอื่นๆ (อุณหภูมิ ความชื้น ลม ฝน น้ำ ฝุ่น แรงขัดถู เป็นต้น) และอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติของรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นซึ่งปรากฏขึ้นเป็นลำดับแรกและเด่นชัดที่สุด คือ การสูญเสียความชื้น ถ้าประทับลายนิ้วมือบนวัตถุผิวไม่ ดูดซับ ความชื้นจะค่อยๆ ระเหยไป ถ้าประทับลายนิ้วมือบนวัตถุผิวดูดซับ ความชื้น นอกจากการระเหยแล้วจะถูกดูดซับเข้าไปในวัตถุด้วย ด้วยเหตุนี้รอยลายนิ้วมือที่ประทับบนแก้วจะตรวจเก็บได้ชัดเจนกว่าบนไม้หลังจากหลายชั่วโมงผ่านไป และจะปัดผงฝุ่นติดลายนิ้วมือได้ยากถ้าระยะเวลาหลังการประทับผ่านไปนานขึ้น

1.2.2.2.2 การเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์

รอยลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุทำให้เสียได้ง่ายด้วยการถู หรือการสัมผัสอื่นๆ จากภายนอก การเปลี่ยนแปลงด้วยสาเหตุนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งมากกับรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นบนวัตถุผิวไม่ดูดซับ ผิวเรียบ ได้แก่ แก้ว กระเบื้อง ถ้วย ชาม โลหะทาสี เป็นต้น ผลกระทบจากสิ่งภายนอกหลังการประทับลายนิ้วมือเป็นอุปสรรคในการตรวจเก็บลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุจึงต้องระมัดระวังที่จะไม่ทำลายลายนิ้วมือ

1.2.2.2.3 เงื่อนไขที่เร่งการเปลี่ยนแปลง

เงื่อนไขที่มีผลกระทบหรือเร่งการเปลี่ยนแปลงของรอยลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นอาจแยกได้ 3 แบบ

ก. เงื่อนไขที่ขึ้นกับนิ้วมือ ได้แก่ องค์ประกอบทางกายภาพของเจ้าของนิ้วมือ เช่น ไขมัน เหงื่อ ความหนักเบาของแรงกดขณะประทับลายนิ้วมือ ระยะเวลาของการสัมผัสวัตถุ และอื่นๆ การสัมผัสวัตถุหลังจากสัมผัสกับผ้า เป็นต้น หรือเช็ดเหงื่อออก กับการสัมผัสวัตถุโดยตรงจะมีการเปลี่ยนแปลงลายนิ้วมือที่แตกต่างกันในภายหลัง

ข. เงื่อนไขที่ขึ้นกับวัตถุที่ถูกประทับ ได้แก่ เงื่อนไขตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่น น้ำ ความร้อน และอุณหภูมิ และเงื่อนไขที่เกิดจากมนุษย์ เช่น น้ำยาทำความสะอาด ยาฆ่าแมลง

และชั้นของสารที่ขับออกมาทางนิ้วมือสะสมกัน ผลกระทบต่อรอยลายนิ้วมือจะแตกต่างกัน ระหว่างการมีเงื่อนไขเหล่านี้อยู่ก่อนการประทับและหลังการประทับ

ค. เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับวัตถุที่ถูกประทับ ได้แก่ ความเรียบของผิววัตถุ การดูดซับ ลั กษณะทางไฟฟ้าสถิตและการเป็นสนิม และองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุ (สันติ์, 2550)

1.2.3 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

1.2.3.1. การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง ด้วยผงฝุ่น (Dusting) วิธีนี้เหมาะกับพื้นวัตถุที่เรียบเป็นมันไม่ดูดซึมและไม่เปียก

อุปกรณ์ที่ใช้

1.2.3.1.1 แปรง ซึ่งมีแปรงขนกระต่าย แปรงขนอูฐ หรือแปรงแม่เหล็ก

1.2.3.1.1.1 แปรงขนกระต่าย ใช้ในการปัดผงฝุ่นเบื้องต้น

1.2.3.1.1.2 แปรงขนอูฐ ใช้ปัดรอยลายนิ้วมือแฝงให้เห็นรายละเอียด

1.2.3.1.1.3 แปรงแม่เหล็ก ใช้กับผงฝุ่นดำที่มีผงแม่เหล็กเป็นส่วนผสม

1.2.3.1.2 ผงฝุ่นชนิดต่าง ๆ เช่น

1.2.3.1.2.1 ผงฝุ่นสีดำ

1.2.3.1.2.2 ผงฝุ่นอะลูมิเนียม สีเทา

1.2.3.1.2.3 ผงฝุ่นแม่เหล็ก สีดำ

1.2.3.1.2.4 ผงฝุ่นไลโคโปเดียว สีเหลืองอ่อน

1.2.3.1.2.5 ผงฝุ่นเลดคาร์บอเนท สีขาว

ผงฝุ่นแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการติดบนพื้นผิวของวัตถุแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทั้งนี้จะต้องเลือกใช้ผงฝุ่นที่เหมาะสมกับสภาพของลายนิ้วมือแฝง และพื้นผิววัสดุ ในบางครั้งอาจผสมผงฝุ่นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้เกิดผลดีในการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝง

1.2.3.1.3 เทปเจลลาตินหรือเทปใส ใช้ในการลอกรอยลายนิ้วมือแฝง

1.2.3.1.4 กระดาษแบคกราวด์ติดรอยลายนิ้วมือแฝง

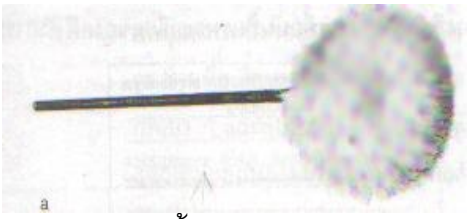
กระดาษแบคกราวด์ที่ใช้ติดรอยลายนิ้วมือแฝง จะต้องเป็นสีตัดกับฝุ่นที่ใช้ เช่น ใช้ฝุ่นสีดำควรติดบนกระดาษแบคกราวด์สีขาว ด้านหลังของกระดาษติดรอยลายนิ้วมือแฝงจะต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับคดี และแผนที่สังเขปที่รอยลายนิ้วมือแฝงติดอยู่

วิธีการปัดฝุ่น

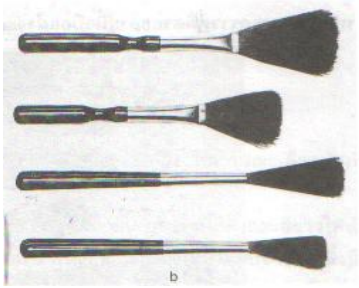
ควรเทผงฝุ่นเพี ยงจำนวนเล็กน้อยออกจากภาชนะบรรจุ เทใส่ไว้ในกระดาษขาวสะอาดธรรมดา ใช้แปรงจุ่มผงฝุ่น เบาๆ เพียงเล็กน้อย เคาะเอาส่วนที่เหลือออกจากแปรง ปัดแปรงเบาๆ โดยใช้เฉพาะส่วนปลาย ปัดผงฝุ่นลงบนรอยลายนิ้วมือที่มองเห็นหรือมองไม่เห็น ปัดเบาๆ เป็นบริเวณกว้างโดยปัดเป็นรูปวงกลม เมื่อเห็นลายเส้นชัดเจนแล้ว ให้ปัดไปตามลักษณะของลายเส้น แล้วใช้เทปใสลอกขึ้นมาติดลงบนกระดาษสำหรับติดรอ ยลายนิ้วมือแฝง โดยระมัดระวังมิให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นให้เขียนรายละเอียดของคดี ลงบนด้านหลังของกระดาษแบคกราวด์ที่ติดรอยลายนิ้วมือแฝง

ข้อระมัดระวังในการปฏิบัติ คือ

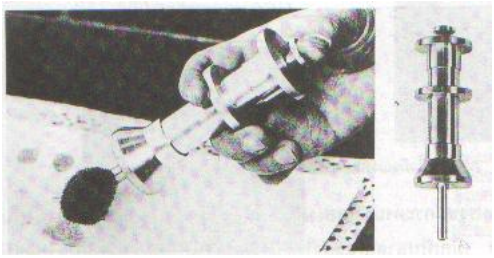
- ห้ามแตะต้องหรือกระทำการใด ๆ อันเป็นเหตุให้รอยลายนิ้วมือแฝง นั้นสูญหายไปหรือปรากฏขึ้นใหม่
- ระมัดระวังไม่ให้รอยลายนิ้วมือแฝง ถูกความร้อน ความชื้นหรือฝุ่นละอองจนไม่สามารถปัดฝุ่นได้



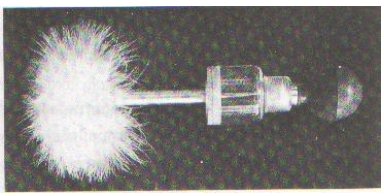
แปรงปัดฝุ่นเบื้องต้น (ขนกระต่าย)



แปรงขนอูฐหรือขนกระรอก



แปรงแม่เหล็ก



แปรงขนนก

ภาพที่ 9 แสดงแปรงปัดฝุ่นชนิดต่างๆ
ที่มา: สมทรง และ โสภชา, 2548

1.2.3.2. การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง ด้วยวิธีทางเคมี

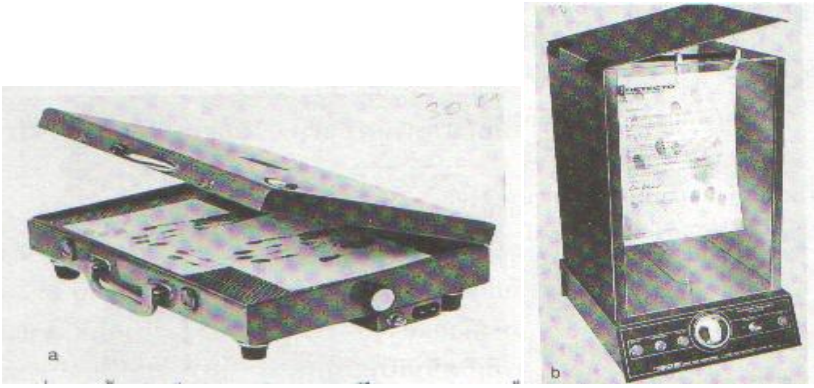
การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง ที่ของกลางบางชนิด ไม่สามารถใช้วิธีการปัดฝุ่นได้ เช่น ของกลางประเภทกระดาษเอกสารต่าง ๆ หรือของกลางบางชนิดใช้ตรวจ เก็บโดยวิธีทางเคมีจะได้ผลดีกว่า ซึ่งแล้วแต่ชนิดและพื้นผิวของวัตถุของกลางนั้น

1.2.3.2.1 วิธีไอโอดีน (Iodine) วิธีนี้เหมาะกับลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่บนพื้นผิววัตถุประเภทไม้ กระดาษ ผนังทาสี ฯลฯ สารไอโอดีนเมื่อถูกความร้อนจะแปรสภาพเป็นไอ และเมื่อไอของไอโอดีนไปสัมผัสกับลายนิ้วมือแฝง ไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับไขมันในเหงื่อทำให้ลายนิ้วมือแฝงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อเกิดลายนิ้วมือแฝงแล้ว ควรรีบทำการตรวจเก็บโดยการถ่ายภาพทันที เนื่องจากถ้าทิ้งเอาไว้ลายเส้นจะค่อยๆ จางหายไป

1.2.3.2.2 วิธีนินไฮดริน (Ninhydrin) วิธีนี้เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษและเอก สารต่าง ๆ ส่วนผสมที่ใช้ นินไฮดริน 0.5 กรัม ละลายในอาซิโทน (Acetone) 100 มิลลิลิตร ผสมเป็นสารละลายแล้วทาสารละลายนี้ลงบนเอกสารที่มีลายนิ้วมือตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หรือใช้เตารีดความร้อนปานกลางรีดเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น

นินไฮดริน จะไปทำปฏิ กิริยากับโปรตีนในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงเปลี่ยนสีจากไม่มีสีเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน แล้วตรวจเก็บโดย วิธีการถ่ายภาพทันที เนื่องจากความร้อนเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยา จึงอาจใช้เตารีด เครื่องอบไฟฟ้า เฉพาะจุดประสงค์นี้ เพื่อทำให้เกิดความร้อนเพื่อเร่งการเกิดลายนิ้วมือในเวลาสั้นๆ

เนื่องจาก สารละลายนี้ อาจทำให้ ข้อความในหนังสือที่เขียนด้วย หมึกในเอกสารละลายได้ ดังนั้น ก่อนทำต้องได้รับอนุญาตจากเข้าของเอกสารก่อน (อรรถพล, 2544)



ภาพที่ 10 แสดง เครื่องอบ และตู้อบน้ำยานินไฮดริน
ที่มา: สมทรง และ โสภชา, 2548

1.2.3.2.3 วิธี 1,2-indanedione วิธีนี้เหมาะกับของกลางประเภทกระดาษและเอกสารต่าง ๆ การเตรียมสารละลาย 1,2-indanedione ชั่งสารเคมี 1,2-indanedione 1 กรัม ละลายด้วย glacial acetic acid 10 มิลลิลิตร เติม ethyl acetate 90 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วเติม petroleum ether 900 มิลลิลิตร ลงไปจะได้สารละลายใส ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา วิธีหาลายนิ้วมือแฝง ใช้ 1,2-indanedione ร่วมกับเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ (MCS 400) นำกระดาษของกลาง จุ่มลงในสารละลาย 1,2-indanedione ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 5 นาที แล้วใช้เตารีดตั้งอุณหภูมิสูงสุด ในระดับการรีดผ้าฝ้ายหรือผ้าลินิน ทับลงบนกระดาษของกลางนาน 10 วินาที โดยใช้ กระดาษขาววางบน ของกลาง ก่อนรีดทับ ของกลาง แล้วนำไปส่องตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเครื่องกำเนิดแสงหลายความถี่ Mini-Crimescope ที่ความยาวคลื่น 515 nm. พร้อมกับบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลผ่าน orange filter นำภาพลายนิ้วมือแฝงที่ได้ไปนับจำนวนจุด ลักษณะสำคัญพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS)

1.2.3.2.4 วิธีซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate) วิธีนี้เหมาะกับของกลางประเภทเอกสาร และไม้ ส่วนผสมใช้เงินไนเตรท 3 กรัม ผสมลงในน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วทาลงบนเอกสารที่จะหาลายนิ้วมือ ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง เงินไนเตรทจะทำปฏิกิริยากับเกลือแกงในเหงื่อที่ขับออกมาทางนิ้วมือ ได้เงินคลอไรท์ มองเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า แต่เมื่อทำให้แห้งด้วยแสงอุลตราไวโอเลต หรือแสงแดด จะทำให้ลายนิ้วมือแฝงเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาที่ไม่สามารถคืนกลับรูปเดิมได้ เอกสารจะนำมาใช้อีกไม่ได้ จึงไม่ควรนำวิธีนี้ใช้กับเอกสารจำพวกธนบัตร สัญญาต่างๆ เป็นต้น

1.2.3.2.5 วิธีซุปเปอร์กลู (Super glue) วิธีนี้เหมาะกับของกลางป ระเภทเครื่องหนัง แก้ว ไวนิล เบาะรถ โลหะ กระดาษ เป็นต้น ในวิธีซุปเปอร์กลู ซึ่งมีส่วนผสมของสารไซยาโนอะคิเลทเอสเทอร์ (Cyanoacrylate ester) เมื่อสารนี้ได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอแล้วไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือโปรตีน และน้ำในเหงื่อ ทำให้รอยลายนิ้วมือ แฝง ปรากฏลายเส้นเป็นสีขาว วิธีการคือ ใส่สารซุปเปอร์กลูในถ้วยหรือจาน นำวัตถุที่จะหาลายนิ้วมือแขวนหรือจะไว้เหนือจานและปิดฝาครอบตู้อบทิ้งไว้ประมาณ 30-60 นาที จะปรากฏลายนิ้วมือสีขาว ให้ถ่ายภาพไว้และปัดด้วยผงฝุ่น การตรวจเก็บใช้วิธีปัดด้วยฝุ่นผงเคมี ลอกใส่เทปเพื่อเก็บเป็นพยานหลักฐานต่อไป

1.2.3.2.6 วิธีผลึกม่วง (Crystal violet) วิธีนี้เหมาะกับลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่ที่เทปใส เทปพันสายไฟ ด้านที่ มีกาว เหนียว ๆ ติดอยู่ จึ งไม่สามารถ ตรวจ เก็บโดยวิธีการปัดฝุ่นได้ วิธีเก็บลายนิ้วมือบนเทปใสทำได้โดย ผสมสารผลึกม่วงคริสตัลไวโอเลต ประมาณ 1-1.5 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร ดูดน้ำยานี้มา 2 มิลลิลิตร ผสมลงในน้ำ 100 มิลลิลิตร นำเทปที่ต้องการหาลายนิ้วมือแฝงแช่ในน้ำยานี้ จนกระทั่งรอยลายนิ้ว มือแฝงปรากฏเป็นสีม่วงแล้วล้างออกด้วยน้ำ เมื่อล้างสี ส่วนที่เกินออก แล้ว นำเทปที่ติดลายนิ้วมือแฝงไป วางบนกระดาษอัดรูปด้านมันที่ยังไม่ได้รับแสงซึ่งเปียกหมาด ๆ ใช้เตารีดขนาดความร้อนอ่อนๆ รีด แล้วจึงดึงเทปพันสายไฟออก สามารถเก็บได้โดยการถ่ายภาพ

ลายนิ้วมือที่เกิดจากวิธีนี้ ตรวจเก็บโดยการบันทึกภาพถ่าย รอยลายนิ้วมือสามารถเก็บไว้ได้ระยะเวลาหนึ่งโดยห่อด้วยกระดาษสีดำ และห่ออีกครั้งด้วยถุงพลาสติก ถ้าลายนิ้วมือได้รับแสงอาทิตย์ อากาศ และแสงอุลตราไวโอเลต รอยลายนิ้วมือจะเริ่มมองเห็นไม่ชัด เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่อเวลาผ่านไป จึงจำเป็นจะต้องบันทึกภาพถ่ายไว้ตั้งแต่แรก

1.2.3.3. วิธีใช้แสง โดยใช้แสงเลเซอร์ (Laser) และแสงโพลีไลท์ (Polylight)

การใช้แสงในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงเป็นกรรมวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ได้วิจัยและพัฒนาจนมีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้ในการค้นหาและทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นมาจนสามารถถ่ายภาพหรือเก็บรวบรวมเป็นพยานหลักฐานได้ดังนี้

1.2.3.3.1 แสงเลเซอร์ (Laser)

LASER ย่อมาจาก Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation เป็นแสงที่เกิดจากการกระตุ้นโดยใช้เครื่องมือ มีแหล่งกำเนิดแสงเป็น Argon-Ion

หลักการของแสงเลเซอร์ โดยอาศัยแสงเลเซอร์พลังงานสูงมาก ที่ความยาวคลื่นของแสงประมาณ 514.5 นาโนมิเตอร์ เมื่อฉายลงไปบนลายนิ้วมือแฝงซึ่งมี สารจำพวกไรโบฟลาริน (Riboflavin) และไพริดอกซิน (Pyridoxine) ซึ่งอยู่ในเหงื่อที่ขับออกมาจากนิ้ วมือติดอยู่ จะเกิดการเรืองแสงขึ้น การเรืองแสงนี้สามารถตรวจสอบได้ด้วย ตา โดยผู้มองจะต้องสวมแว่นตา เพื่อป้องกันแสงเลเซอร์ ซึ่งสว่างมากอาจสะท้อนทำอันตรายต่อลูกตาได้ เมื่อปรากฏการเรืองแสงของลายนิ้วมืออาจบันทึกเป็นภาพถ่ายได้ (อรรถพล, 2544) แสงเลเซอร์ใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือที่วัตถุชนิดต่างๆ เช่น แก้ว พลาสติก กระจก ไม้ และบนฝาผนัง

1.2.3.3.2 แสงโพลีไลท์ (Polylight)

เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาภายหลังจากแสงเลเซอร์ มี โคมแสงก๊าซซี นอน (Xenon Arc Lamp) เป็นแหล่งกำเนิดแสง เครื่องมือนี้มีน้ำหนักเบา สามารถ นำไปใช้ได้ทั้งในและนอกสถานที่ ปรกติมีสภาวะทางแสงเป็นสีขาว ซึ่งสามารถเปลี่ยนแสงสีขาวโดยใช้ เครื่องกรองแสง (Filter) เป็นแสงสีต่างๆ ได้ 5 ช่องสี ซึ่งแสงแต่ละช่องสีจะมีความเหมาะสมกับการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบน พื้นผิวและ วัตถุที่มีลักษณะต่างๆ กัน แสงโพลีไลท์ เป็นเครื่องมือตรวจหาร่องรอยวัตถุพยานได้หลายอย่าง นอกเหนือจากการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงต่างๆ แล้ว เช่น รอยลายนิ้วมือแฝงติดคราบโลหิต คราบอสุจิ รอยรองเท้า ในสถานที่เกิดเหตุ ลายนิ้วมือบนเอกสารต่าง ๆ ร่องรอยของตัวอักษรที่มีก ารขีดเขียนทาบทับ การขูดลบแก้ไขเอกสารต่างๆ เป็นต้น โดยปรับคลื่นแสงตามความเหมาะสม (สันติ์, 2550)

ภาพที่ 11 แสดงการใช้แสงโพลีไลท์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง
ที่มา: สมทรง และ โสภชา, 2548

1.2.4 เทคนิค Small Particle Reagents (SPR)

Small Particle Reagent (SPR) เป็นเทคนิคที่ช่วยเพิ่มการมองเห็นภาพของลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่บนวัสดุได้มากขึ้น และอนุภาคของ SPR ก็จะไปเกาะติดกับลายนิ้วมือที่เป็นสารประกอบพวกไขมัน สารละลายนี้สามารถใช้ได้ดีกับกระดาษ กระดาษแข็ง โลหะที่ไม่เป็นสนิม โลหะที่เป็นสนิม ก้อนอิฐ ก้อนหิน คอนกรีต พลาสติก ไวนิล ไม้ โลหะชุบสังกะสี และแก้ว อย่างไรก็ตาม การทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจนขึ้น ผลที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่ขับออกจากต่อมไขมันที่เหลือทิ้งไว้จากนิ้วมือ

Small Particle Reagent (SPR) เป็นวิธีการที่สามารถทำให้ลายนิ้วมือปรากฏชัดเจนขึ้นมาได้บนวัสดุพื้นผิวเปียก เช่น วัตถุพยานที่เปียกน้ำด้วยฝน หรือตกลงไปในสระน้ำหรือทะเลสาบ สารละลายนี้เป็นวิธีการที่พยายามที่จะพัฒนาจากวิธีการเดิมที่ใช้ผง ฝุ่นในการปัดลายนิ้วมือซึ่งจะเป็นการทำลายร่องรอยลายนิ้ วมือได้จากการใช้แปรงปัด วิธีการนี้จะเป็นการสเปรย์สารลงบนผิววัสดุที่มีลายนิ้วมืออยู่บนวัสดุผิวเปียกได้โดยไม่ต้องทำให้ผิววัสดุแห้ง (Redwop, 2008)

ชนิดของ SPR รีเอเจนต์ ในปัจจุบันมี SPR ชนิดสีขาว และ SPR ชนิดสีดำ

SPR ชนิดสีขาว ประกอบด้วย ส่วนผสมของสารแขวนลอยที่ มีอนุภาคสีขาวในสารละลาย ดีเทอเจนต์ ในจำพวกอนุภาคนี้ มี zinc oxide (ZnO) หรือ titanium dioxide (TiO_2) หรือ zinc carbonate ($ZnCO_3$) ดังนั้น สารพวกนี้ก็ทำให้เกิดตะกอนสีขาว รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏออกมาก็เป็นสีขาว ใช้กับวัสดุที่มีพื้นผิวสีดำ

SPR ชนิดสีดำ ประกอบด้วย carbon black และ ส่วนผสมของสารแขวนลอย carbon graphite ในสารละลายดีเทอเจนต์ รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏออกมาก็เป็นสีดำ ใช้กับวัสดุที่มีพื้นผิวสีขาว (Cuce *et al*., 2004)

ภาพที่ 12 แสดง Small Particle Reagent (SPR) Spray

ที่มา: http://www.securityprousa.com/black-spr-spray-500-ml-1-2766.html

1.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Onstwedder และคณะ (1989) ได้ตรวจสอบปืนสั้นที่เปียกน้ำด้วยเทคนิค SPR ปืนสั้น 6 ชนิด แต่ละชนิดประกอบด้วยวัสดุที่แตกต่างกันที่จมลงไปในน้ำที่เวลาระหว่าง 8-35 วัน เมื่อถึงกำหนดเวลา นำปืนสั้นทั้งหมดขึ้นจากน้ำ และแบ่งเป็น 3 ส่วน โดย 2 ส่วนแรกนำมาหาลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค SPR อีก 1 ส่วน ใช้เทคนิครมควันด้วย cyanoacrylate ester ตามด้วยการปัดฝุ่นด้วยผงฝุ่นสีดำ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เทคนิค SPR มีความเหมาะสมในการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นมามากกว่าเทคนิคที่ใช้การรมควันด้วย cyanoacrylate ester ตามด้วยการปัดฝุ่นด้วยผงฝุ่นสีดำ (Onstwedder *et al*., 1989)

ในปี ค.ศ. 1993 Frank และคณะ ได้ศึกษาว่า การทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจนขึ้นบนพื้นผิวที่เป็นสีดำ ควรใช้ SPR ที่มีอนุภาคเป็นสีขาว ซึ่งประกอบด้วย zinc carbonate ($ZnCO_3$) (Frank *et al*., 1993) มีรายงานมาก่อนว่ารูปแบบของ SPR ชนิดอื่นๆ ประกอบไปด้วย สารแขวนลอยของผงสีดำแล ะผงสีเงินในสารละลายดีเทอเจนต์ (Kolar-Gregoric., 2003)

งานวิจัยของ Cuce และคณะ (2004) ได้ใช้ Small Particle Reagent (SPR) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงที่ทิ้งร่องรอยไว้บนวัสดุพื้นผิวเปียก ซึ่งเป็นการเกิดปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานระหว่างส่วนของกรดไ ขมันที่มีปรากฏอยู่ในร่องรอยลายนิ้วมือแฝงกับส่วนหางซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Non polar) ของดีเทอเจนต์ ส่วนหางนั้นจะเชื่อมต่อกับส่วนหัวที่ชอบน้ำ (Polar) ซึ่งเป็นส่วนที่ไทเทเนียมไดออกไซด์ไปเกาะ เมื่อ สเปรย์สารละลาย SPR และทำให้แห้งก็เกิดการตกตะกอนที่มีสีขาว ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการตรวจวัด ในงานวิจัยได้ใช้เทคนิค Small Particle Reagent (SPR) ตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงที่ทิ้งร่องรอยไว้บนผิวของขวดพลาสติกที่มีฝุ่นปกคลุม ผลของเทคนิค SPR ทำให้ง่ายต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือ ซึ่งสามารถพบลายนิ้วมือแฝงได้ แม้ว่าจะมีฝุ่นปกคลุมบนผิ วของขวดพลาสติกที่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏอยู่ (Cuce *et al*., 2004) ต่อมาก็มีงานวิจัยของ Polimeni และคณะ (2004) ได้ทำการวิจัยโดยใช้เทคนิค Small Particle Reagent (SPR) เพื่อใช้หาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียก 3 ชนิด คือ พลาสติก (Vinyl acetate) แก้ว และโลหะที่ทาสี (โลหะที่ใช้ทำรถยนต์) วัสดุทุกชิ้นจะต้องนำไปล้างก่อน เพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่เป็นปัจจัยรบกวนและหลังจากนั้นทำให้วัสดุทุกชิ้นมีรอยลายนิ้วมือในสภาวะที่เหมือนกันและเวลาที่นิ้วมือสัมผัสวัสดุก็ใช้เวลาเท่ากัน และมีการทำซ้ำ 2 ครั้ง แล้วนำวัสดุไปแช่ในน้ำ Deionize (DI) ที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน โดยแช่ไว้นาน 30 วัน เมื่อนำวัสดุขึ้นจากน้ำ ใช้สารละลาย SPR สเปรย์ลงบนผิวของวัสดุ และดูลักษณะ ของลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นมา ผลการทดลองออกมาชัดเจน ในแต่ละวัสดุ แต่ละพื้นผิวไม่มีความแตกต่างของลักษณะลายนิ้วมือที่ปรากฏ ส่วนใหญ่ลักษณะที่แตกต่างที่สังเกตได้จะเกี่ยวข้องกับจำนวนของร่องรอยที่เหลือของลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลที่นำมาทดลอง ซึ่งเป็นผลที่เกิดจาก

ความแตกต่างขององค์ประกอบทางกายภาพของเจ้าของนิ้วมือ เช่น ไขมัน เหงื่อ (Polimeni *et al.*, 2004)

งานวิจัยของ Jasuja และคณะ (2008) รายงานว่า Small Particle Reagent (SPR) เป็นวิธีที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจนขึ้นบนผิววัสดุที่ไม่มีรูพรุนและพื้นผิวเปียก ในการทดลองมี SPR ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้ zinc carbonate เป็นส่วนผสมที่นำมาใช้รวมกันกับสีฟลูออเรสเซ็นต์ซึ่งมี 6 ชนิด ทดลองบน แก้ว พลาสติก กระเบื้อง และอลูมิเนียม SPR ที่ใช้ zinc carbonate เป็นส่วนผสมที่นำมาใช้รวมกันกับสีฟลูออเรสเซ็นต์ ซึ่งมี 6 ชนิด ช่วยทำให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจนขึ้นบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน แ ละพื้นผิวเปียก โดย SPR จะช่วยบอกตำแหน่งของลายนิ้วมือ ลักษณะข องลายนิ้วมือที่ปรากฏชัดขึ้น มีค่าและต้องลอกลายนิ้วมือขึ้นมา รวมทั้ง ศึกษาถึงอายุการใช้งานของรีเอเจนต์ เพื่อความเหมาะสมต่อจุดมุ่งหมายของงาน และ ความสัมพันธ์ระหว่างช่ วงเวลาที่วัสดุแช่อยู่ในน้ำ กับลายนิ้วมือแฝงและรีเอเจนต์ที่ใช้ในการตรวจสอบ (Jasuja *et al.*, 2008)

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏอยู่บนวัสดุผิวเปียก ประเภท กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ โดยวัสดุเหล่านี้อาจจะลอยอยู่บนผิวน้ำหรือจมอยู่ใต้ผิวน้ำ อย่างในกรณีของการซ่อนทำลายวัตถุพยานโดยการนำไปโยนทิ้งลงในแ หล่งน้ำ การหาลายนิ้วมือแฝง บนผิวของวัสดุเหล่านี้ก็เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาไปใช้ประโยชน์ในทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง

1.3.2 เพื่อทดสอบการหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียก ประเภท กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

1.3.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทีย บผลของระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

1.3.4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็ม และน้ำจืด ต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 ศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง

1.4.2 ทดสอบการหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียกประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

1.4.3 ศึกษาเปรียบเทียบผลของ ระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนขอ ง ลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก โดยแช่วั สดุไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน

1.4.4 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็มและน้ำจืด ต่อความคงทนข อง ลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก โดยแช่วัสดุลงในน้ำ 5 ตัวอย่าง เป็นน้ำจืด 4 ตัวอย่าง และน้ำเค็ม 1 ตัวอย่าง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง

1.5.2 ทราบว่าลายนิ้วมือแฝงสามารถปรากฏบนวัสดุผิวเปียกประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ได้

1.5.3 ทราบถึงผลของการเปรียบเทียบระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของ ลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

1.5.4 ทราบถึงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็ม และน้ำจืด ต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

1.5.5 ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่พิสูจน์เกี่ยวกับลายนิ้วมือแฝงและด้านนิติวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 สารเคมีและอุปกรณ์

2.1.1 สารเคมี

Molybdenum disulfide (MoS_2) ผลิตจากบริษัท Fluka Analytical, China

Kodak final rinse ,process E-6 ผลิตจากบริษัท Eastman Kodak, U.S.A

น้ำ Deionize (DI)

2.1.2 อุปกรณ์ในการเตรียมสาร SPR

กระบอกฉีดน้ำแบบขวดสเปรย์น้ำหอม ขนาด 100 มิลลิลิตร

ขวดพลาสติก ขนาด 1 ลิตร

บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร

กระบอกตวง ขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร

ช้อนตักสาร

กรวย

ถุงมือ

เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

2.1.3 อุปกรณ์ในการเตรียมตัวอย่าง

กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสี - รถยนต์

ภาชนะแช่ตัวอย่าง

ถังแกลลอนพลาสติกขนาด 20 ลิตร

ไม้ไผ่

ลวดหนีบกระดาษ

พลาสติกหนีบผ้า

เทปกาวใส

กรรไกร

คัตเตอร์

ที่เจาะกระดาษ
ไม้บรรทัด
ปากกาเคมี
แว่นขยาย
เทอร์โมมิเตอร์
กระดาษวัด pH
กล้องดิจิตอล
กล้อง Lumens Digital Presenter

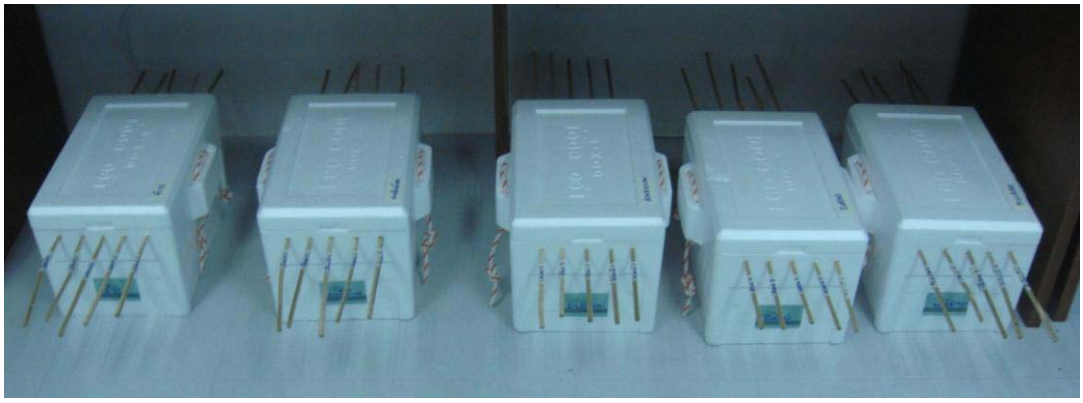
2.2 วิธีการเตรียมอุปกรณ์ในงานวิจัย

2.2.1 วิธีการเตรียมชิ้นวัสดุตัวอย่าง

ในงานวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองบนผิวของวัสดุทั้งหมด 5 ชนิด คือ กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ วัสดุประเภทกระจก เป็นกระจกสไลด์ที่ใช้ดูกับกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีขนา ดพอเหมาะอยู่แล้วจึงไม่ต้องตัดออก วัสดุประเภทพลาสติกและหนัง จะต้องนำมาตัดให้ได้ขนาดกว้าง 1.5 นิ้ว และยาว 3 นิ้ว พร้อมทั้งใช้ที่เจาะกระดาษเจาะรูหนึ่งรูไว้ส่วนปลายของชิ้นวัสดุทุกชิ้น วัสดุประเภท เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ตัดให้ได้ขนาดกว้าง 1.5 นิ้ว และยาว 3 นิ้ว เจาะรูไว้ส่วนปลายของชิ้นวัสดุทุกชิ้น พร้อมทั้งลบเหลี่ยมคมของแผ่นเหล็กให้เรียบร้อย (โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ได้ความอนุเคราะห์จากบริษัทโตโยต้า พิธานพาณิชย์ จำกั ด) เมื่อเตรียมวัสดุครบแล้วนำวัสดุทุกชิ้นไปทำความสะอาด เพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่เป็นปัจจัยรบกวน แล้วนำมาผึ่งไว้ให้แห้ง แล้วเก็บใส่กล่องไว้เพื่อเตรียมไว้ประทับรอยลายนิ้วมือ นำลวดหนีบกระดาษ มาคลี่แล้วงอ ให้มีลักษณะเป็นตะขอเพื่อเ อาไว้เกี่ยวชิ้นวัสดุตัวอย่างเมื่ อนำชิ้นวัสดุตัวอย่างไปแช่น้ำ

2.2.2 วิธีการเตรียมภาชนะแช่วัสดุตัวอย่าง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยแช่วัสดุตัวอย่างที่มีรอยลายนิ้วมือลงในน้ำ 5 ตัวอย่าง จึงต้องเตรียมภาชนะแช่วัสดุตัวอย่างทั้งหมด 5 ใบ โดยใช้กล่องโฟม เป็นภาชนะแช่วัสดุตัวอย่าง เหลาไม้ไผ่ให้มีขนาดพอเหมาะเพื่อใช้เป็นที่แขวนชิ้นวัสดุตัวอย่าง แล้วเจาะรูกล่องโฟมที่ด้านข้างทั้งสองด้านให้มีขนาดพอดีกับขนาดของไม้ไผ่ สอดไม้ไผ่ที่เหลาไว้แล้ว ผ่านกล่องโฟมให้เหลือปลายทั้งสองด้านไว้เพื่อเอาไว้เขียนระบุระยะเวลาของการแช่วัสดุไว้ในน้ำ พร้อมทั้งเขียนระบุชื่อตัวอย่างน้ำแต่ละสถานที่บนฝากล่องโฟม



ภาพที่ 13 แสดงภาชนะแช่วัสดุตัวอย่างทั้ง 5 ใบ

2.2.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองโดย แช่วัสดุตัวอย่างที่มีรอยพิมพ์ลายนิ้วมือลงไปในน้ำ 5 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นน้ำที่เก็บมาจาก 4 สถานที่ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทะเลสงขลา บริเวณหาดชลาทัศน์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา บึงน้ำสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ และบึงศรีตรัง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และน้ำ DI ซึ่งก่อนไปเก็บตัวอย่างน้ำจะต้องเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง น้ำ คือ ถังแกลลอนพลาสติกขนาด 20 ลิตร เทอร์โมมิเตอร์ กระดาษวัด pH เทปกาว ปากกาเคมี ใช้ปากกาเคมี เขียนระบุชื่อแหล่งน้ำที่เก็บตัวอย่างน้ำลงบนเทปกาวแล้วติดบนถังแกลลอนพลาสติกแต่ละใบ ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำใช้กระดาษ pH วัด pH ของน้ำและใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำพร้อมทั้งจดบันทึกไว้ เก็บตัวอย่างน้ำแต่ละสถานที่ โดยใช้ถังแกลลอนพลาสติกขนาด 20 ลิตร บรรจุน้ำเพื่อนำกลับมาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจาก 4 สถานที่ รวมทั้งน้ำ DI

2.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.3.1 ศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง

หาข้อมูลเกี่ยวกับสูตรการเตรียมสารละลาย Small Particle Reagents (SPR) ที่ใช้ได้ผลจริง

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย SPR

น้ำ DI ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ในขวดพลาสติก เติมผง Molybdenum disulfide (MoS_2) 15 กรัม ลงไป แล้วเติม Kodak final rinse ลงไป 2 หยด เพื่อช่วยให้ MoS_2 ละลายในน้ำ DI ได้ดีขึ้น แล้วเขย่าจนกระทั่งสารละลายกลายเป็นเนื้อเดียวกัน เขย่าต่อเนื่องอีกประมาณ 3-5 นาที นำสารละลาย SPR ใส่ในขวดสเปรย์เพื่อเตรียมไว้สเปรย์ตัวอย่าง ถ้าสารละลายยังมีผงของ MoS_2 ลอยอยู่บนผิวน้ำจำนวนมาก แสดงว่า เติม final rinse ลงไปมากเกินไป และอาจจะจำเป็นต้องเทสารละลายทิ้งไปและเริ่มทำการเตรียมสารละลายใหม่ สารละลาย SPR มีอายุการใช้งานได้ดีประมาณ 4 สัปดาห์ หลังจากนั้น สารละลายไม่เหมาะที่จะนำมาใช้และควรจะทิ้งไป

2.3.2 ทดสอบการหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียกประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

ศึกษาลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวหน้าของวัสดุที่แตกต่างกัน โดยวัสดุตัวอย่างที่ทำการทดลองมีทั้งหมด 5 ชนิด คือ กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ทำซ้ำชนิดละ 3 ครั้ง รวมใช้วัสดุตัวอย่างทั้งหมด 390 ชิ้น โดยสุ่มวัสดุตัวอย่างออกมาชนิดละ 3 ชิ้น รวมทั้งหมด 15 ชิ้นเพื่อใช้เป็นวัสดุตัวอย่างที่ไม่แช่น้ำ (กลุ่มควบคุม) ส่วนวัสดุที่เหลืออีก 375 ชิ้นใช้เป็นวัสดุตัวอย่างที่แช่น้ำ (กลุ่มทดลอง)

2.3.2.1 วิธีการเตรียมวัสดุตัวอย่าง

วัสดุทุกชิ้น (ประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์) จะต้องนำไปทำความสะอาด เพื่ อขจัดสิ่งสกปรกที่เป็นปัจจัยรบกวน และหลังจากนั้นทำให้วัสดุทุกชิ้นมีรอยลายนิ้วมือในสภาวะที่เหมือนกันและเวลาที่นิ้วมือสัมผัสวัสดุก็ใช้เวลาเท่ากัน โดยประทับนิ้วหัวแม่มือ และนิ้วชี้ บนวัสดุตัวอย่างที่วางอยู่บนเครื่องชั่งควบคุมน้ำหนักแรงกดนิ้วมืออยู่ที่ 5 กรัม นาน 5 วินาทีต่อตัวอย่าง เว้นระยะเวลาการประทับแต่ละตัวอย่างห่างกัน 30 วินาที ทำซ้ำชนิดละ 3 ครั้ง รวมใช้วัสดุตัวอย่างทั้งหมด 390 ชิ้น โดยสุ่มวัสดุตัวอย่างออกมาชนิดละ 3 ชิ้น รวมทั้งหมด 15 ชิ้น เพื่อใช้เป็นวัสดุตัวอย่างที่ไม่แช่น้ำ (กลุ่มควบคุม) ส่วนวัสดุที่เหลืออีก 375 ชิ้นใช้เป็นวัสดุตัวอย่างที่แช่น้ำ (กลุ่มทดลอง)

2.3.2.2 วิธีการทดลองของกลุ่มควบคุม (Control)

สุ่มวัสดุตัวอย่างซึ่งมีรอยลายนิ้วมือในสภาวะที่เหมือนกันทุกประการออกมาชนิดละ 3 ชิ้น สเปรย์สารละลาย SPR ทันที ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 5 นาที แล้วจุ่มในน้ำ DI 3 ครั้ง เพื่อกำจัดสารเคมีที่หลงเหลืออยู่ รอให้แห้งเป็นเวลา 20 นาที ดูลักษณะของลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นมา และถ่ายภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏชัดเจนขึ้น แล้วนำมานับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ

2.3.2.3 วิธีการทดลองของกลุ่มทดลอง

นำวัสดุตัวอย่างซึ่งมีรอยลายนิ้วมือในสภาวะที่เหมือนกันกับกลุ่มควบคุมทุกประการไปแช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน โดยแช่ไว้นาน 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เมื่อครบกำหนด นำวัสดุขึ้นจากน้ำ ใช้สารละลาย SPR สเปรย์ลงบนผิวของวัสดุ และทำกระบวน การต่างๆ เหมือนกับ การทดลอง กลุ่มควบคุม และถ่ายภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏชัดเจนขึ้นไว้เป็นข้อมูลเพื่อดูลักษณะของลายนิ้วมือ แล้วนำมานับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ

2.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

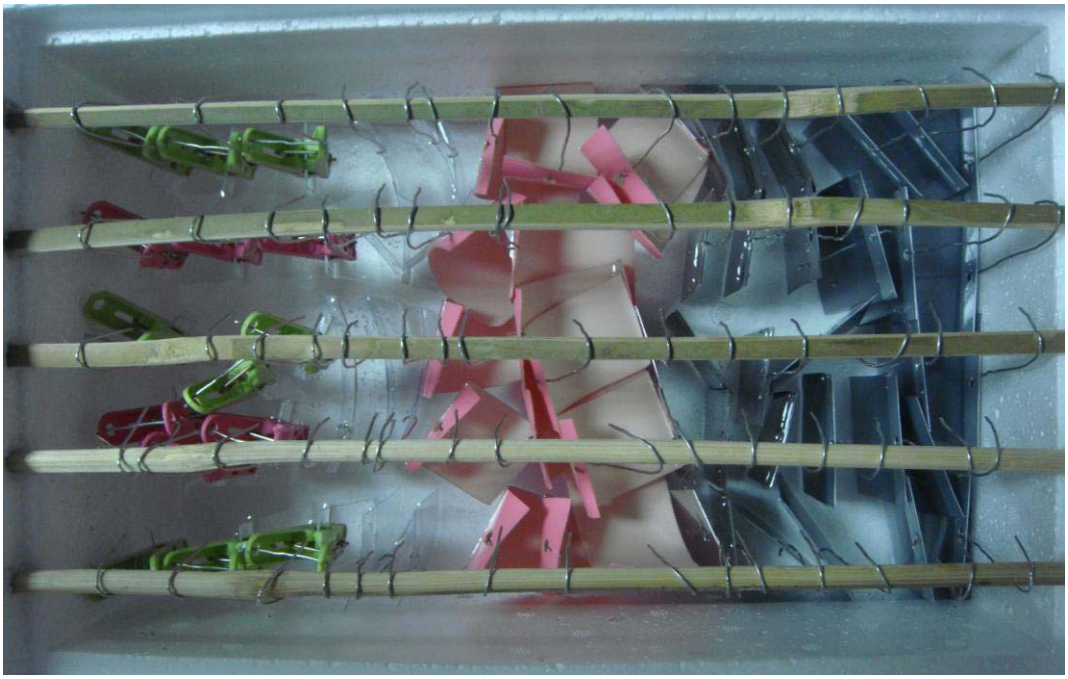
ศึกษาผลเพื่อดูระยะเวลาที่ต่างกันของการจมน้ำของวัสดุกับการปรากฏของลายนิ้วมือแฝง

การทดลอง ผู้ทำการทดลองพิมพ์ลายนิ้วมือของตัวเอง ลงบนผิวของวัสดุตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด โดยจะใช้รอยพิมพ์ลายนิ้วมือของนิ้วหัวแม่มือซ้าย นิ้วชี้ซ้าย นิ้วหัวแม่มือขวา และนิ้วชี้ขวา หลังจากนั้นก็นำวัสดุตัวอย่างทั้งหมด 375 ชิ้น แช่ลงไปในน้ำ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ตัวอย่าง โดยจะแช่ไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เมื่อครบกำหนดนำวัสดุตัวอย่างขึ้นมาทำ ให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจนขึ้น ด้วยสารละลาย SPR จุ่มในน้ำ DI 3 ครั้ง เพื่อกำจัดสารเคมีที่หลงเหลืออยู่ รอให้แห้งและทำการถ่ายภาพลายพิมพ์นิ้วมือและศึกษาผลเพื่อดูว่าเมื่อเวลาผ่านไป ความคงทนของลายนิ้วมือที่เกาะติดอยู่บนผิวของวัสดุ ตัวอย่างที่แช่น้ำจะยังเหลืออยู่ครบหรือไม่

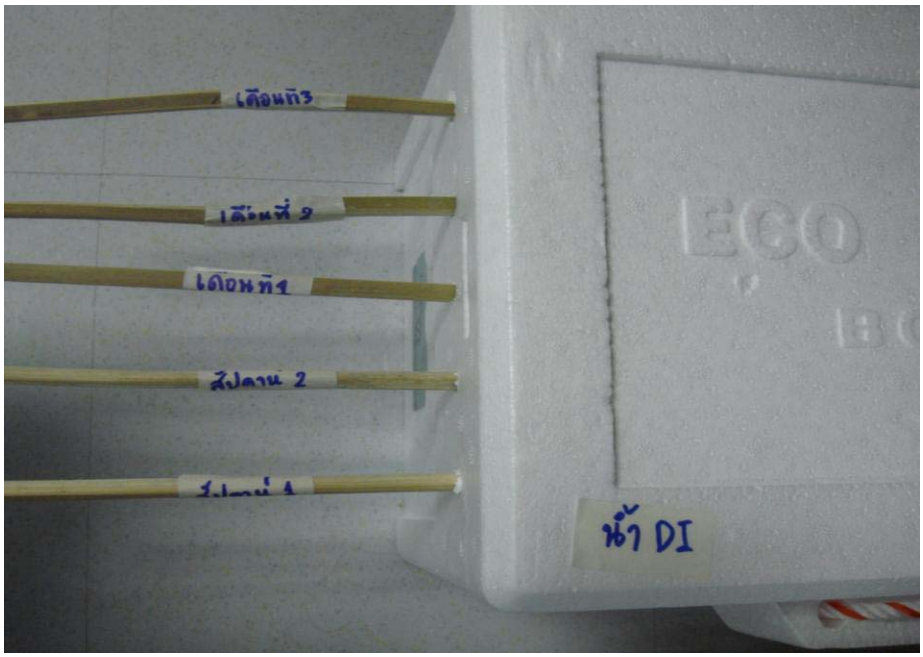
2.3.4 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็ม และน้ำจืด ต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

ศึกษาเพื่อดูความต่างของสภาพน้ำมีผลต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝง

การทดลองจะแช่วัสดุตัวอย่างที่มีรอยพิมพ์ลายนิ้วมือลงไปในน้ำ 5 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นน้ำที่เก็บมาจาก 4 สถานที่ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทะเลสงขลา บริเวณหาดชลาทัศน์ อำเภอเมือง จังหวัด สงขลา บึงน้ำสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ และบึงศรีตรัง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และน้ำ DI ซึ่งจะต้องวัด pH และอุณหภูมิของน้ำที่นำมาทำการทดลองด้วย เพื่อศึกษาดูความต่างของสภาพน้ำที่ต่างกันจะมีผลต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงหรือไม่



ภาพที่ 15 แสดงการแขวนชิ้น วัสดุตัวอย่างแช่น้ำใน ภาชนะแช่วัสดุตัวอย่าง คือ วัสดุประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ภาพที่ 16 แสดงการเขียนระบุเวลาที่ต้องเก็บชิ้นตัวอย่างบนภาชนะที่แช่วัสดุตัวอย่าง

บทที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาการเตรียมและการใช้เทคนิค Small Particle Reagents (SPR) เพื่อตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝง

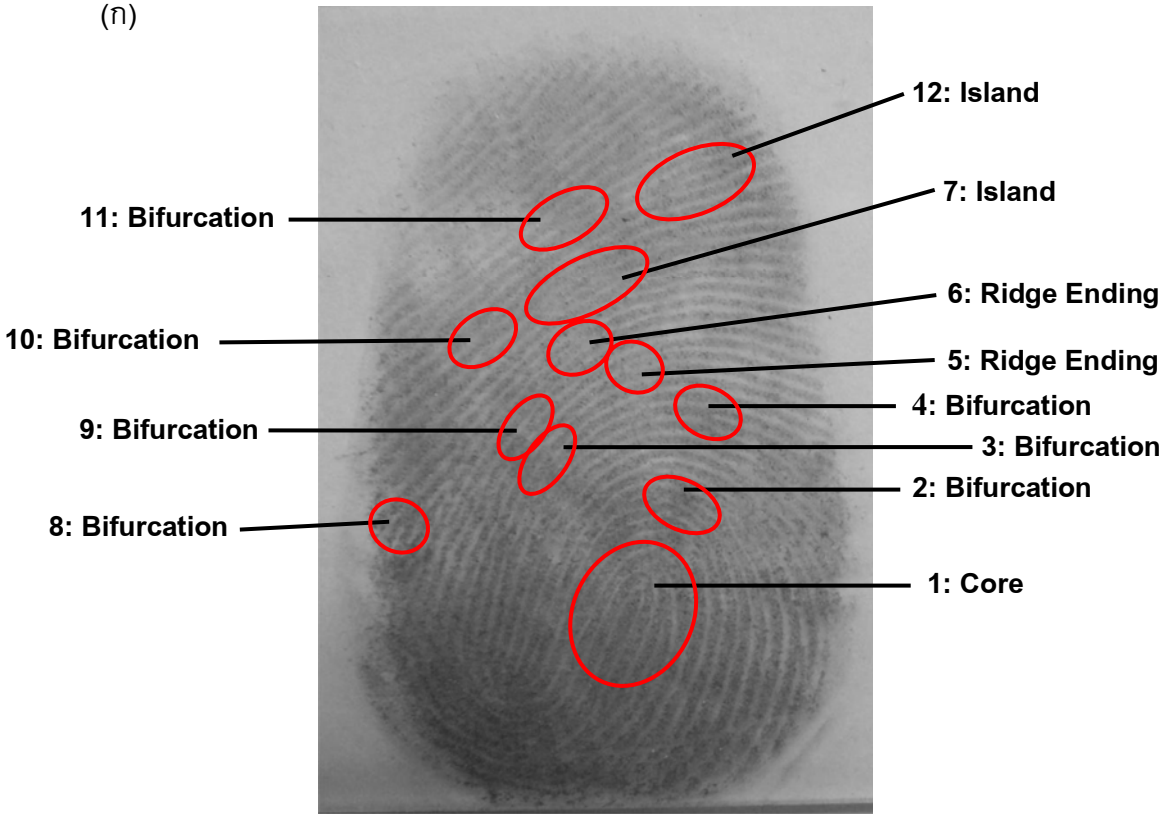
ในการวิจัยนี้ได้ทำ การหาข้อมูลเกี่ยวกับสูตรการเตรียมสารละลาย Small Particle Reagents (SPR) ชนิดของ SPR รีเอเจนต์ ในปัจจุบันมี SPR ชนิดสีขาวและ SPR ชนิดสีดำ (Cuce *et al*., 2004) การวิจัยนี้ใช้ SPR ชนิดสีดำ ซึ่งก็มี สูตรการเตรียมสารละลาย SPR หลายสูตรด้วยกัน แต่สูตรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นสูตรที่เตรียมขึ้นเอง ซึ่งส่วนประกอบของสารละลาย SPR ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ Molybdenum disulfide (MoS_2), Kodak final rinse และน้ำ DI มีขั้นตอนการเตรียมสารละลาย SPR (ดังแสดงในข้อ 2.3.1) Small Particle Reagents (SPR) ประกอบด้วยสารแขวนลอยของเกลือของโลหะในสารละลาย พวกผงซักฟอกเป็นการทำปฏิกิริยาร ะหว่างกรดไขมันในลายนิ้วมือแฝง กับส่วน hydrophobic tails ของ reagent โดยส่วน hydrophobic tails จะเชื่อมต่ออยู่กับส่วน hydrophilic head ที่ทำปฏิกิริยากับเกลือของโลหะ เช่น titanium dioxide (SPR สีขาว) หรือ molybdenum disulfide (SPR สีดำ) ในการวิจัยครั้งนี้เมื่อสเปรย์สารละลาย SPR ลงบนรอยลายนิ้วมือแฝงซึ่งบนรอยลายนิ้วมือแฝงจะมีกรดไขมันที่ซึมออกมาจากรูเหงื่อบนนิ้วมือ ทำให้ SPR เกาะติดบนรอยลายนิ้วมือแฝง ทำให้ลายนิ้วมือปรากฏเป็นเส้ นสีดำ วิธีการคือ ฉีดพ่น SPR บริเว ณที่ต้องการหาลายนิ้วมือ บนผิวของวัสดุ แล้วจุ่มล้างด้วยน้ำ รอให้แห้งแล้วบันทึกภาพถ่าย หรือเก็บรอยที่แห้งด้วยเทปใส จะได้ลายเส้นสีขาวหรือดำขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือของโลหะที่เป็นสารแขวนลอยที่ใช้ว่าจะปร ะยุกต์ใช้กับวัสดุพื้นผิวสีอะไร

ในการวิจัยนี้ได้ใช้สารดีเทอร์เจนต์ซึ่งในสูตรการเตรียมสารละลาย SPR ใช้ Kodak Photo Flo-200 แต่ในการวิจัยนี้ได้ใช้สาร Kodak final rinse แทนสาร Kodak Photo Flo-200 ที่ขณะนี้ได้เลิกผลิตไปแล้ว ซึ่งสาร Kodak final rinse เป็นสารที่ใช้ในกระบวนการล้างฟิล์มในขั้นตอนสุดท้าย เป็นสารช่วยลดแรงตึงผิว ทำให้ไม่มีคราบน้ำติดที่ฟิล์ม โดยการนำฟิล์มที่ล้างไปแช่ในสารนี้ เนื่องจากสารสองตัวนี้มีคุณสมบัติ ที่เหมือนกัน การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้สาร Kodak final rinse แทนเพราะว่าสามารถหาได้ง่าย สารละลาย SPR ที่เตรียมขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ เป็นสูตรที่เตรียมขึ้น ได้ง่ายและใช้ได้ผลดี หลังจากที่เตรียมเสร็จสิ้นแล้ว ก็จะ ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย SPR ก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งผลการทดลองให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

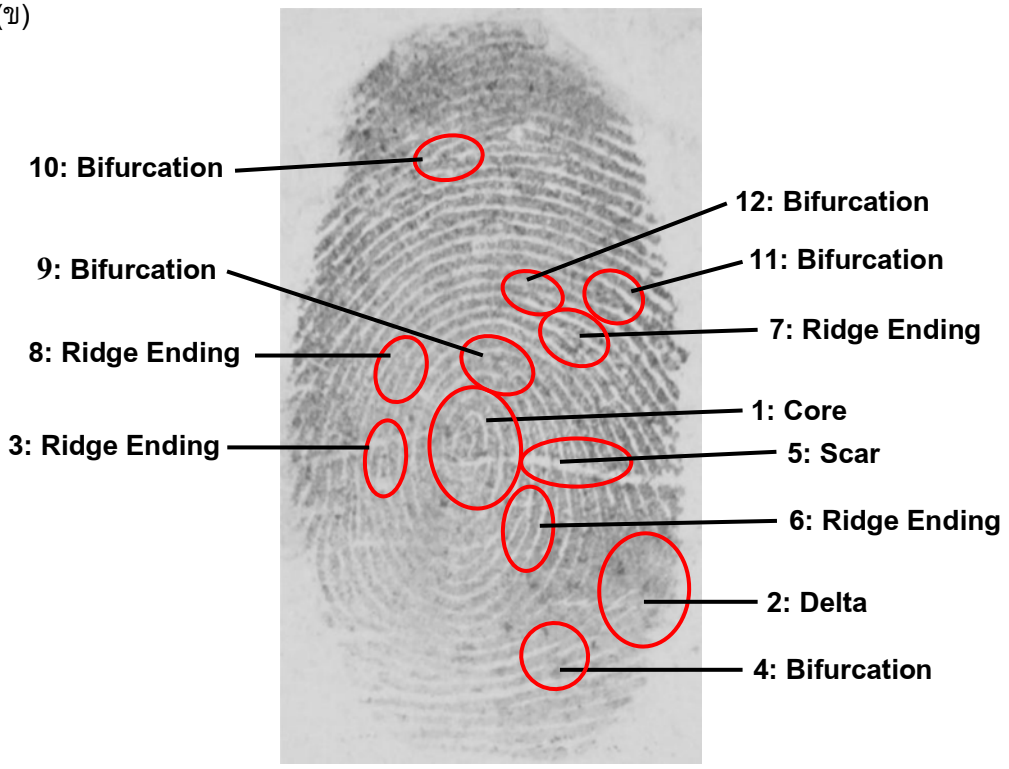
3.2 การทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงที่จะปรากฏบนวัสดุผิวเปียก ประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

การศึกษาลักษณะลายนิ้วมือของผู้ทำการทดลองทั้งหมด 4 รอยลายนิ้วมือ ได้แก่ รอยลายนิ้วมือจากนิ้วหัวแม่มือซ้าย นิ้วชี้ซ้าย นิ้วหัวแม่มี อขวา และนิ้วชี้ขวา ดังแสดงในภาพที่ 17

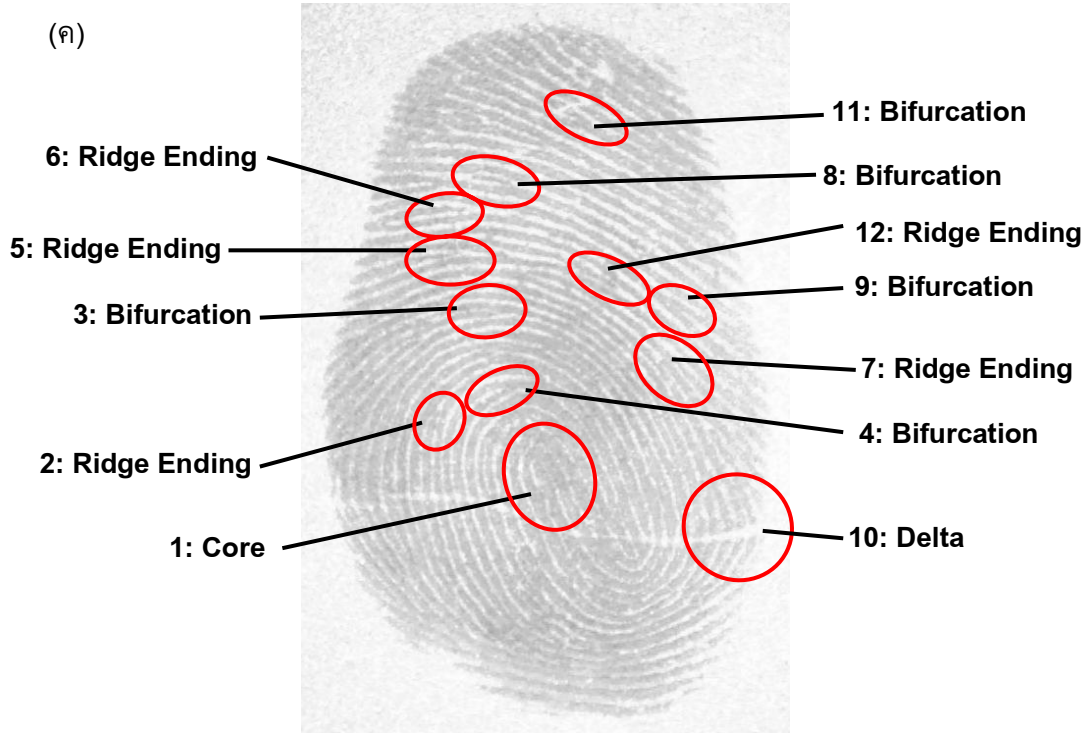
(ก)



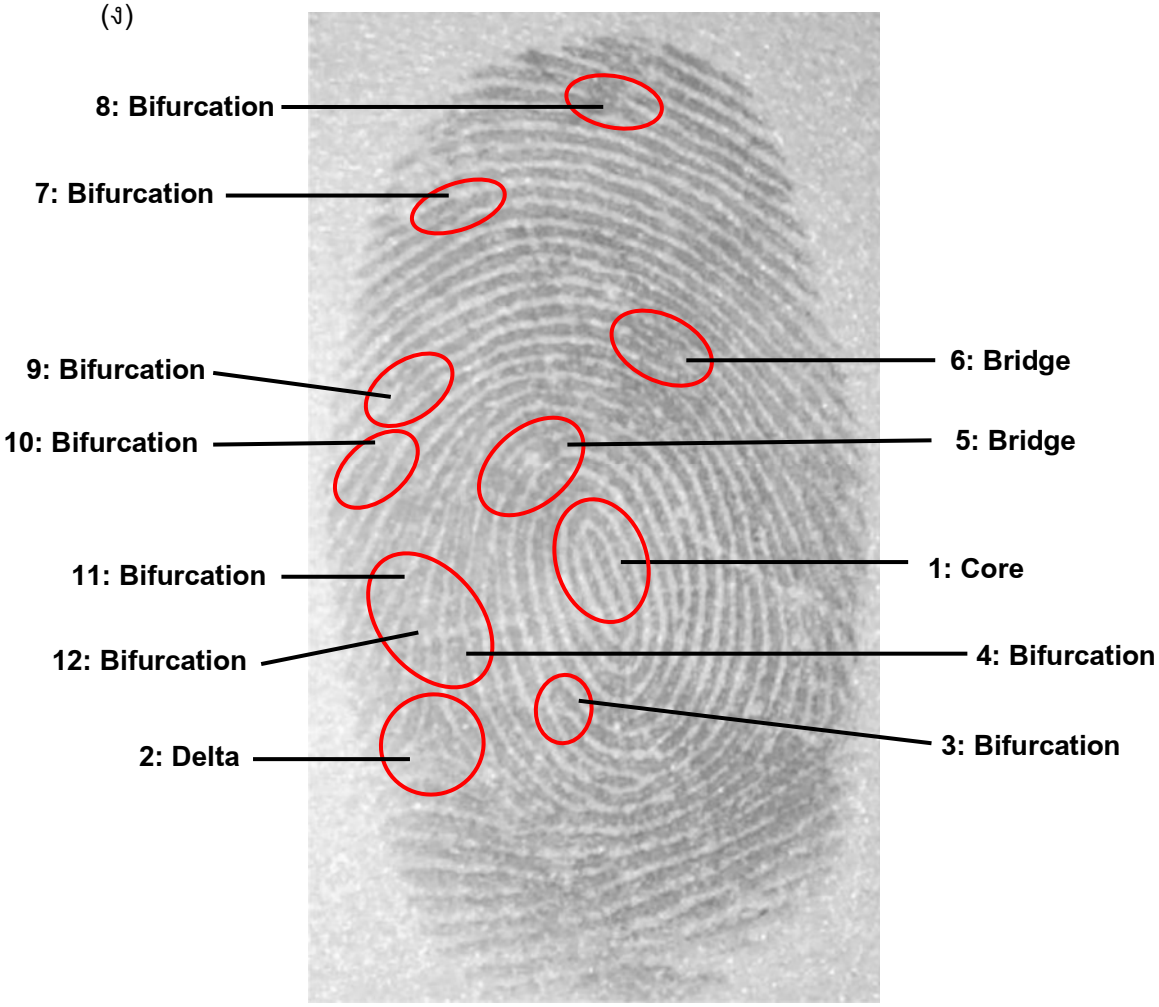
(ข)


10: Bifurcation
9: Bifurcation
8: Ridge Ending
3: Ridge Ending
12: Bifurcation
11: Bifurcation
7: Ridge Ending
1: Core
5: Scar
6: Ridge Ending
2: Delta
4: Bifurcation

(ค)


6: Ridge Ending
5: Ridge Ending
3: Bifurcation
2: Ridge Ending
1: Core
11: Bifurcation
8: Bifurcation
12: Ridge Ending
9: Bifurcation
7: Ridge Ending
4: Bifurcation
10: Delta

(ง)



ภาพที่ 17 แสดงแบบแผนลายนิ้วมือและจุด ลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิทั้งหมด 12 จุด ของรอยลายนิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว (ก) นิ้วหัวแม่มือซ้าย (ข) นิ้วชี้ซ้าย (ค) นิ้วหัวแม่มือขวา (ง) นิ้วชี้ขวา

จากภาพที่ 17 แสดงแบบแผนลายนิ้วมือ และจุดลักษณะสำคัญพิเศษหรือจุดตำหนิทั้งหมด 12 จุด ของรอยลายนิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว ซึ่งได้แก่ นิ้วหัวแม่มือซ้ายมีแบบแผนลายนิ้วมือเป็นแบบมัดหวายคู่และมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 12 จุด (ดังแสดงในภาพที่ 17 (ก)) นิ้วชี้ซ้าย มีแบบแผนลายนิ้วมือเป็นแบบก้นหอยกระเป๋ากลางและมีจุด ลักษณะสำคัญพิเศษ 12 จุด (ดังแสดงในภาพที่ 17 (ข)) นิ้วหัวแม่มือขวา มีแบบแผนลายนิ้วมือเป็นแบบมัดหวายคู่และมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 12 จุด (ดังแสดงในภาพที่ 17 (ค)) นิ้วชี้ขวา มีแบบแผนลายนิ้วมือเป็นแบบก้นหอยธรรมดาและมีจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 12 จุด (ดังแสดงในภาพที่ 17 (ง)) ซึ่งชื่อเรียกของจุดลักษณะสำคัญพิเศษแต่ละจุดได้แสดงไว้ในภาพแต่ละภาพแล้ว

การศึกษาลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวหน้าของวัสดุที่แตกต่างกัน โดยวัสดุตัวอย่างที่ทำการทดลองมีทั้งหมด 5 ชนิด คือ กระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ทำซ้ำชนิดละ 3 ครั้ง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ใช้วัสดุตัวอย่างที่ไม่แช่น้ำ (กลุ่มควบคุม) ทั้งหมด 15 ชิ้น และใช้วัสดุตัวอย่างที่แช่น้ำ (กลุ่มทดลอง) ทั้งหมด 375 ชิ้น วิธีการทดลองของกลุ่มควบคุม (ดังแสดงในข้อ 2.3.2.2) โดยประทับรอยด้วยนิ้วมือด้านซ้าย คือนิ้วหัวแม่มือซ้ายและนิ้วชี้ซ้าย ลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนผิวหน้าของวัสดุสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ดังแสดงในตารางที่ 1

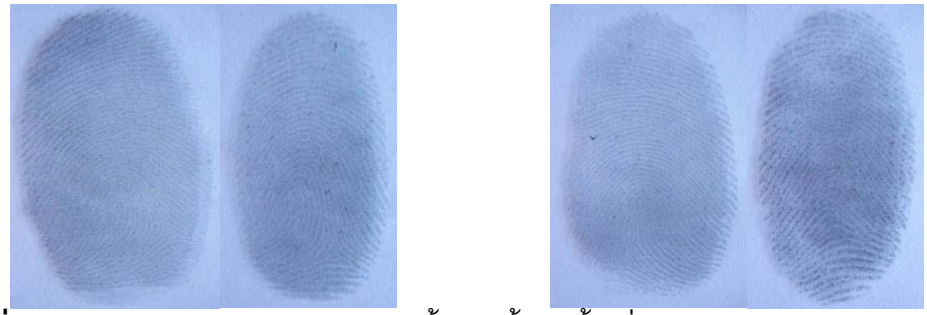
ตารางที่ 1 แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มควบคุม

วัสดุ	นิ้วหัวแม่มือซ้าย มองเห็นจุดลักษณะสำคัญพิเศษ(จุด)	นิ้วชี้ซ้าย มองเห็นจุดลักษณะสำคัญพิเศษ(จุด)
กระจก	12	12
พลาสติก	8	6
หนัง	6	4
เหล็กกล้าไร้สนิม	12	8
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	12	12

จากตารางที่ 1 แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่สามารถมองเห็นได้จากการทดลองกลุ่มควบคุม ซึ่งวัสดุประเภทกระจก มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ และมองเห็นจุดลักษณะสำคัญพิเศษชัดเจนทั้ง 12 จุดบนนิ้วหัวแม่มือ ซ้ายและนิ้วชี้ ซ้าย วัสดุประเภทพลาสติ ก มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ แต่มองเห็นจุดลักษณะสำคัญพิเศษบนนิ้วหัวแม่มือ ซ้าย 8 จุด บนนิ้วชี้ ซ้าย 6 จุด วัสดุประเภท หนัง มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ แต่มองเห็ นจุดลักษณะสำคัญพิเศษ บนนิ้วหัวแม่มือซ้าย 6 จุด บนนิ้วชี้ซ้าย 4 จุด วัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ มองเห็นจุดลักษณะสำคัญพิเศษ บนนิ้วหัวแม่มือซ้าย มองเห็นครบทั้ง 12 จุด ส่วนนิ้วชี้ซ้าย มองเห็น 8 จุด วัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ มองเห็นจุดลักษณะสำคัญพิเศษทั้ง 12 จุดบนนิ้วหัวแม่มือซ้ายและนิ้วชี้ซ้าย (ภาพรอยลายนิ้วมือดังแสดงในภาคผนวก ข)

จากผลการทดลองในกลุ่มควบคุม จะเห็นว่าวัสดุประเภทกระจกและวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ และสามารถนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ได้ครบทั้ง 12 จุดบนนิ้วหัวแม่มือซ้ายและนิ้วชี้ซ้าย เพราะว่าวัสดุ ทั้งสองประเภทเมื่อประทับรอยลายนิ้วมือลงบนผิวของวัสดุจะสามารถติดคงทนอยู่ ได้นานที่สุด เมื่อสเปรย์สาร SPR ลงไปและจุ่มล้างน้ำออก ทำให้มีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบทุกจุด ส่วนวัสดุประเภทพลาสติ ก มีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษบนนิ้วหัวแม่มือซ้ายได้ 8 จุด บนนิ้วชี้ซ้ายได้ 6 จุด เหตุที่ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบทั้ง 12 จุด เพราะว่าพลาสติกมีลักษณะเป็นผิวเรียบลื่น เมื่อประทับรอยลายนิ้วมือลงบนผิวของวัสดุ แล้วสเปรย์สาร SPR ลงไปและจุ่มล้างน้ำออก ทำให้มีรอยลายนิ้วมือปรากฏแต่สามารถนับจุดลักษณะ สำคัญ พิเศษได้เพียงบางส่วนเท่านั้น วัสดุประเภท หนังมีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษบนนิ้วหัวแม่มือซ้ายได้ 6 จุด บนนิ้วชี้ซ้ายได้ 4 จุด เป็นวัสดุที่นับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้น้อยที่สุด เพราะว่าผิวของวัสดุมีลักษณะผิวไม่เรียบ ลายนิ้วมือจึงไม่ค่อยเกาะติดอยู่บนผิวของวัสดุชนิดนี้ เมื่อประทับรอยลายนิ้วมือลงบนผิวของวัสดุแล้วสเปรย์สาร SPR ลงไปและจุ่มล้างน้ำออก ทำให้มีรอยลายนิ้วมือปรากฏไม่ชัดเจน สามารถนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เพียงบางส่วนเท่านั้น และ วัสดุประเภท เหล็กกล้าไร้สนิม มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ และสามารถนับจุ ดลักษณะสำคัญพิเศษ บนนิ้วหัวแม่มือซ้ายได้ 12 จุด บนนิ้วชี้ซ้ายได้ 8 จุด เพราะว่าผิวของวัสดุมีความเรียบลื่น เมื่อประทับรอยลายนิ้วมือลงบนผิวของวัสดุแล้วสเปรย์สาร SPR ลงไปและจุ่มล้างน้ำออก ทำให้สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบ 12 จุด เฉพาะบนนิ้วหัวแม่มือซ้ายเท่านั้น

จากการศึกษาลักษณะที่ปรากฏของลายนิ้วมือเมื่อนำวัสดุประเภทกระจกที่มีรอยลายนิ้วมือ จุ่มในน้ำ DI 5 วินาที แล้วนำมาสเปรย์ด้วยสารละลาย SPR รอให้เกิดปฏิกิริยา 5 นาทีแล้วจุ่มล้างด้วยน้ำ DI 3 ครั้ง วางทิ้งไว้ให้แห้งแล้วดูลักษณะของลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นมาและถ่ายภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏชัดเจนขึ้น แล้วนำมานับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ พบว่ามีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบทั้ง 12 จุด



ภาพที่ 18 แสดงภาพลักษณะของรอยลายนิ้วมือ ทั้ง 4 นิ้ว ที่ปรากฏบนวัสดุประเภทกระจกที่มีลักษณะพื้นผิวที่เปียก

จากภาพที่ 18 แสดงภาพลักษณะของรอยลายนิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว คือนิ้วหัวแม่มือซ้าย นิ้วชี้ซ้าย นิ้วหัวแม่มือขวา และนิ้วชี้ขวา ที่ปรากฏบนวัสดุประเภทกระจกที่มีลักษณะพื้นผิวที่เปียก การทดลองนี้ทำเพื่อทดสอบเบื้องต้น นว่า สารละลาย SPR สามารถหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียกได้จริง และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบทั้ง 12 จุด บนวัสดุประเภทกระจก

จากการศึกษาการทดลองเบื้องต้น ทดลองโดยนำกระจกที่มีรอยลายนิ้วมือของนิ้วหัวแม่มือซ้าย โดยให้นิ้วมือสัมผัสกับวัสดุด้วยน้ำหนัก 5 กรัม เป็นเวลา 5 วินาที แช่วัสดุไว้ในน้ำ DI เป็นเวลา 1 วัน 3 วัน 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน ทำซ้ำ 2 ครั้ง เมื่อครบกำหนด นำวัสดุขึ้นมา สเปรย์สารละลาย SPR ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยา 5 นาที แล้วจุ่มล้างน้ำ DI 3 ครั้ง ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองเบื้องต้น

วัสดุ	แช่น้ำ DI (วัน)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
กระจก	1	12	12
	3	12	12
	7	10	10
	14	6	6
	30	3	3

จากตารางที่ 2 แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองเบื้องต้น โดยนำกระจกที่มีรอยลายนิ้วมือของนิ้วหัวแม่มือซ้าย แช่วัสดุไว้ในน้ำ DI เป็นเวลา 1 วัน 3 วัน 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน เพื่อทดสอบเบื้องต้นว่า สารละลาย SPR สามารถหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียกที่แช่ไว้ในน้ำได้จริง และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ครบทั้ง 12 จุดและจำนวนของ จุดลักษณะสำคัญพิเศษก็ลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป บนวัสดุประเภทกระจก เมื่อได้ผลการทดลองออกมา ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการทดลองกลุ่มทดลองโดยการปรับเปลี่ยนเป็นแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เพราะอยากทราบว่าหลังจากแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 เดือน จะยังสามารถตรวจพบลายนิ้วมือได้อีกหรือไม่ (ภาพรอยลายนิ้วมือดังแสดงในภาคผนวก ข)

วิธีการทดลองของ กลุ่มทดลอง (ดังแสดงในข้อ 2.3.2.3) ซึ่งจะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียกทั้ง 5 ชนิด (ดังแสดงในข้อ 2.3.3) และศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็มและน้ำจืดต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก (ดังแสดงในข้อ 2.3.4)

3.3 การศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจมน้ำต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเพื่อดูผลของระยะเวลาที่ต่างกันของการจมน้ำของวัสดุกับการปรากฏของลายนิ้วมือแฝง ในการทดลองแช่วัสดุประเภทกระจก พลาสติก หนัง เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ ผ่านกระบวนการ พ่นสีรถยนต์ ลงในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่างเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทกระจก ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่าง มีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งสองนิ้วยกเว้น น้ำจากบึงศรีตรัง ที่นับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้แค่นิ้วหัวแม่มือเท่านั้น ส่วนนิ้วชี้ไม่สามารถนับได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของ วัสดุประเภท พลาสติก ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่างมีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้แค่นิ้วหัวแม่มือที่แช่ในน้ำทะเลเท่านั้น ส่วนในตัวอย่างน้ำอื่นๆ ไม่สามารถนับได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่างมีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งสองนิ้วยกเว้น น้ำจากบึงศรีตรัง ที่นับจำนวนจุดลัก ษณะสำคัญพิเศษได้แค่นิ้วชี้ เท่านั้น ส่วนนิ้วหัวแม่มือไม่สามารถนับได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ส่วนวัสดุ ประเภทหนังและเหล็กกล้าไร้สนิม มีรอยลายนิ้วมือปรากฏจางๆ ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทกระจก ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่าง มีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งสองนิ้ว ในน้ำ DI น้ำจากอ่างเก็ บน้ำ และน้ำจากสวนสาธารณะ น้ำจากทะเลนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้แค่นิ้วหัวแม่มือเท่านั้น ส่วนนิ้วชี้ไม่สามารถนับได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR และน้ำจากบึงศรีตรังไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ลักษณะ

ลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่างมีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งสองนิ้วในน้ำ DI น้ำจากอ่างเก็บน้ำ และน้ำจากสวนสาธารณะ ใน น้ำจากบึงศรีตรัง และน้ำจากทะเล ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ได้เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ส่วนลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภท พลาสติก หนังและเหล็กกล้าไร้สนิม มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ จางๆ ทำให้ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทกระจก ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่างมีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งสองนิ้วในน้ำ DI น้ำจากอ่างเก็บน้ำ และน้ำจากสวนสาธารณะ น้ำจากทะเลนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้แค่นิ้วหัวแม่มือเท่านั้น ส่วนนิ้วชี้ไม่สามารถนับได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุ หลังจากสเปรย์สารละลาย SPR และน้ำจากบึงศรีตรังไม่ สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่างมีลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งสองนิ้วในน้ำ DI เท่านั้น ส่วนน้ำจากอ่างเก็บน้ำ น้ำจากสวนสาธารณะ น้ำจากบึงศรีตรังและน้ำจากทะเล ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR ส่วนลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของ วัสดุประเภท พลาสติก หนังและเหล็กกล้าไร้สนิม มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ จางๆ จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Polimeni และคณะ (2004) ได้ทำการวิจัยโดยใช้เทคนิค Small Particle Reagent (SPR) เพื่อใช้หาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียก 3 ชนิด คือ พลาสติก (Vinyl acetate) แก้ว และโลหะที่ทาสี (โลหะที่ใช้ทำรถยนต์) โดยนำวัสดุไปแช่ในน้ำ DI ที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน โดยแช่ไว้นาน 30 วัน ผลการทดลองออกมาชัดเจน ในแต่ละวัสดุ แ ต่ละพื้นผิวไม่มีความแตกต่างของลักษณะลายนิ้วมือที่ปรากฏ ส่วนใหญ่ลักษณะที่แตกต่างที่สังเกตได้จะเกี่ยวข้องกับจำนวนของร่องรอยที่เหลือของลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลที่นำมาทดลอง ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากความแตกต่างขององค์ประกอบทางกายภาพของเจ้าของนิ้วมือ เช่น ไขมัน เหงื่อ (Polimeni *et al.*, 2004)

เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 2 เดือน และ 3 เดือน พบว่าลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทกระจก พลาสติก และโลหะที่ผ่านกระบวนการ พ่นสีรถยนต์ที่แช่ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่าง มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ จางๆ จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ ส่วนวัสดุประเภทหนังและเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

ลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทกระจก พลาสติกและโลหะ ที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ จะมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป ส่วนวัสดุประเภทหนังและเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือป รากฏ จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ ซึ่งเมื่อเทียบจำนวนจุ ดลักษณะสำคัญพิเศษกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิ เศษลดน้อยลง ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ทำการทดลอง 3 ครั้ง เลือกผลการทดลองมา 1 ครั้ง เพื่อมาทำเป็นตาราง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง

วัสดุ	ระยะเวลา / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากอ่างเก็บน้ำ		น้ำจากสวนสาธารณะ		น้ำจากบึงศรีตรัง		น้ำจากทะเล	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1 สัปดาห์	10	10	11	10	12	4	7	0	7	7
	2 สัปดาห์	6	5	11	8	2	3	0	0	7	0
	1 เดือน	3	4	7	5	2	2	0	0	3	0
	2 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
พลาสติก	1 สัปดาห์	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	2 สัปดาห์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนัง	1 สัปดาห์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 สัปดาห์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1 สัปดาห์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 สัปดาห์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1 สัปดาห์	12	12	10	5	10	11	0	4	6	9
	2 สัปดาห์	10	6	4	4	4	3	0	0	0	0
	1 เดือน	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 เดือน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

จากการศึกษา หาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียกด้วย วิธีปัดด้วยผงฝุ่น ทำการทดลองโดย เมื่อนำวัสดุขึ้นจากน้ำ ต้องวางชิ้นวัสดุไว้ให้แห้งก่อนแล้วจึงปัดด้วยผงฝุ่น ผลการทดลอง พบว่า วัสดุประเภทกระจก ที่แช่ไว้ในน้ำ DI เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน มีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมีจำนวนลดน้อยลงเมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้น ส่วนวัสดุประเภทกระจก ที่แช่ไว้ในน้ำจากบึงศรีตรัง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน พบว่า มีรอยลายนิ้วมือปรากฏจาง ๆ และนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เฉพาะที่แช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เท่านั้น หลังจากนั้นไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากปัดด้วยผงฝุ่น ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษบนวัสดุประเภทกระจกจากการปัดด้วยผงฝุ่น

วัสดุ	ระยะเวลา / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากบึงศรีตรัง	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1 สัปดาห์	7	6	3	3
	2 สัปดาห์	6	4	0	0
	1 เดือน	3	4	0	0

จากการศึกษาหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียกโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธี SPR กับ วิธีปัดด้วยผงฝุ่น วิธี SPR เมื่อนำวัสดุขึ้นจากน้ำแล้วสเปรย์สาร SPR ทันที ส่วนวิธีปัดด้วยผงฝุ่น เมื่อนำวัสดุขึ้นจากน้ำแล้วต้องวางชิ้นวัสดุไว้ให้แห้งก่อนแล้วจึงปัดด้วยผงฝุ่น เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ของการหารอยลายนิ้วมือทั้งสองวิธี พบว่า ผลการทดลองที่แช่วัสดุไว้ใ นน้ำ DI ให้ผลการทดลองที่เหมือนกันทั้ง 2 วิธี คือ มีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมีจำนวนลดน้อยลงเมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้น แต่ผลการทดลองต่างกันตรงที่จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจหาได้จากการปัดด้ วยผงฝุ่นมีจำนวนน้อยกว่าวิธี SPR ส่วนผลการทดลองที่แช่วัสดุไว้ในน้ำจากบึงศรีตรัง ให้ผลการทดลองที่เหมือนกันทั้งสองวิธี คือ สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เฉพาะที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์เท่านั้น เมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้นจะไม่สามารถหารอยลาย นิ้วมือได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอย

ลายนิ้วมือปรากฏขึ้นหลังจากปัดด้วยผงฝุ่น วิธีปัดด้วยผงฝุ่น มีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษน้อยกว่าวิธี SPR และวิธีปัดด้วยผงฝุ่นยังใช้เวลาในการหารอยลายนิ้วมือแฝงมากกว่าวิธี SPR อีกด้วย

3.4 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำเค็ม และน้ำจืด ต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก

การทดลองนี้เป็นการศึกษาเพื่อดูความแตกต่างของน้ำเค็มและน้ำจืดต่อความคงทนของลายนิ้วมือแฝง ในการทดลองแช่วัสดุทุกประเภทลงในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำ DI น้ำจากอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ น้ำจากบึงน้ำสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ น้ำจากบึงศรีตรัง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และน้ำจากทะเลสงขลา บริเวณหาดชลาทัศน์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบว่า น้ำ DI มีค่า pH 5 อุณหภูมิ 28.8 °C วัสดุประเภทกระจกและโลหะ ที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์และ 1 เดือน จะมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป ส่วนวัสดุประเภทพลาสติก หนัง และ เหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

น้ำจากอ่างเก็บน้ำมอ . มีค่า pH 5 อุณหภูมิ 29 °C วัสดุประเภทกระจก มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์และ 1 เดือน และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ที่แช่น้ำไว้ เป็นเวลา 1 สัปดาห์และ 2 สัปดาห์ จะมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป ส่วนวัสดุประเภทพลาสติก หนัง และเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ บนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

น้ำจากบึงน้ำสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่า pH 6 อุณหภูมิ 28.8 °C วัสดุประเภทกระจก มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์และ 1 เดือน และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์และ 2 สัปดาห์ จะมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป ส่วนวัสดุประเภทพลาสติก

หนัง และเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

น้ำจากบึงศรีตรัง มีค่า pH 7 อุณหภูมิ 28.8 °C วัสดุประเภทกระจก มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ บนนิ้วหัวแม่มือ ที่แช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์เท่านั้น และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้บนนิ้วชี้ ที่แช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์เท่านั้น ส่วนที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะน้ำในบึงศรีตรัง คณะแพทยศาสตร์นั้น เป็นน้ำที่มาจากการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จัดเป็นพื้นที่แหล่งน้ำนิ่งและเป็นน้ำจืด ทั้งยังทำหน้าที่กักกรองสารพิษที่ปนเปื้อนมากับน้ำ เป็นแหล่งความหลากหลายทางกายภาพและชีวภาพที่สำคัญต่อวงจรชีวิตของพืชและสัตว์นานาชนิด ซึ่งเมื่อนำชิ้นวัสดุขึ้นมาจาก น้ำหลังจากแช่วัสดุไว้ 2 สัปดาห์ พบว่ามีคราบสกปรกเคลือบอยู่บนชิ้นวัสดุ จึงทำให้ไม่สามารถหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ ส่วนวัสดุประเภทพลาสติก หนัง และเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้

น้ำจากทะเล มีค่า pH 8 อุณหภูมิ 28.8 °C วัสดุประเภทกระจก มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ที่แช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์ และมีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้บนนิ้วหัวแม่มือ ที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์และ 1 เดือน วัสดุประเภท พลาสติก มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้บนนิ้วหัวแม่มือ ที่แช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์เท่านั้น ส่วนโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ มีรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ที่แช่ไว้ 1 สัปดาห์เท่านั้น ส่วนวัสดุประเภทหนัง และเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏ บนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ และวัสดุทุกประเภทเมื่อแช่น้ำทั้ง 5 ตัวอย่างน้ำไว้เป็นเวลา 2 และ 3 เดือน พบว่ามีรอยลายนิ้วมือปรากฏ แต่ไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เนื่องจากลายนิ้วมือที่ปรากฏนั้นจางมาก และจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่สามา รถมองเห็นได้จากการทดลองกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 บทสรุป

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษา การตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียกโดย ใช้เทคนิค SPR ซึ่งเป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Polimeni *et al*., 2004 พบว่า ในการทดลองกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นการใช้เทคนิค SPR หาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวแห้ง บนผิววัสดุทั้ง 5 ประเภท วัสดุประเภทกระจกและโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ นับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ 12 จุด ส่วนวัสดุประเภทพลาสติก หนัง และเหล็กกล้าไร้สนิม นับจำนวน จุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เพียงบางส่วน จุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ นับได้นี้ใช้เป็นจุดอ้างอิงในการหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียกในการทดลองกลุ่มทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ใช้พิมพ์มือที่ได้ผลการนับจุดลักษณะพิเศษ 100% เป็นจุดอ้างอิงในการหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียก ในการทดลองกลุ่มทดลอง เพราะว่าผู้ทำการทดลองอยากได้ลักษณะการเกิดรอยลายนิ้วมือและจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่เกิดจากการนับได้บนผิวของวัสดุแต่ละชนิดจริงๆ เพื่อให้ทราบได้ว่าเมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำทั้ง 5 ตัวอย่าง ในเวลาต่างๆ กันแล้วนำมาหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค SPR ผลการทดลองที่ได้ออกมาจะมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเหมือนเดิมหรือไม่

ในการทดลองกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบผลของระยะเวลาที่ต่างกันของการจมน้ำของวัสดุ เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน พบว่าลักษณะลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนผิววัสดุจะมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลดน้อยลงทั้งบนนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้

การศึกษาเพื่อดูความแตกต่างของน้ำเค็มและน้ำจืดต่อความคงทนของลายนิ้วมือ พบว่า ลายนิ้วมือแฝงในน้ำเค็มและน้ำจืด มีการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน คือเมื่อแช่วัสดุลงในน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน ในน้ำจืดทั้ง 4 ตัวอย่าง พบรอยลายนิ้วมือแฝง และสามารถนับจำนวน จุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ทั้งบนวัสดุประเภท

กระจกและโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ยกเว้นน้ำจากบึงศรีตรังที่พบรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนผิวของวัสดุประเภทกระจกและโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์เฉพาะที่แช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์เท่านั้น ส่วนในน้ำเค็ม พบรอยลายนิ้วมือปรากฏ และสามารถนับจำนวน จุดลักษณะสำคัญพิเศษบนวัสดุประเภทกระจก ที่แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ 2 สัปดาห์ และ 1 เดือน วัสดุประเภทพลาสติกและ โลหะ ที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ พบเฉพาะที่แช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์เท่านั้น เมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลา 2 เดือน และ 3 เดือน ทั้ง 5 ตัวอย่าง ไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏบนผิวของวัสดุหลังจากสเปรย์สารละลาย SPR จึงไม่สามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ได้บนผิววัสดุทั้ง 5 ประเภท ที่แช่ในน้ำเค็มและน้ำจืดมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษลด น้อยลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป

การศึกษาหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียกโดยเปรียบเทียบระหว่าง วิธี SPR กับ วิธีปัดด้วยผงฝุ่น วิธี SPR เมื่อนำวัสดุขึ้นจากน้ำแล้วสเปรย์สาร SPR ทันที ส่วนวิธีปัดด้วยผงฝุ่น เมื่อนำวัสดุขึ้นจากน้ำแล้วต้องวางชิ้นวัสดุไว้ให้แห้งก่อนแล้วจึงปัดด้วยผงฝุ่น เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ ของการหารอยลายนิ้วมือทั้งสองวิธี พบว่า ผลการทดลองที่แช่วัสดุไว้ในน้ำ DI ให้ผลการทดลองที่เหมือนกันทั้ง 2 วิธี คือมีรอยลายนิ้วมือปรากฏและสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมีจำนวนลดน้อยลงเมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้น แต่ผลการทดลองต่างกันตรงที่จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจหาได้จากการปัดด้วยผงฝุ่นมีจำนวนน้อยกว่าวิธี SPR ส่วนผลการทดลองที่แช่วัสดุไว้ในน้ำจากบึงศรีตรัง ให้ผลการทดลองที่เหมือ นกันทั้ง 2 วิธี คือสามารถนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้เฉพาะที่แช่น้ำไว้เป็น เวลา 1 สัปดาห์เท่านั้น เมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้นจะไม่สามารถหารอยลายนิ้วมือได้ เนื่องจากว่าไม่มีรอยลายนิ้วมือปรากฏขึ้นหลังจากปัดด้วยผงฝุ่น สรุปได้ว่าเทคนิค SPR สามารถหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุพื้นผิวเปียกได้ดีบนวัสดุประเภทกระจกและโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

ผลการทดลองที่ได้ออกมาทำให้ทราบว่าจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อแช่วัสดุประเภทกระจกและโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ไว้ในน้ำเป็นเวลานานขึ้น วัสดุประเภท พลาสติก หนัง และเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่สามารถ ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้เมื่อแช่วัสดุไว้ในน้ำ

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

1. ในขั้นตอนของการถ่ายภาพ สภาพแวดล้อมในการถ่ายภาพมีระดับแสง ไม่สม่ำเสมอกัน และใช้แฟลชในการถ่ายภาพได้เฉพาะกับวัสดุบางชนิดเท่านั้น
2. ในการเตรียมสารละลาย SPR ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้ เพราะว่าสารละลาย SPR ไม่สามารถเก็บไว้ใช้ได้นานเกิน 1 เดือน
3. หลักเกณฑ์ในการนับจุด ลักษณะสำคัญพิเศษ อาจไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ เพราะว่าผู้ทำการทดลองไม่ได้เป็นผู้ชำนาญการ
4. ผลการทดลองในการทำซ้ำ 3 ครั้ง ออกมาไม่เท่ากัน

4.2.2 การแก้ไขปัญหา

1. ในขั้นตอนของการถ่ายภาพ สภาพแวดล้อมในการถ่ายภาพมีระดับแสงไม่สม่ำเสมอกัน และใช้แฟลชในการถ่ายภาพได้เฉพาะบางวัสดุเท่านั้น เพราะว่ามีวัสดุประเภทกระจก เหล็กกล้าไร้สนิม และโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์ ถ้าใช้แฟลชแล้วมันจะสะท้อนแสง ทำให้มองไม่เห็นรูปลายนิ้วมือเลย การแก้ไขปัญหาควรมีห้องไว้สำหรับถ่ายภาพวัสดุประเภทนี้โดยเฉพาะ เพื่อจะทำให้ภาพที่ได้มีความคมชัดมากขึ้น
2. ในการเตรียมสารละลาย SPR ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้ เพราะว่าสารละลาย SPR ไม่สามารถเก็บไว้ใช้ได้นานเกิน 1 เดือน การทำวิจัยครั้งนี้จึงผสมสารละลาย SPR ให้มีปริมาตรพอดีกับการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อเป็นการประหยัดสารเคมี และเพื่อให้ผลการทดลองของเราถูกต้อง
3. หลักเกณฑ์ในการนับจุด ลักษณะสำคัญพิเศษ เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ เพียงพอ ควรใช้เครื่องมือคือเครื่องตรวจหาลายนิ้วมือแฝงโดยระบบอัตโนมัติ หรือผู้ชำนาญทางด้านตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงเป็นผู้ตรวจ
4. ผลการทดลองในการทำซ้ำ 3 ครั้งได้ผลไม่เท่ากัน อาจเกิดจาก เมื่อสเปรย์สารละลาย SPR แล้วรอยลายนิ้วมือปรากฏขึ้นมาไม่ชัดเจนจึงนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ไม่เท่ากันในแต่ละซ้ำ ผู้ทำการทดลองจึงเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุดมา 1 ครั้ง เพื่อทำเป็นตารางแสดงผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ทัณฑสถานโรงพยาบาลราชทัณฑ์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
www.hosdoc.com/staff/Contents/07-Fingerprint/FP-content-main.htm
(วันที่สืบค้น 27 ตุลาคม 2551)

เพ็ญทิพย์ สุตธรรม. 2552. การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนกระดาษหลายชนิดด้วย 1,2-indanedione. Veridian E Silpakorn University. 2, 1 (เดือนสิงหาคม)

สันติ์ สุขวัจน์, พ.ต.อ.. 2550. พิสูจน์หลักฐาน 1. ส่วนวิชาการสืบสวนและสอบสวน กองบังคับการวิชาการ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ.

สมทรง ณ นคร และ โสภชา ภูสนิท . เอกสารประกอบการสอนวิชานิติวิทยาศาสตร์เบื้องต้น 300302 ปีการศึกษา 2548.

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์, พล.ต.ท.. 2544. นิติวิทยาศาสตร์ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ดาวฤกษ์ จำกัด: กรุงเทพฯ. จำนวน 340 หน้า.

Cuce`, P., Polimeni, G., Lazzaro, A.P. and De Fulvio, G., 2004. Small particle reagents technique can help to point out wet latent fingerprints: Forensic Science International 146S: S7–S8.

Digital Persona White Paper: Guide to fingerprint identification.
URL: www.digitalpersona.com/ May 1998. 15 pp.
(Accessed Date: 27 January 2010).

Fingerprints and palmar dermatoglyphics.
http//www.edcampbell.com/PalmD-History.htm.
(Accessed date: 2 February 2010).

Frank, A., and Almog, J.. 1993. Modified SPR for latent fingerprint development on wet and dark objects: Journal of Forensic Identification 43, 240–244.

Jasuja, O.P., Singh, Gagan Deep., Sodhi, G.S. 2008. Small particle reagents: Development of fluorescent variants: Science and Justice 48, 141-145.

Kolar-Gregoric, T. 2003. Development of new SPR formulations for processing latent fingerprints. Abstract in Proceedings of the 3rd European Academy of Forensic Science Meeting. September 22–27. Istanbul. Turkey. vol. 136 (Suppl.1). Forensic Science International. 2003. p. 130.

Onstwedder, J. and Gamboe, T.E. 1989. Small particle reagent: developing latent prints on water soaked firearms and effect on firearm analysis: Journal of Forensic Sciences 34: 321–327.

Penrose, LS. and Ohara, RT. 1973. The development of the epidermal ridges: Journal of Medical Genetics 10: 201-208.

Polimeni, G., Feudale Foti, B., Saravo, L. and De Fulvio, G. 2004. A novel approach to identify the presence of fingerprints on wet surfaces: Forensic Science International 146S: S45-S46.

[Online] available from the internet URL: www.barascienctific.com/article/Forensice/forensic.php (Accessed Date: 20 November 2009).

[Online] available from the internet URL: www.cap.tcu.edu (Accessed Date: 2 December 2009).

[Online] available from the internet URL: http://www.redwop.com/technotes.asp?ID=75 (Accessed Date: 20 November 2009).

[Online] available from the internet URL:
http://www.securityprousa.com/black-spr-spray-500-ml-1-2766.html
(Accessed Date: 15 January 2010).

Valentine GH. The chromosome disorders: an introduction for clinicians. 3rd edition. William Heinemann Medical Book Limited. London. 1975. pp. 63-75.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง

1. แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มควบคุม

วัสดุ	ชิ้นที่	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	12	12
	2	12	12
	3	12	12
พลาสติก	1	8	6
	2	8	6
	3	8	6
หนัง	1	6	4
	2	6	4
	3	6	4
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	12	8
	2	12	8
	3	12	8
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	12	12
	2	12	12
	3	12	12

2. แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง

วัสดุตัวอย่างแช่น้ำ 1 สัปดาห์

ส่วนที่ 1

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากอ่างเก็บน้ำ		น้ำจากสวนสาธารณะ	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	10	10	12	10	12	4
	2	10	10	11	12	10	7
	3	10	2	7	9	9	6
พลาสติก	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	12	9	4	4	9
	2	12	12	8	5	8	11
	3	12	12	10	3	10	7

ส่วนที่ 2

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำจากบึงศรีตรัง		น้ำจากทะเล	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	3	2	7	7
	2	3	0	10	7
	3	7	0	8	7
พลาสติก	1	0	0	0	0
	2	0	0	3	0
	3	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	0	6	9
	2	0	0	0	0
	3	0	4	2	0

3. แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง

วัสดุตัวอย่างแช่น้ำ 2 สัปดาห์

ส่วนที่ 1

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากอ่างเก็บน้ำ		น้ำจากสวนสาธารณะ	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	11	6	0	3
	2	1	2	3	2	0	1
	3	6	5	4	8	2	2
พลาสติก	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	3	4	7	10	0	3
	2	10	6	3	2	4	0
	3	7	5	4	4	3	1

ส่วนที่ 2

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำจากบึงศรีตรัง		น้ำจากทะเล	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	0	0
	2	0	0	8	4
	3	0	0	0	0
พลาสติก	1	0	0	0	0
	2	0	0	3	0
	3	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0

4. แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง

วัสดุตัวอย่างแช่น้ำ 1 เดือน

ส่วนที่ 1

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากอ่างเก็บน้ำ		น้ำจากสวนสาธารณะ	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	3	4	7	5	6	2
	2	12	6	7	5	0	0
	3	6	3	0	4	0	0
พลาสติก	1	0	0	3	0	5	6
	2	0	0	3	8	3	4
	3	0	0	0	0	0	2
หนัง	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	5	4	0	0	0	0
	2	5	4	0	5	0	0
	3	0	4	0	0	0	0

ส่วนที่ 2

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำจากบึงศรีตรัง		น้ำจากทะเล	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	3	0
	2	2	3	3	0
	3	0	0	3	0
พลาสติก	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	2	2	0	0
หนัง	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	4	0	0

5. แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง

วัสดุตัวอย่างแช่น้ำ 2 เดือน

ส่วนที่ 1

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากอ่างเก็บน้ำ		น้ำจากสวนสาธารณะ	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
พลาสติก	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0

ส่วนที่ 2

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำจากบึงศรีตรัง		น้ำจากทะเล	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
พลาสติก	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวน การพ่นสีรถยนต์	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0

6. แสดงจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการทดลองกลุ่มทดลอง

วัสดุตัวอย่างแช่น้ำ 3 เดือน

ส่วนที่ 1

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำ DI		น้ำจากอ่างเก็บน้ำ		น้ำจากสวนสาธารณะ	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
พลาสติก	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0

ส่วนที่ 2

วัสดุ	ชิ้นที่ / ตัวอย่างน้ำ	น้ำจากบึงศรีตรัง		น้ำจากทะเล	
		นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้
กระจก	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
พลาสติก	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
หนัง	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
เหล็กกล้าไร้สนิม	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
โลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0

ภาคผนวก ข

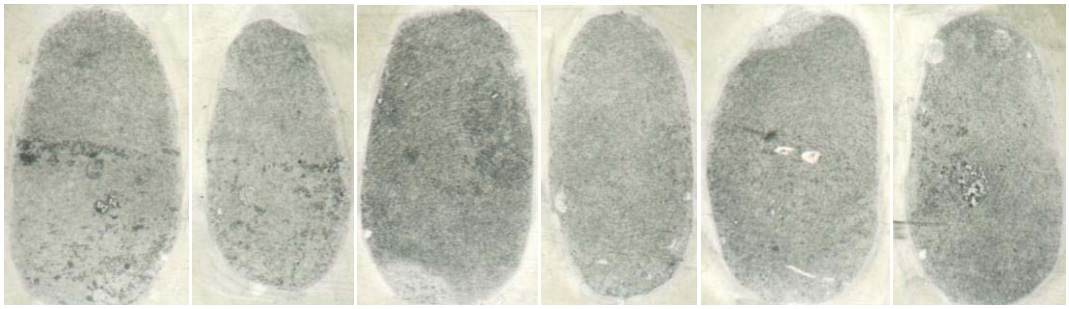
รูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏในกลุ่มควบคุมและในกลุ่มทดลอง

1. รูปรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏในกลุ่มควบคุม

1.1 วัสดุประเภทกระจก

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

1.2 วัสดุประเภทพลาสติก

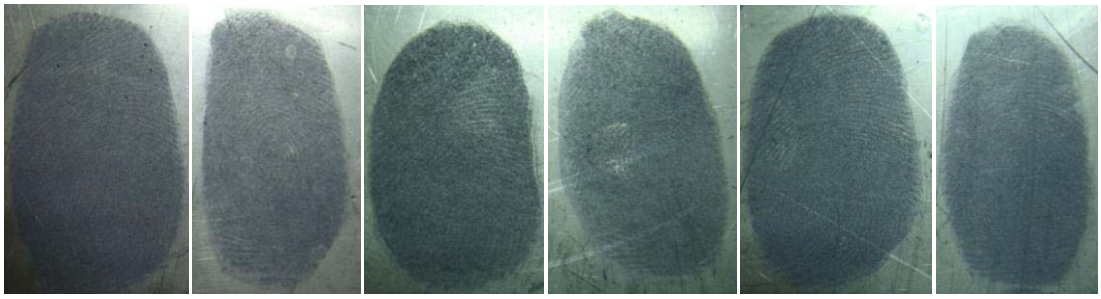


ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

1.3 วัสดุประเภทหนัง

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

1.4 วัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

1.5 วัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2. รูปวัสดุทั้ง 5 ประเภท ที่แช่น้ำไว้ในกลุ่มทดลอง

2.1 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในน้ำ DI

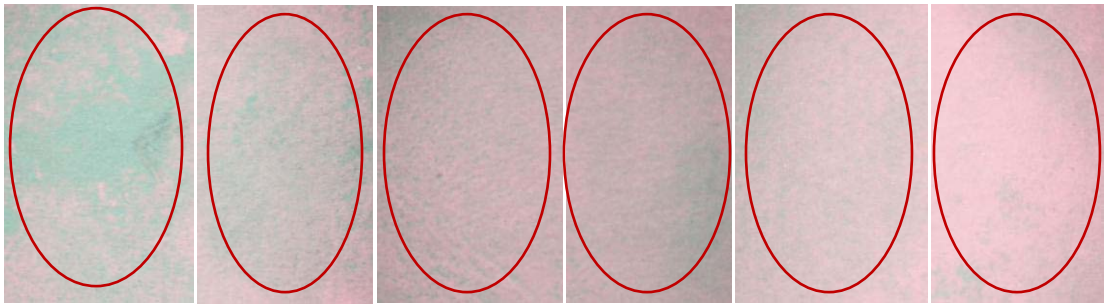
2.1.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.1.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก

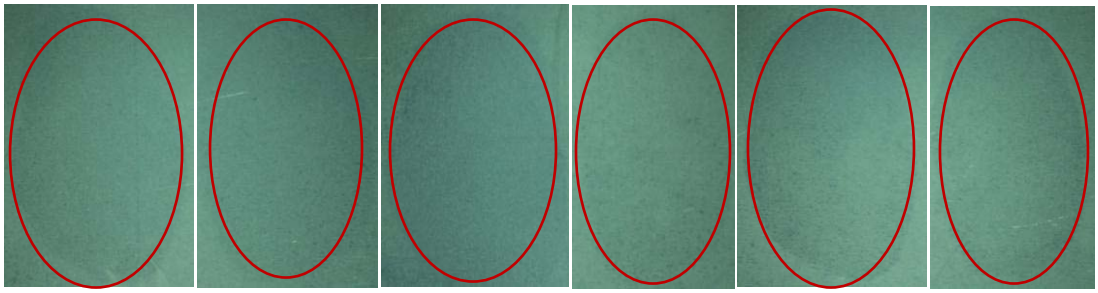
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.1.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



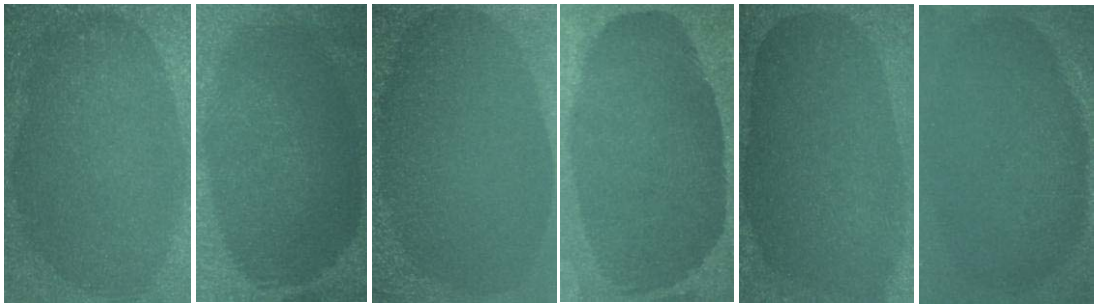
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.1.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.1.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



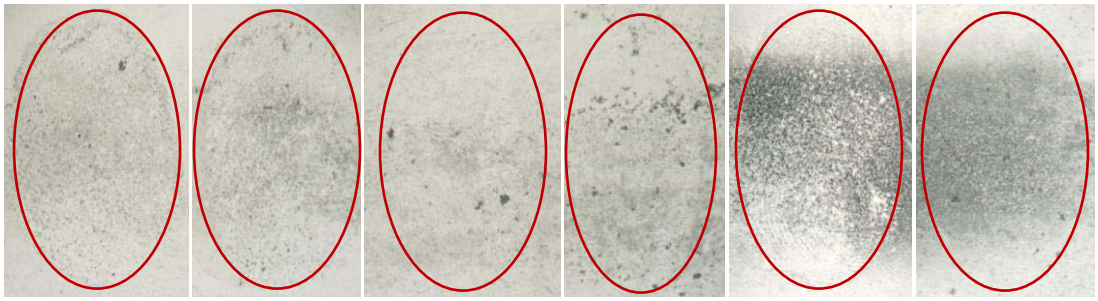
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.2 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในน้ำจากอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.2.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

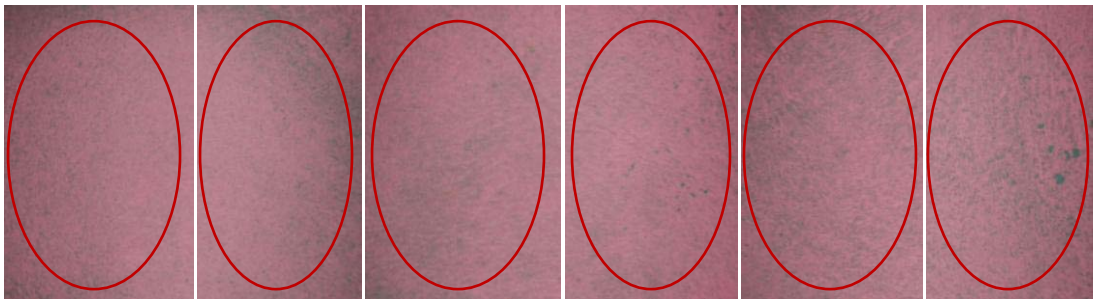
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.2.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



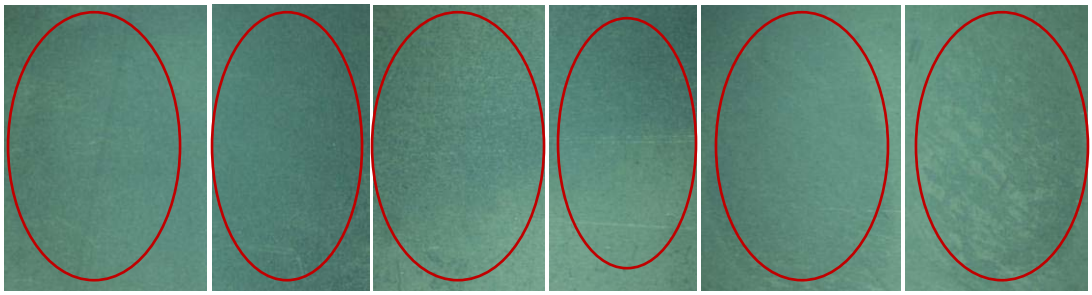
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.2.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



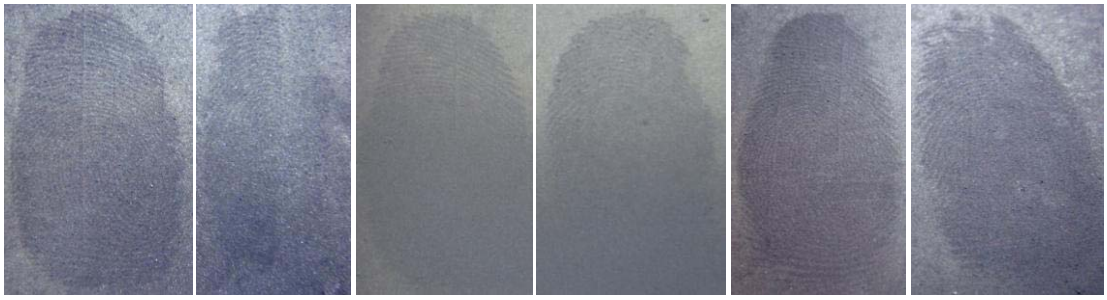
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.2.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.2.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



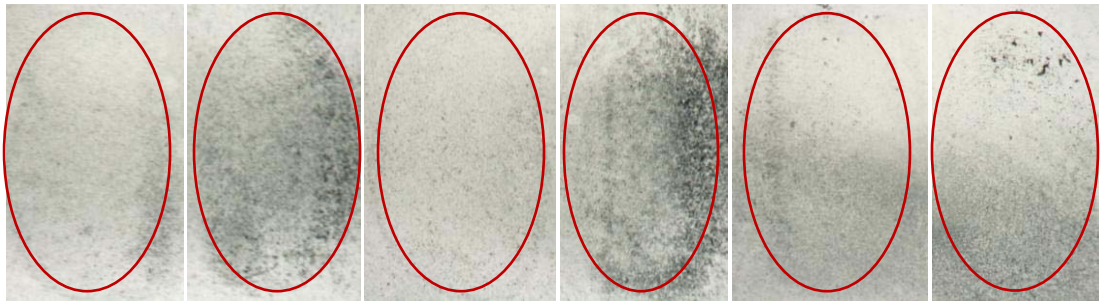
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.3 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในน้ำจากสวนสาธารณะ

2.3.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

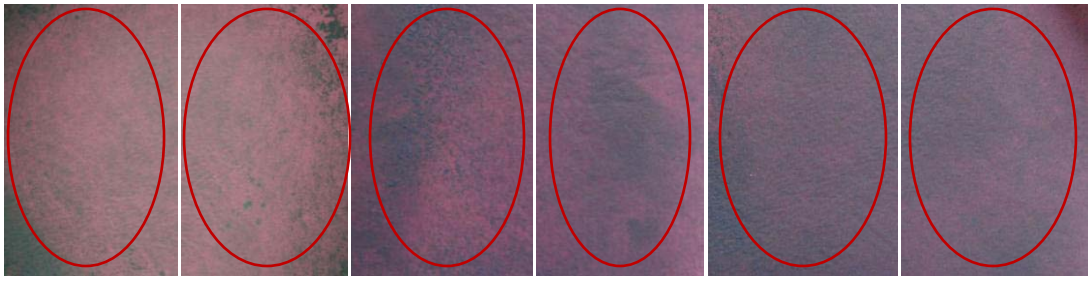
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.3.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



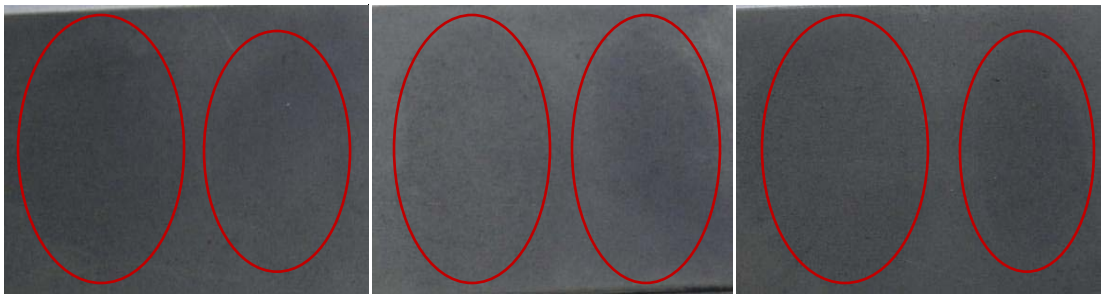
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.3.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



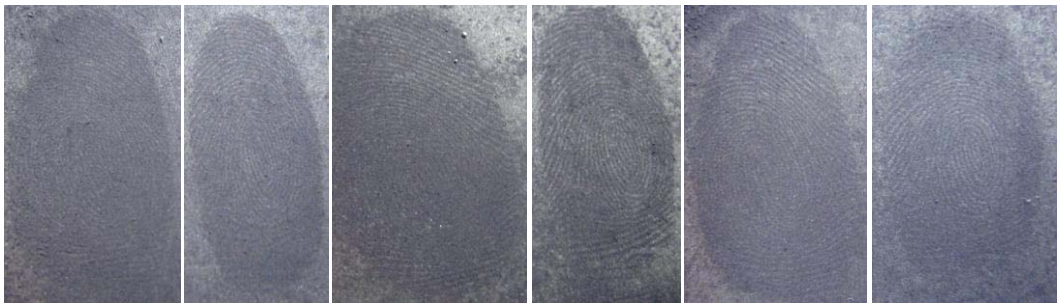
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.3.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.3.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



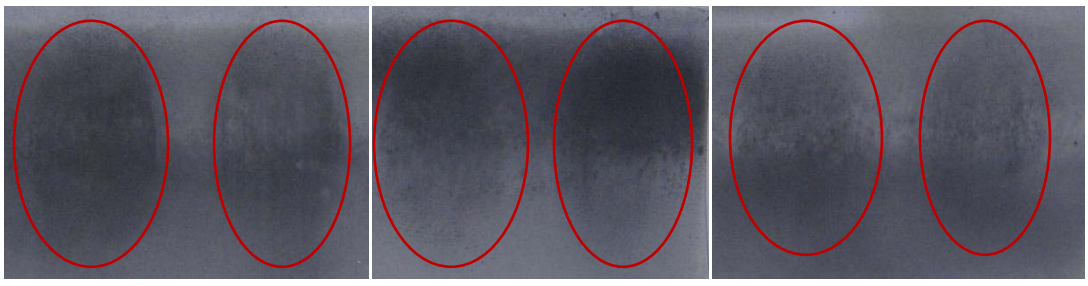
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.4 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในน้ำจากบึงศรีตรัง

2.4.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

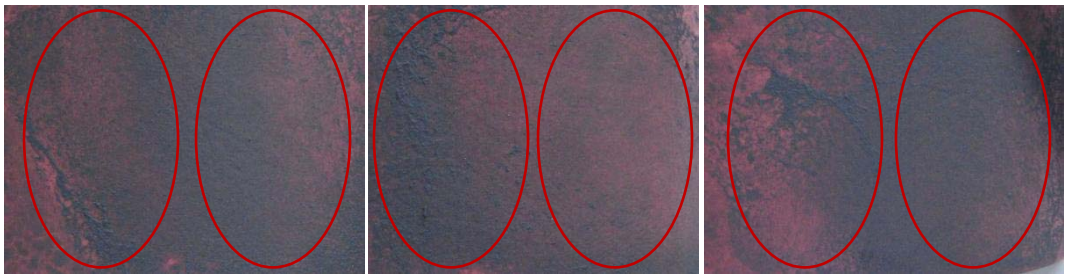
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.4.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



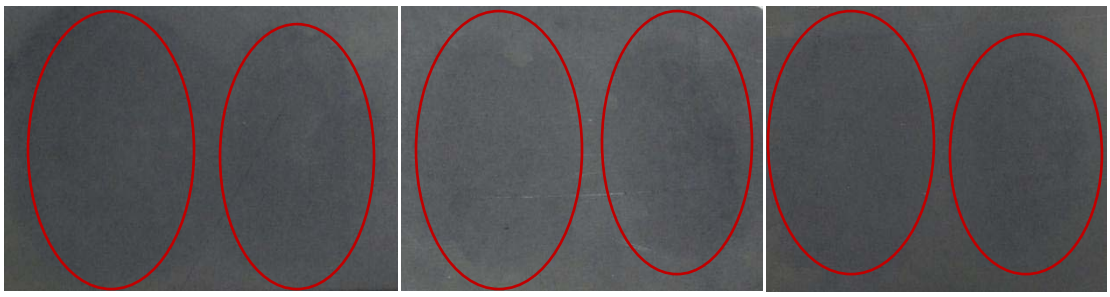
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.4.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



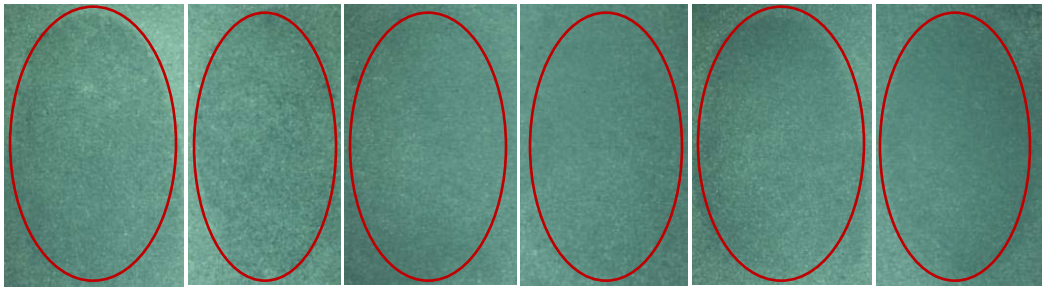
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.4.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.4.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



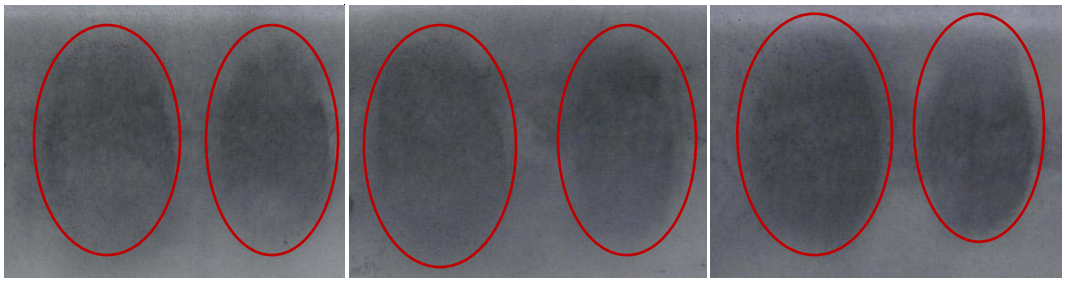
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.5 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในน้ำจากทะเล

2.5.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

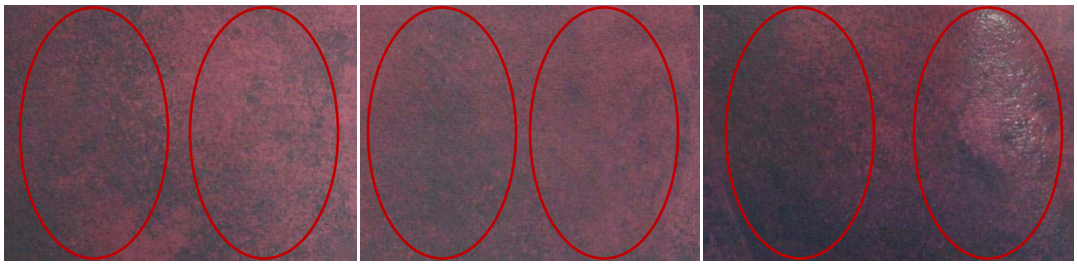
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.5.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



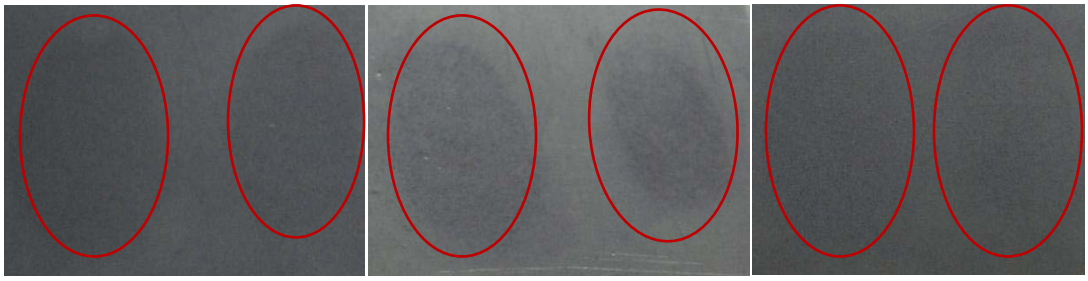
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.5.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



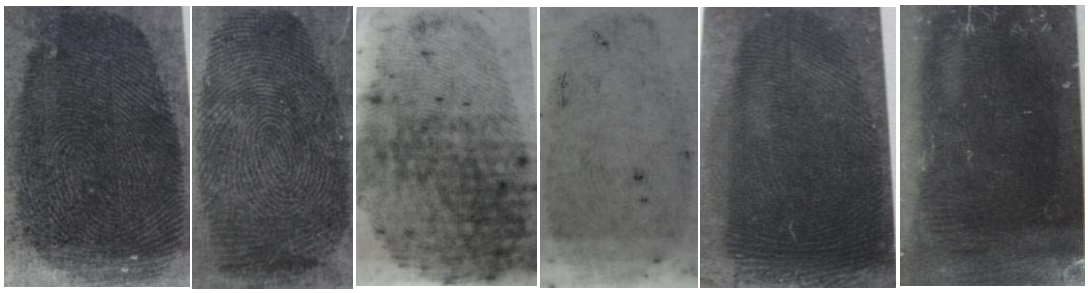
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.5.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

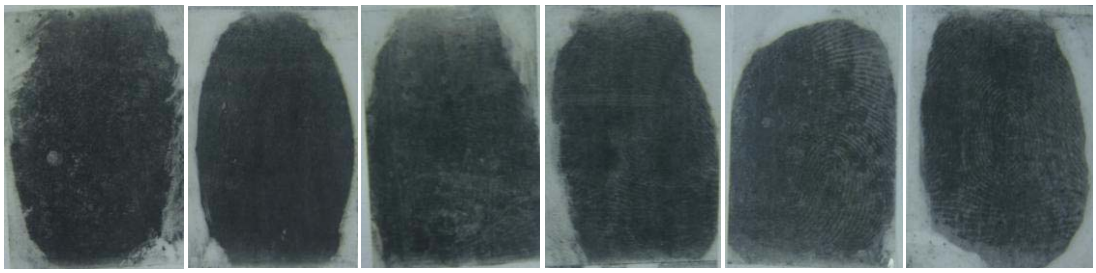
2.5.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

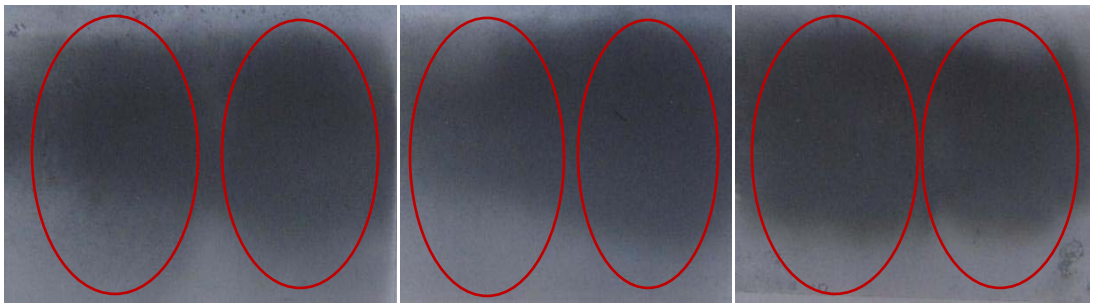
2.6 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในน้ำ DI

2.6.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



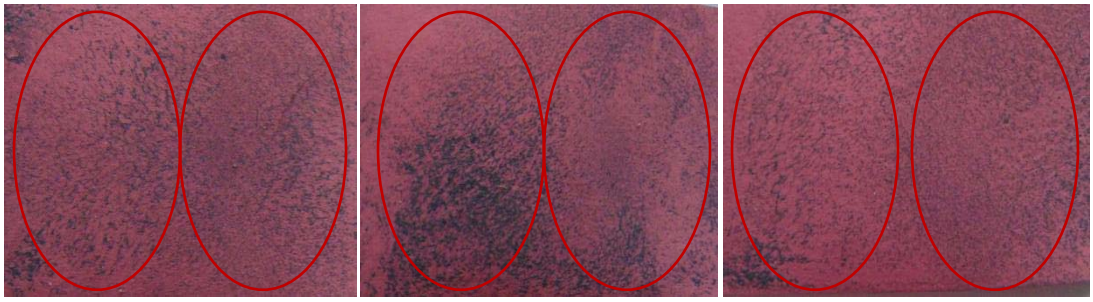
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.6.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



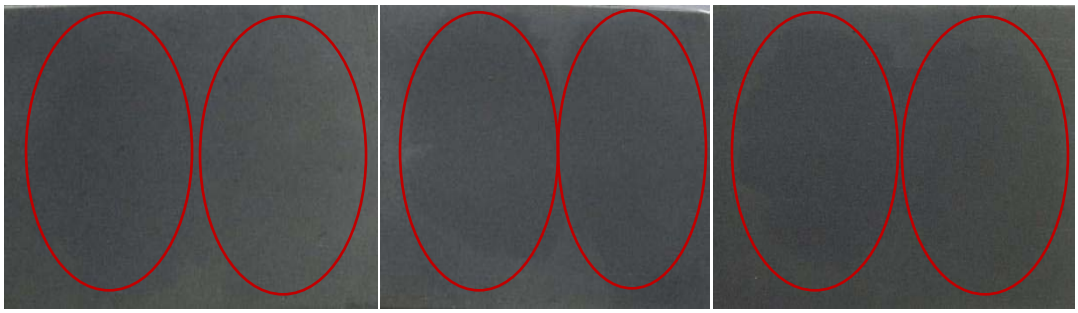
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.6.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



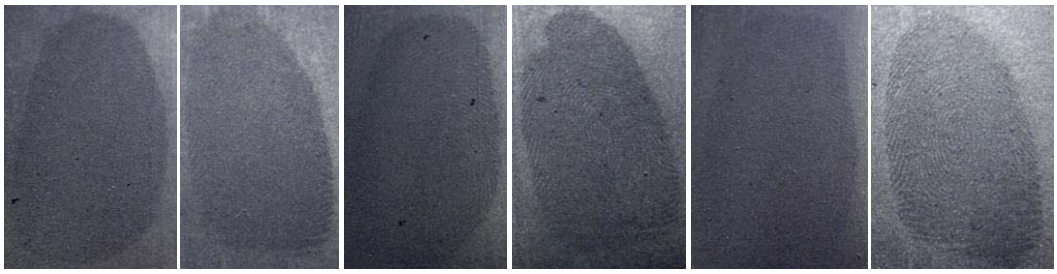
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.6.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

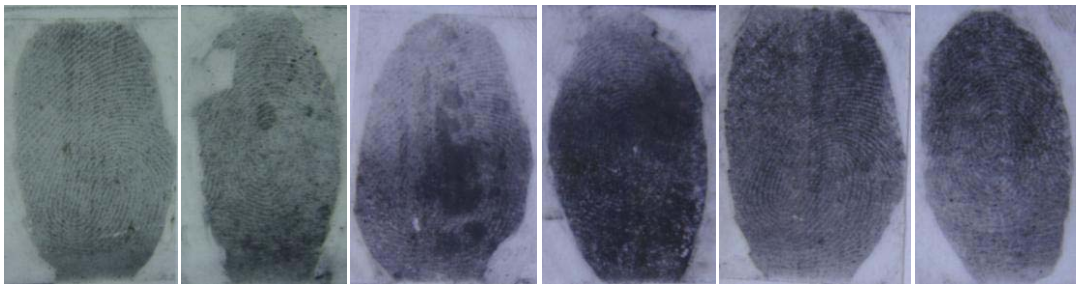
2.6.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

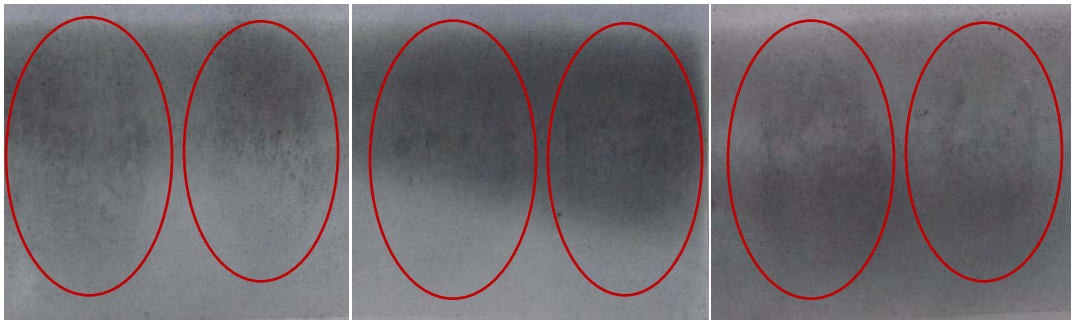
2.7 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในน้ำจากอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.7.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



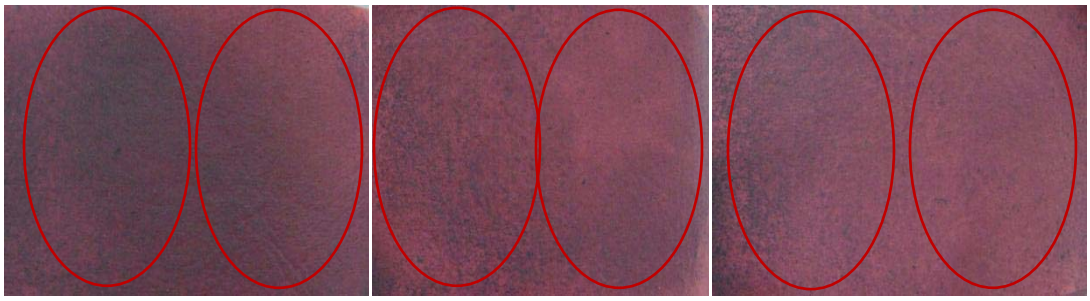
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.7.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



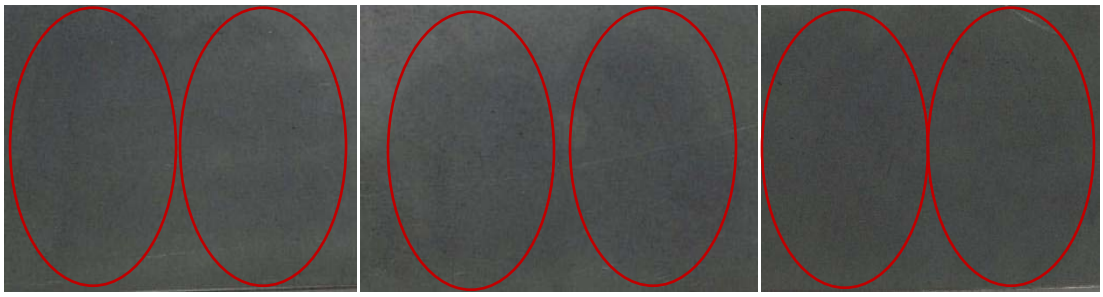
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.7.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



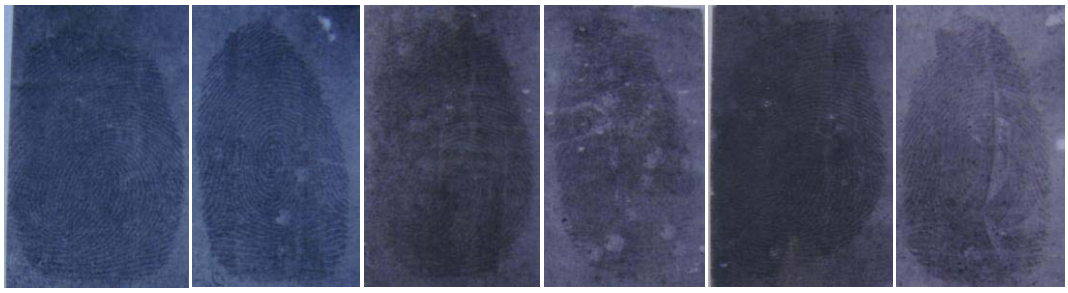
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.7.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

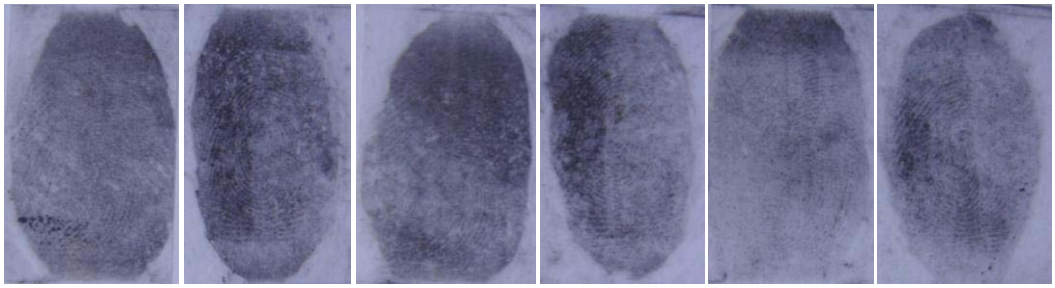
2.7.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

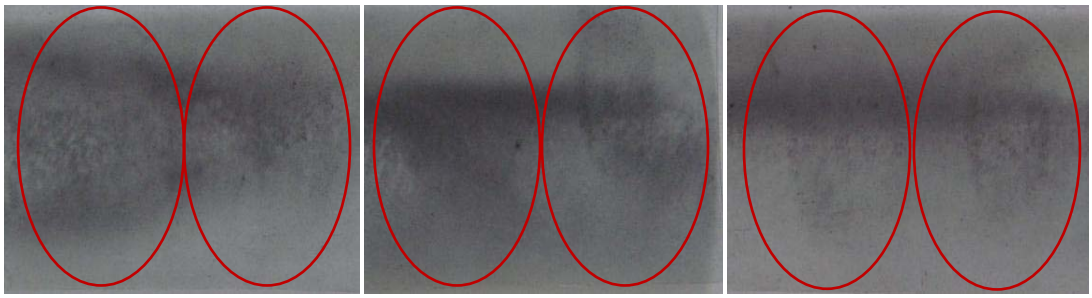
2.8 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในน้ำจากสวนสาธารณะ

2.8.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



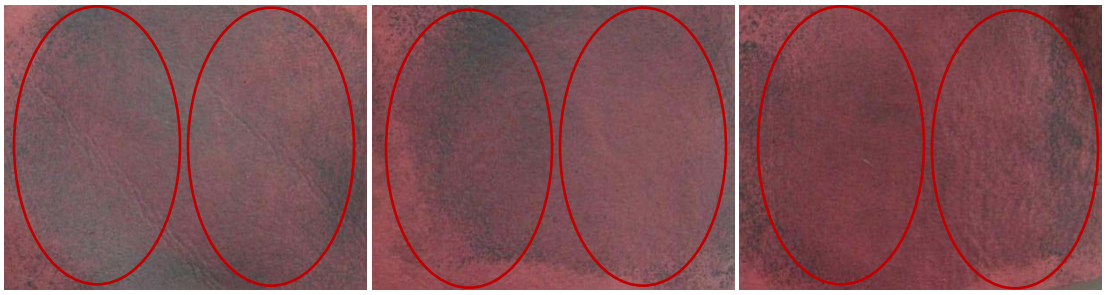
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.8.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



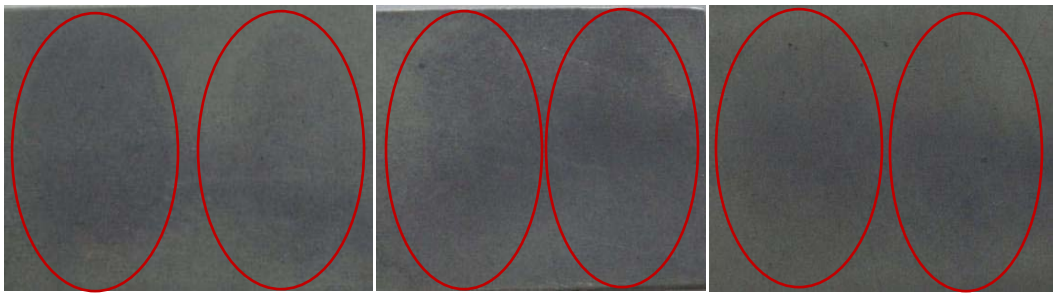
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.8.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



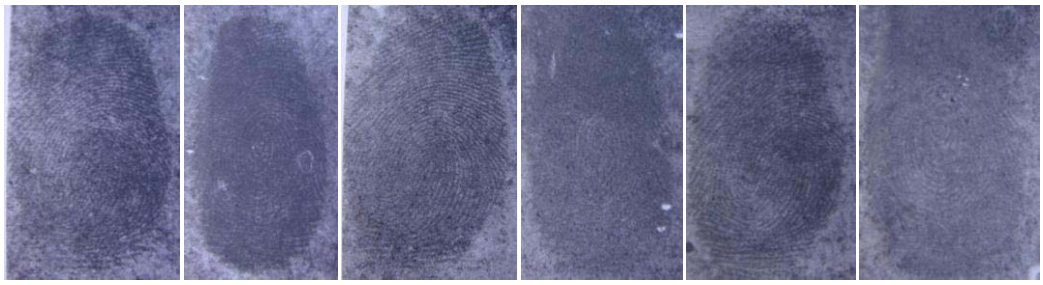
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.8.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

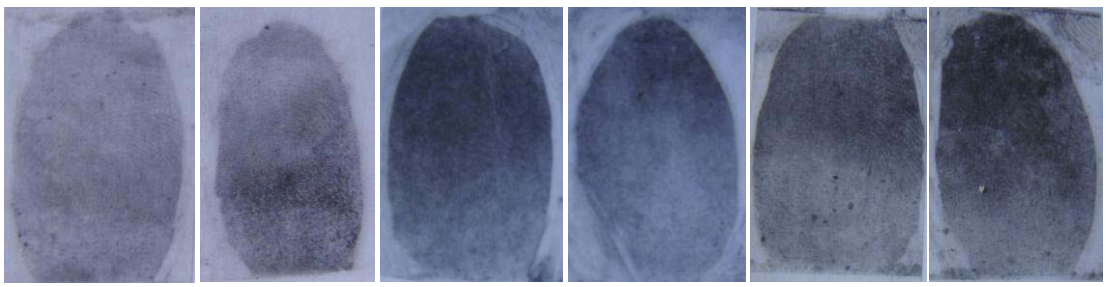
2.8.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

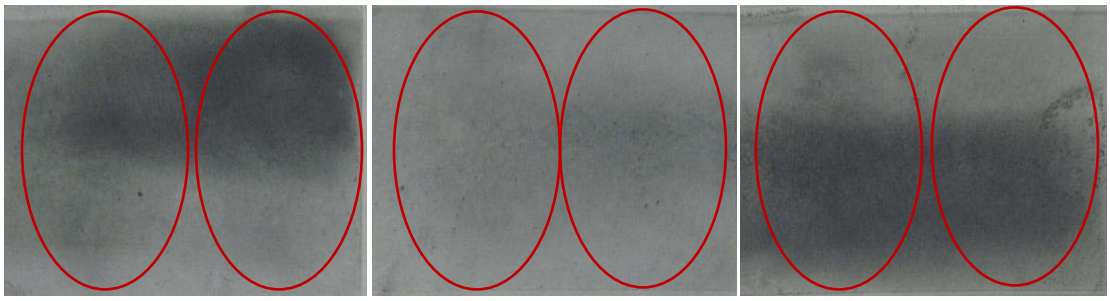
2.9 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในน้ำจากบึงศรีตรัง

2.9.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



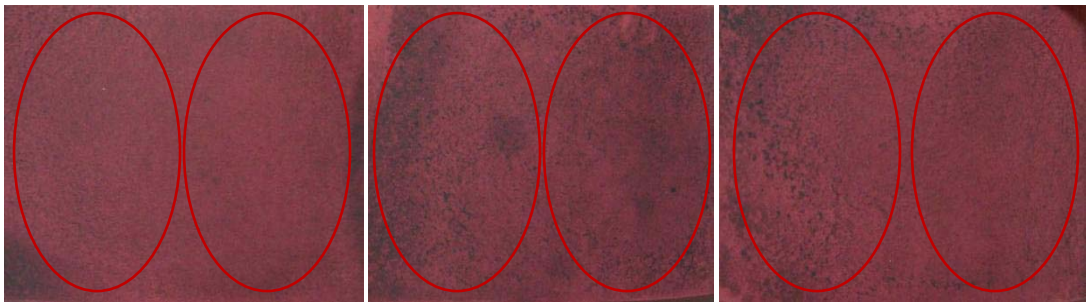
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.9.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



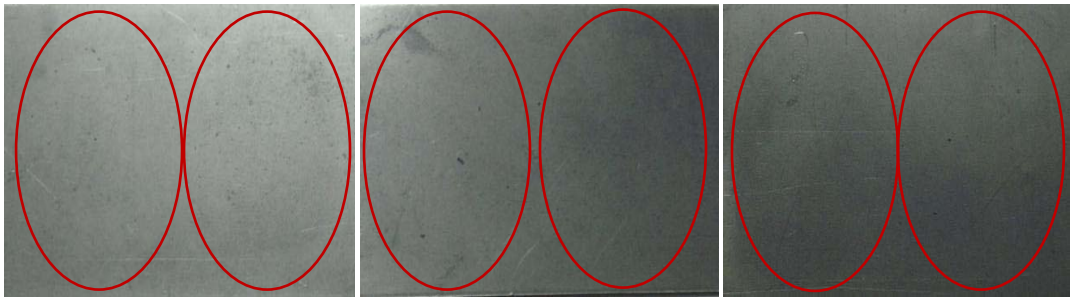
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.9.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



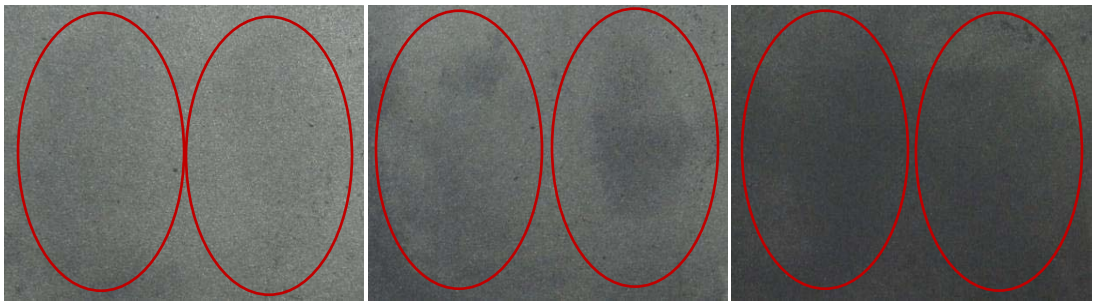
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.9.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

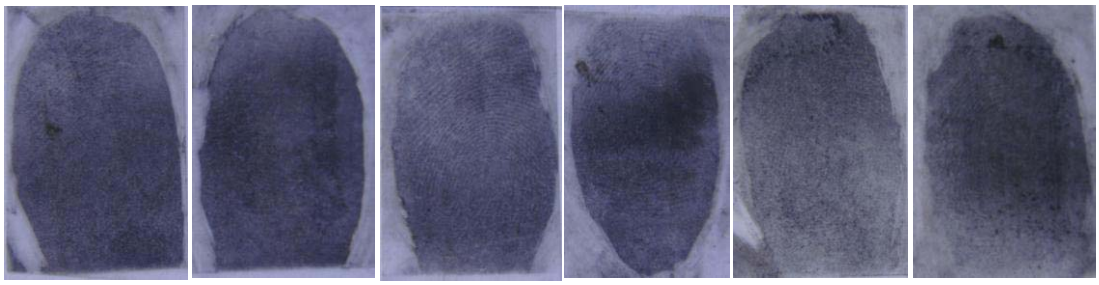
2.9.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

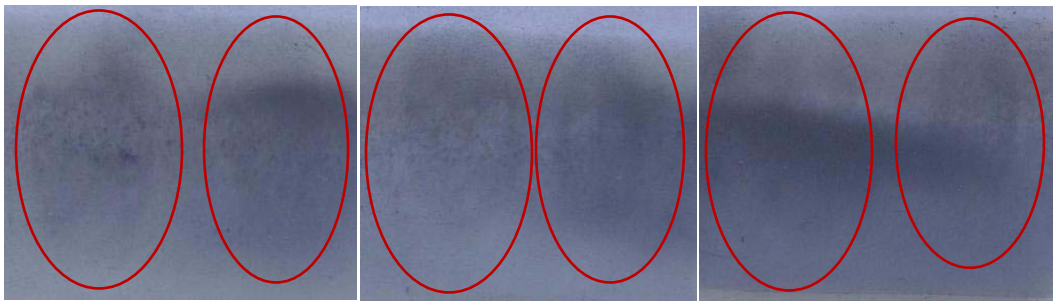
2.10 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในน้ำจากทะเล

2.10.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.10.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก

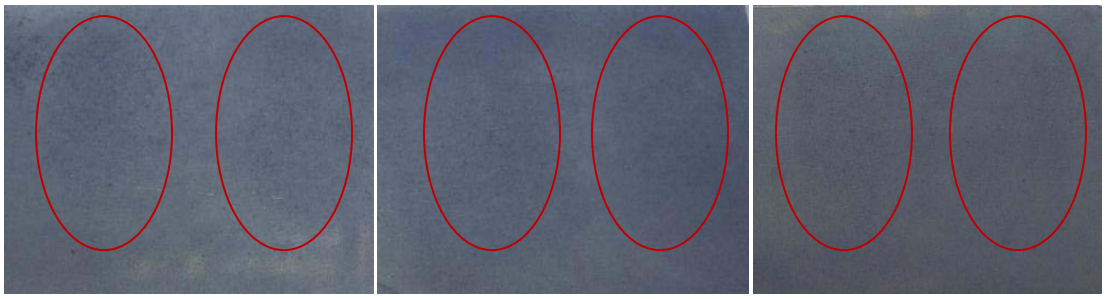


ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.10.3 รูปวัสดุประเภทหนัง

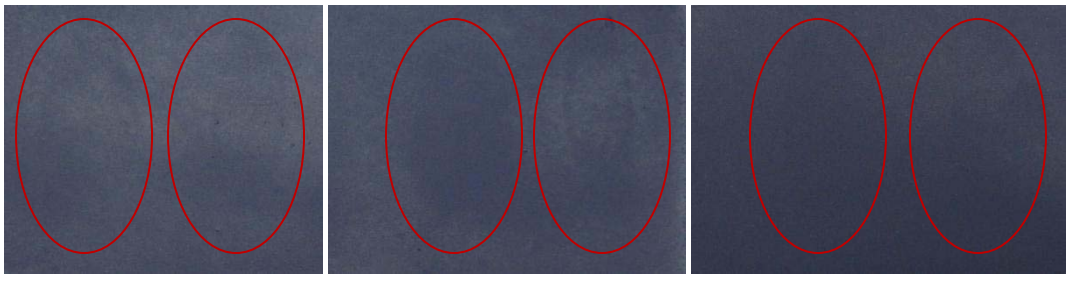
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.10.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.10.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.11 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือน ในน้ำ DI

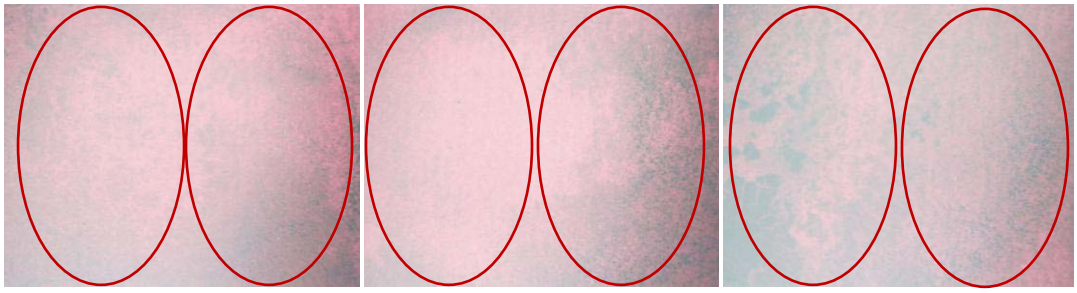
2.11.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.11.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก

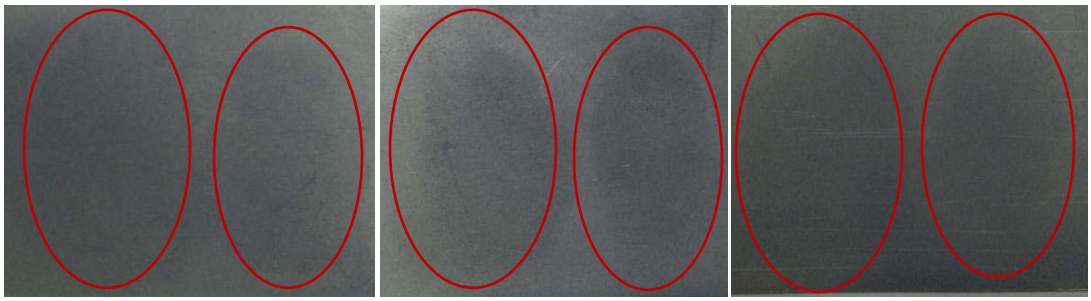
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.11.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



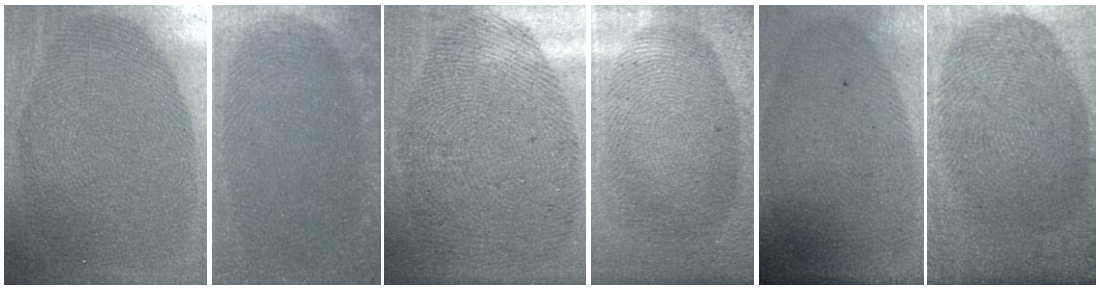
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.11.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

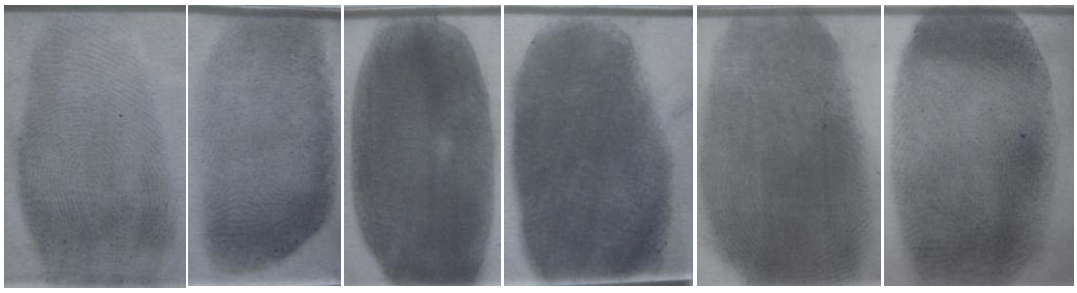
2.11.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

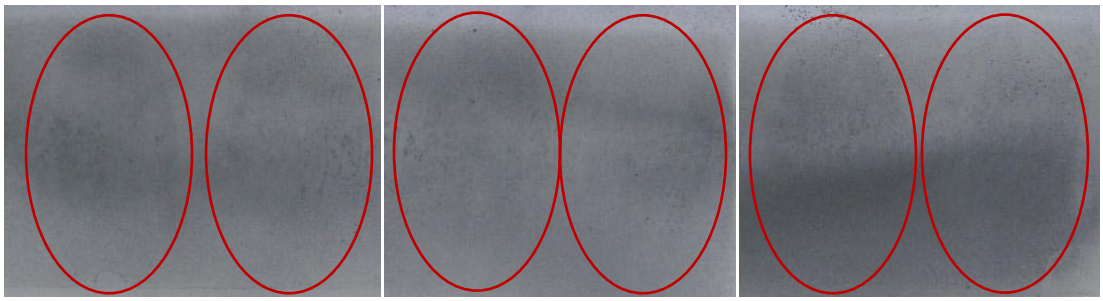
2.12 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือน ในน้ำจากอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.12.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



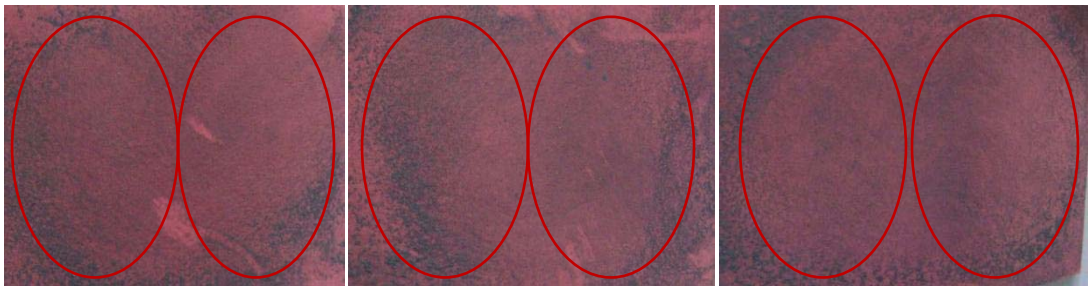
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.12.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



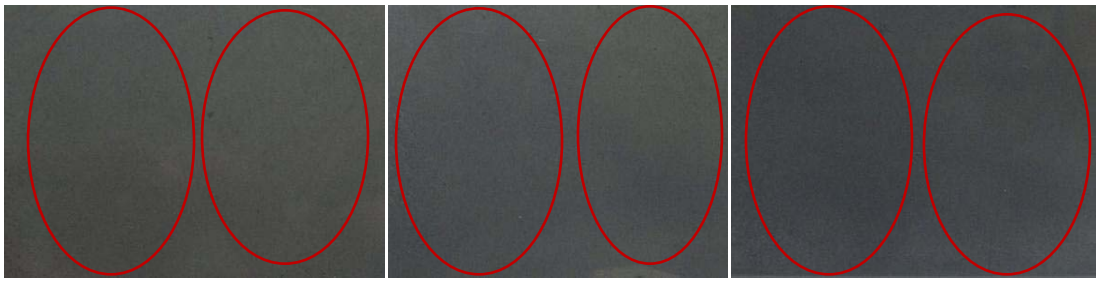
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.12.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



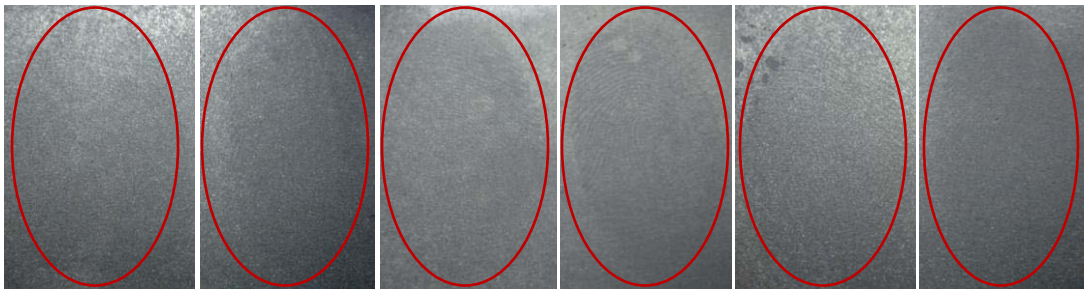
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.12.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

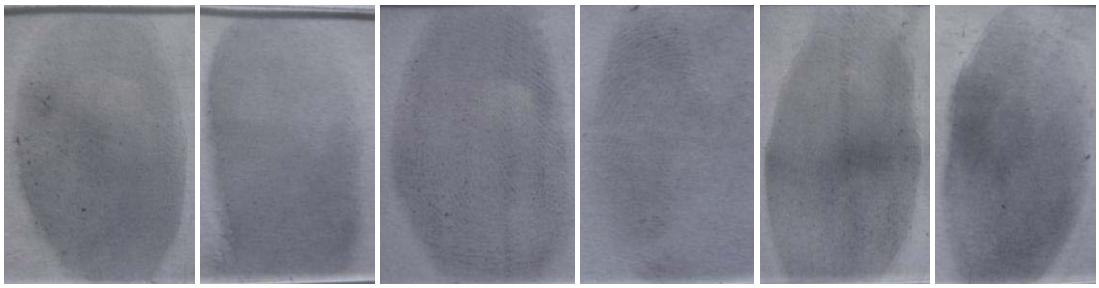
2.12.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

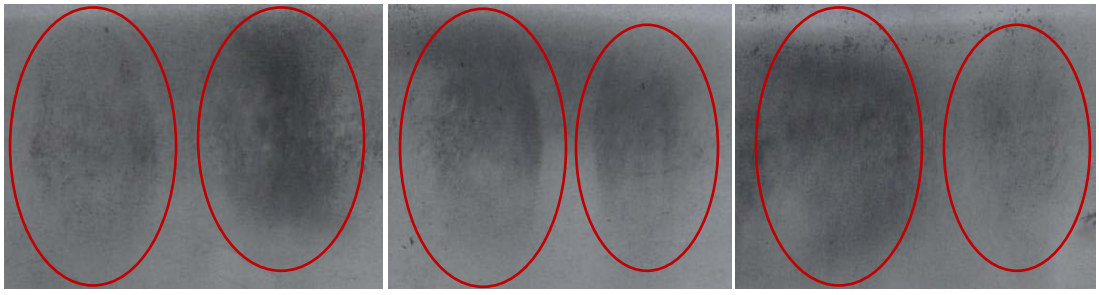
2.13 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือน ในน้ำจากสวนสาธารณะ

2.13.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



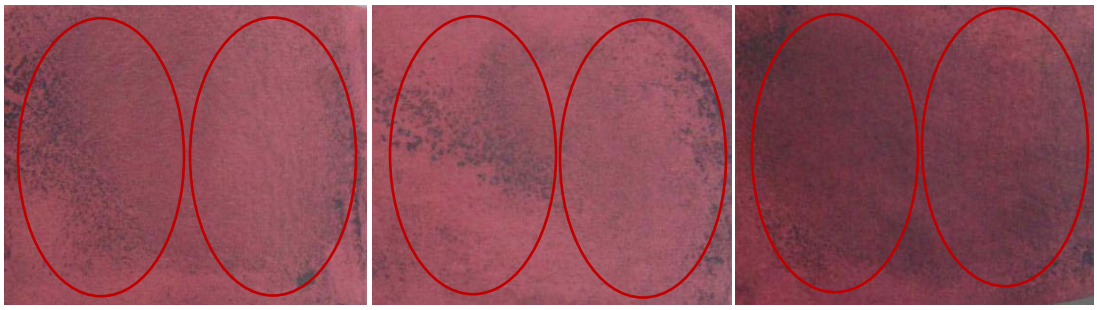
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.13.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



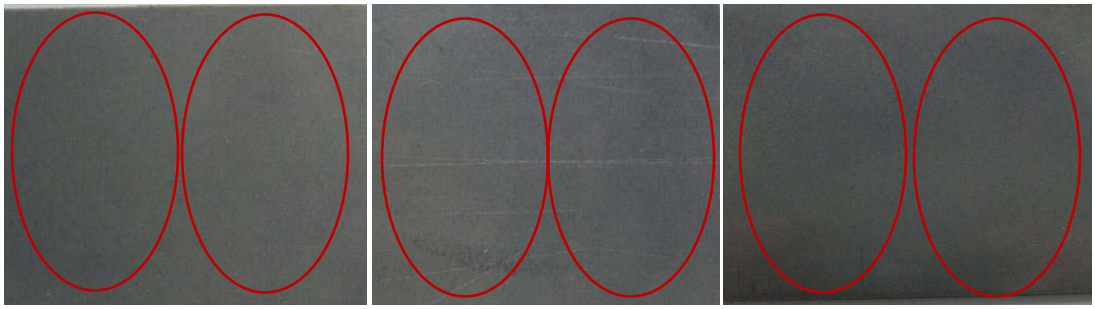
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.13.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



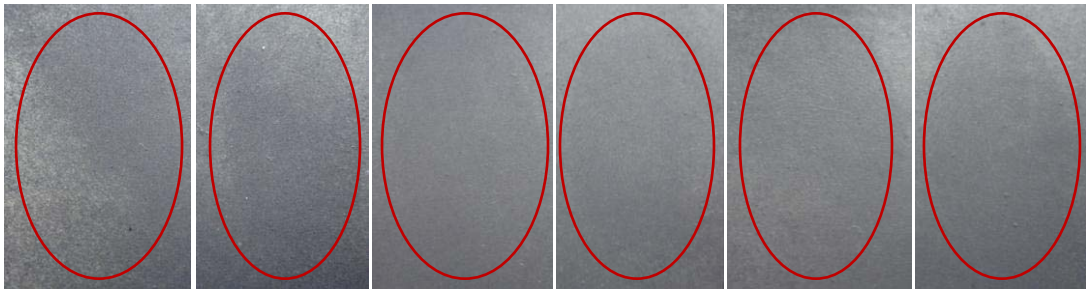
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.13.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

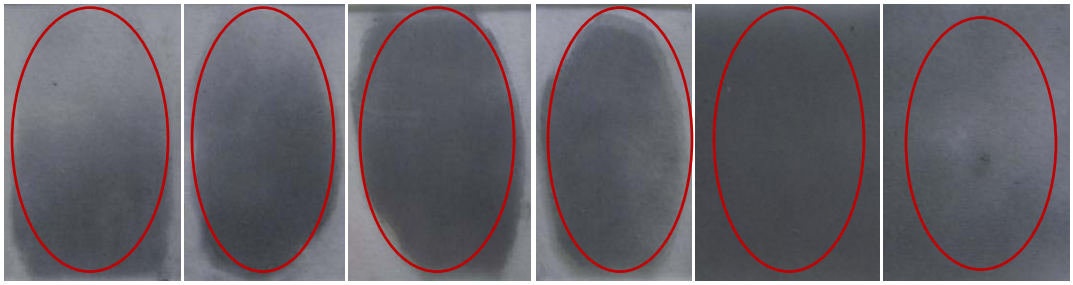
2.13.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

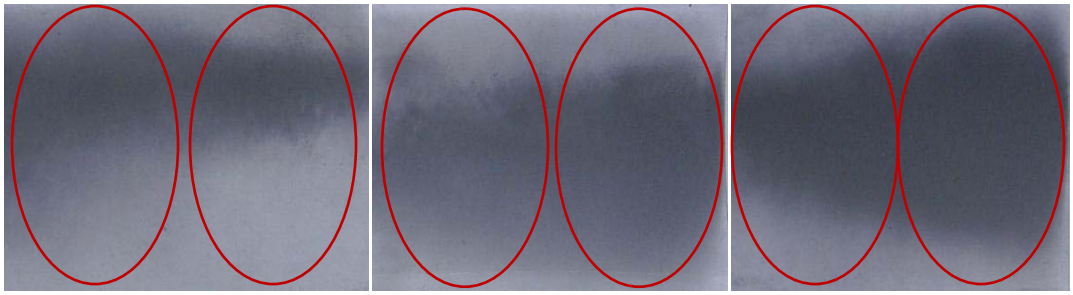
2.14 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือน ในน้ำจากบึงศรีตรัง

2.14.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



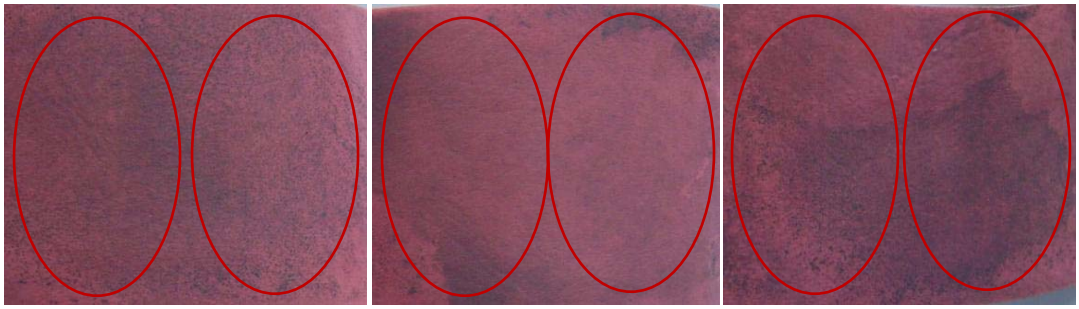
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.14.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



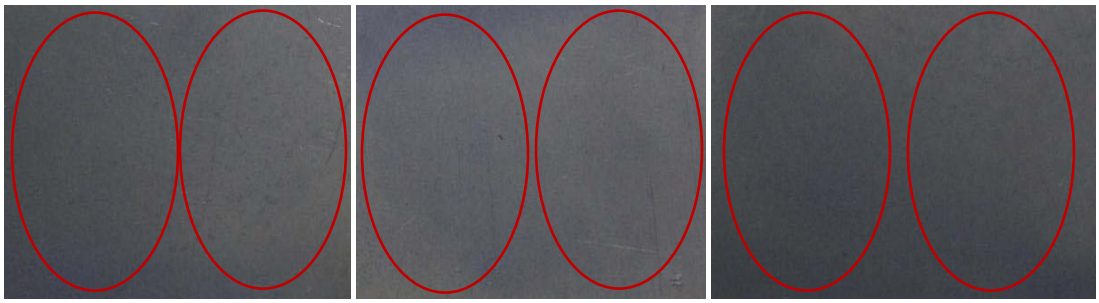
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.14.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



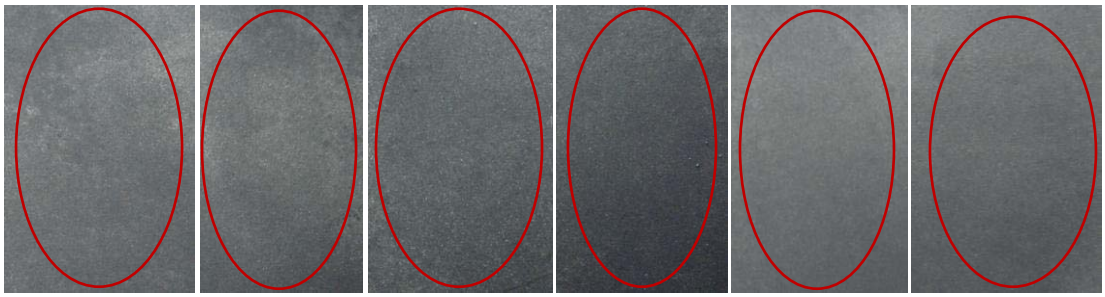
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.14.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.14.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



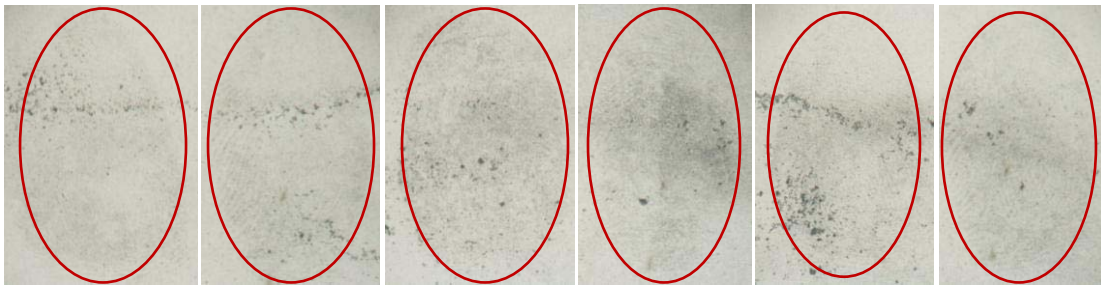
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.15 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือน ในน้ำจากทะเล

2.15.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

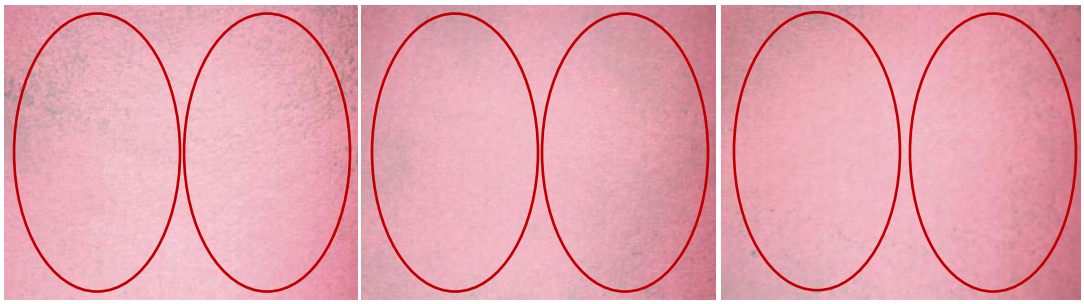
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.15.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



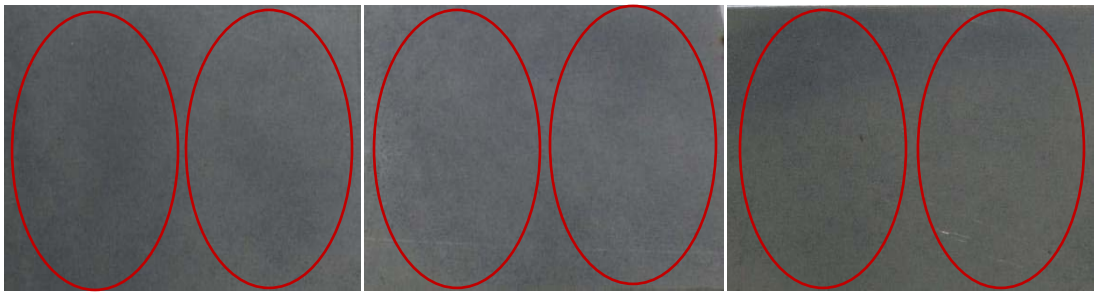
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.15.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



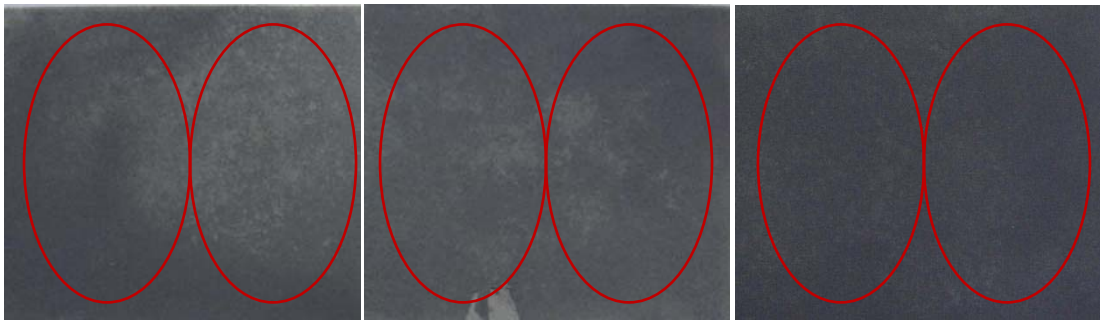
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.15.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

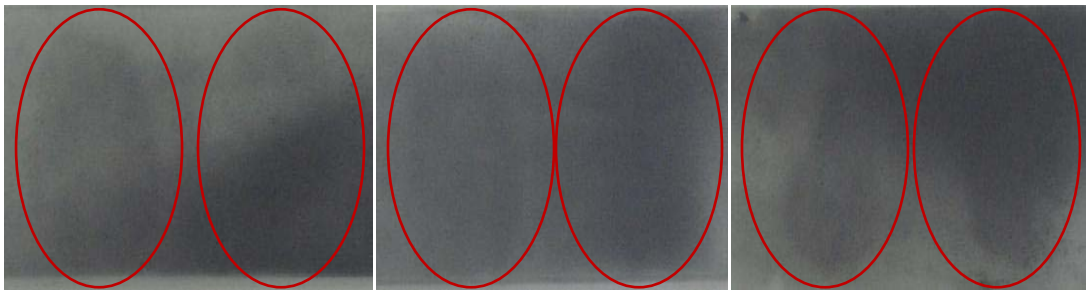
2.15.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

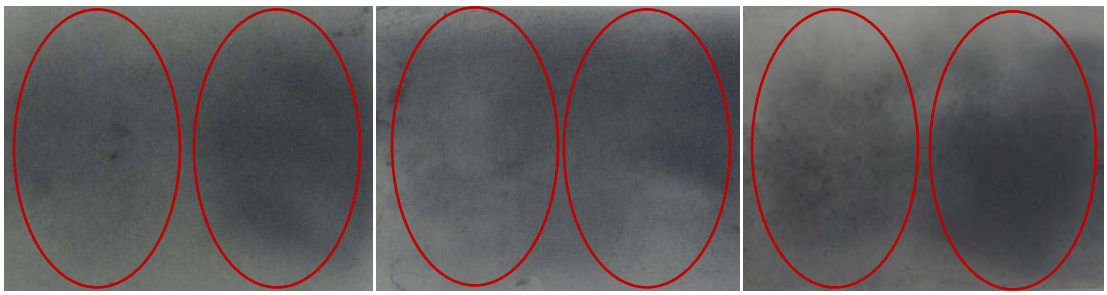
2.16 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 เดือน ในน้ำ DI

2.16.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



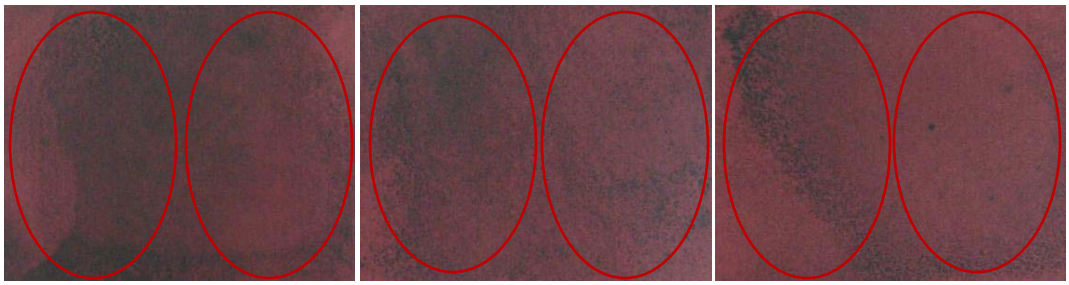
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.16.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



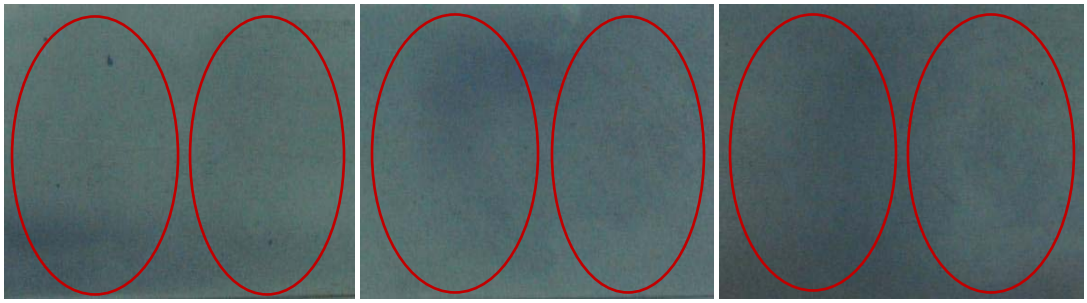
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.16.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



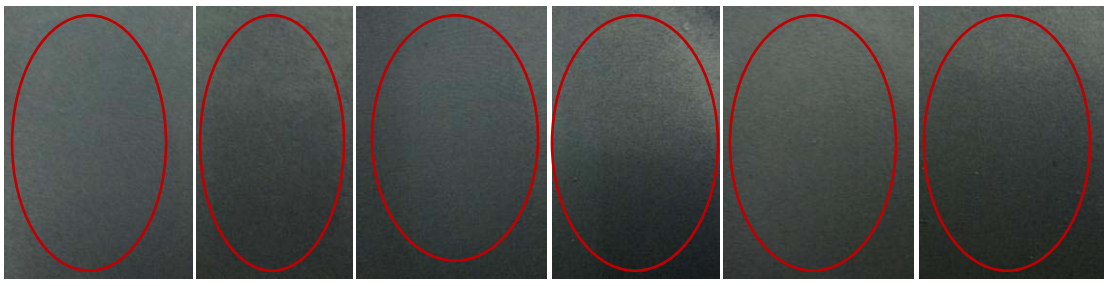
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.16.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

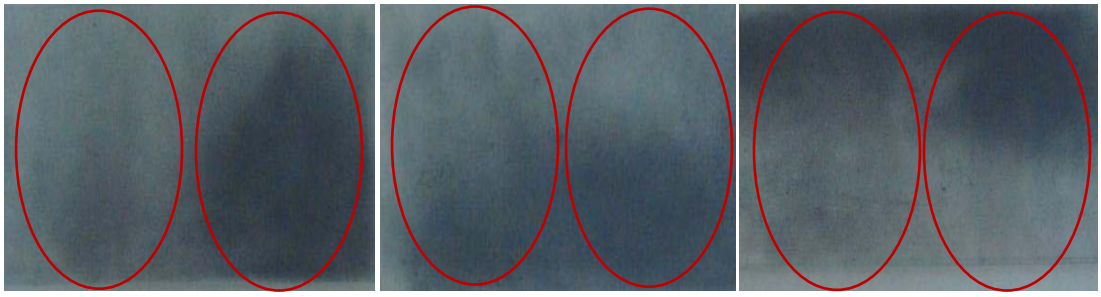
2.16.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

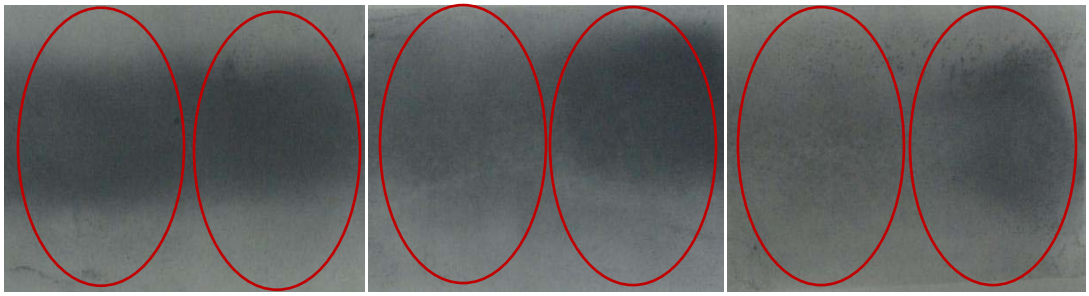
2.17 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 เดือน ในน้ำจากอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.17.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



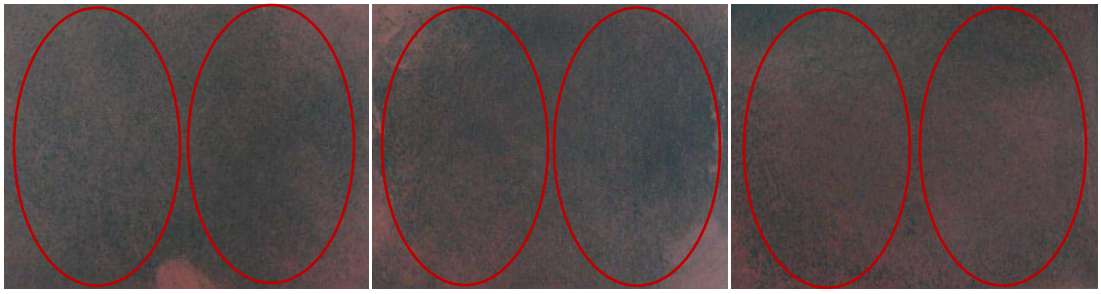
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.17.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



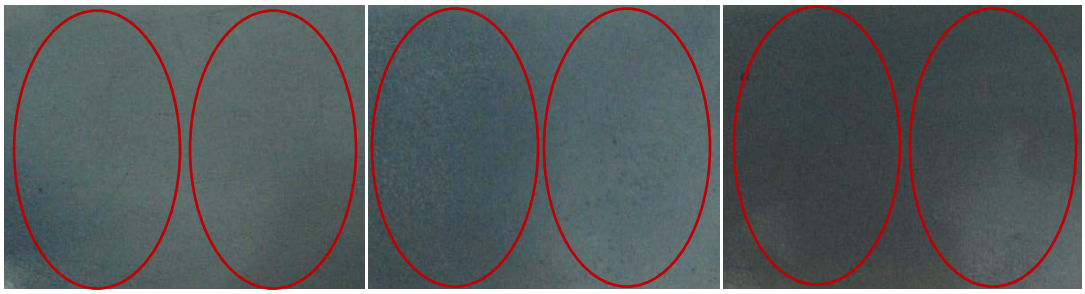
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.17.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



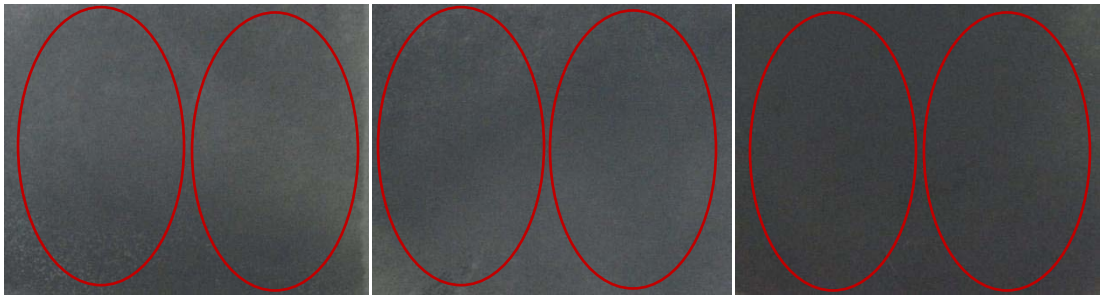
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.17.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

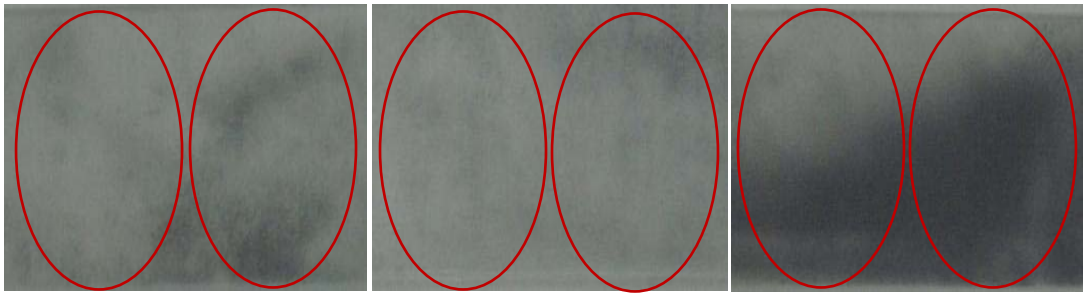
2.17.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

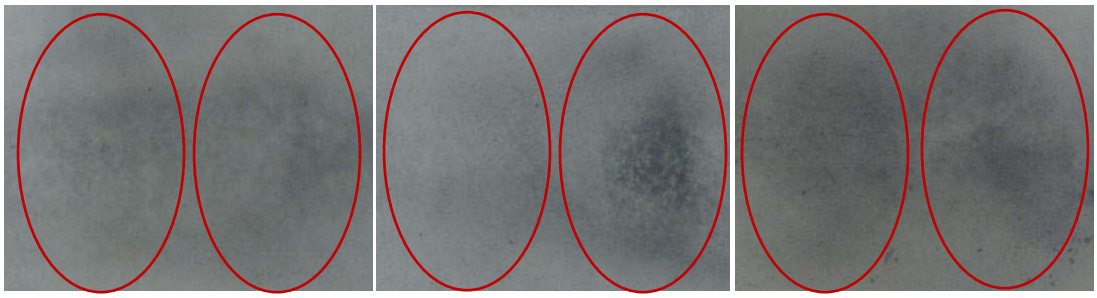
2.18 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 เดือน ในน้ำจากสวนสาธารณะ

2.18.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



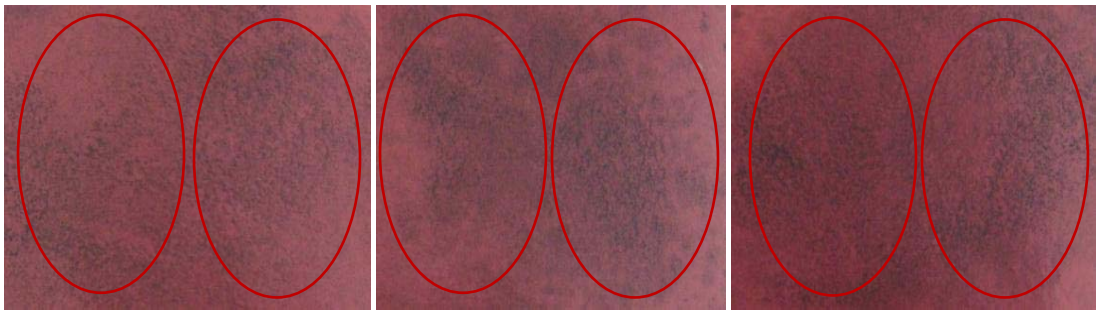
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.18.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



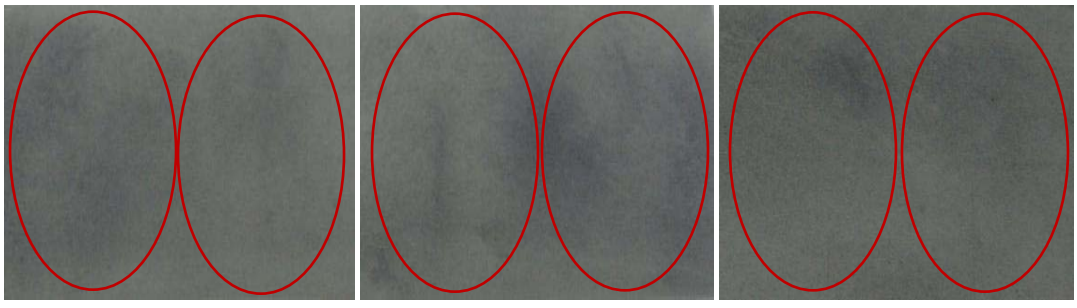
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.18.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



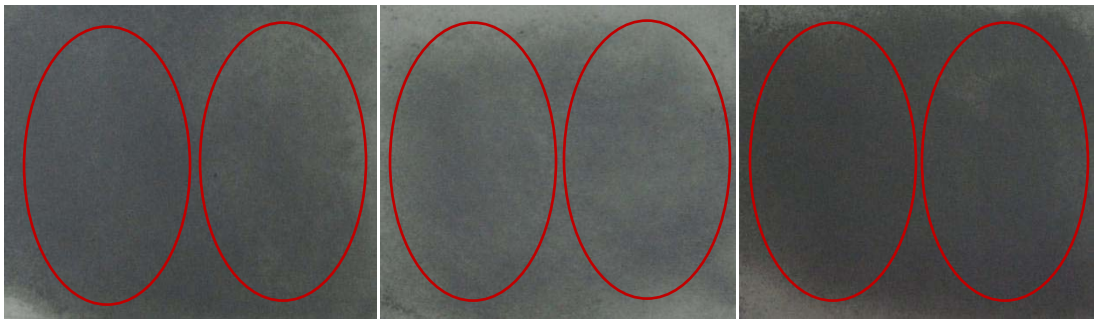
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.18.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

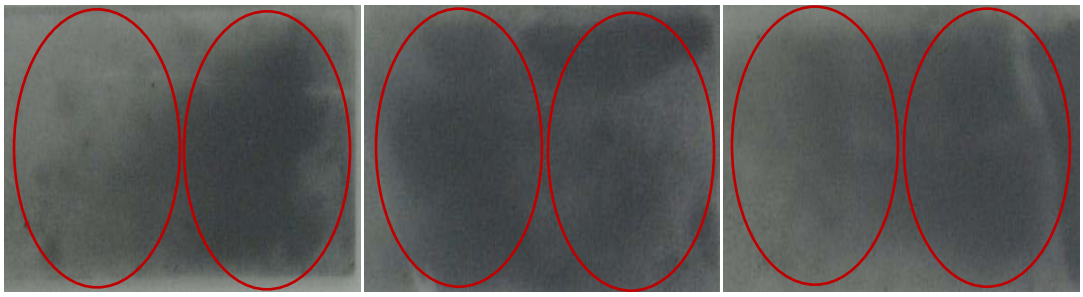
2.18.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

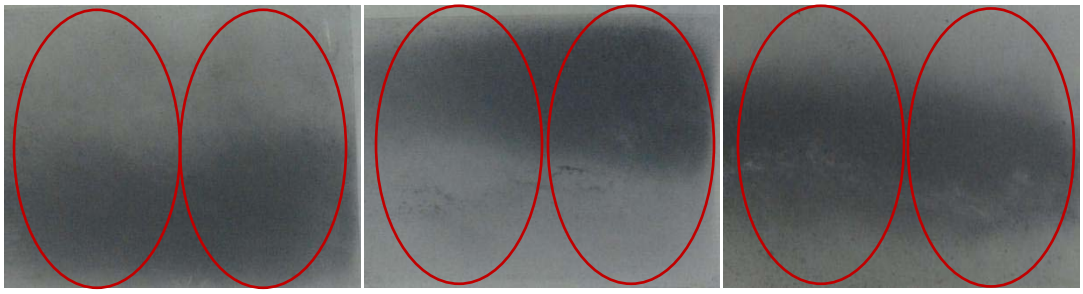
2.19 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 เดือน ในน้ำจากบึงศรีตรัง

2.19.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



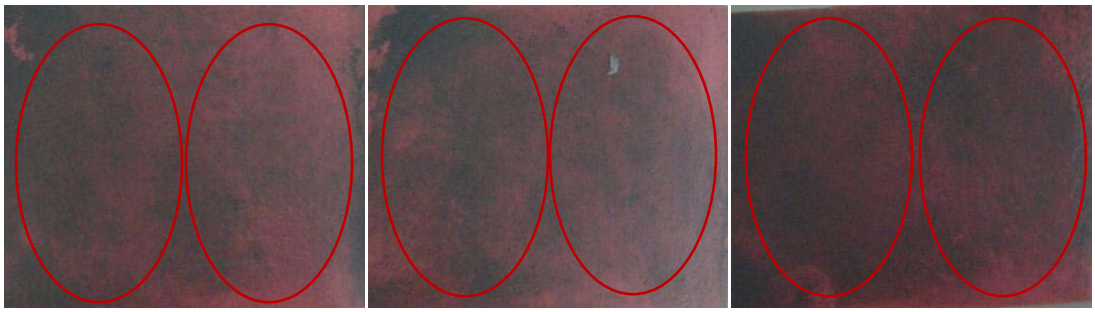
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.19.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



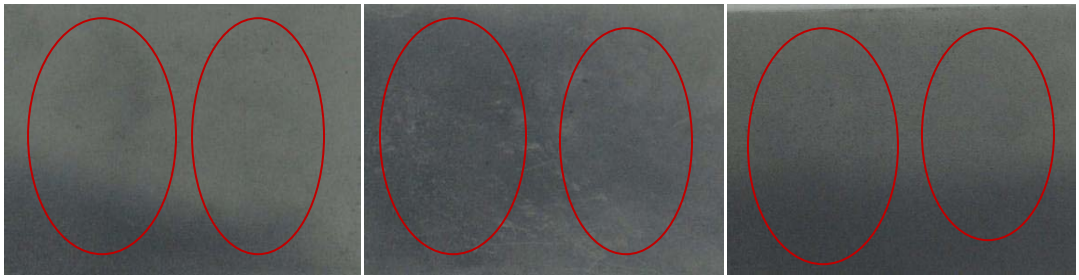
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.19.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



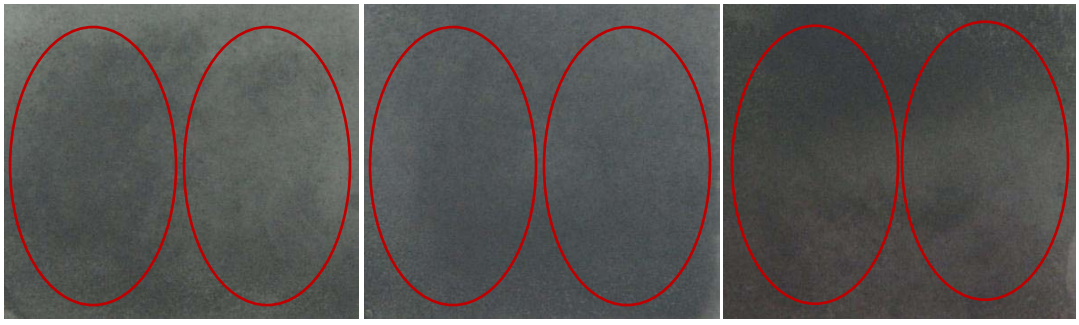
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.19.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.19.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



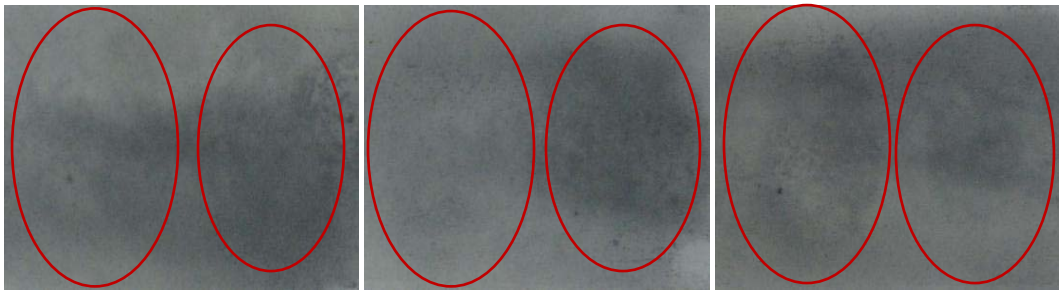
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.20 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 เดือน ในน้ำจากทะเล

2.20.1 รูปวัสดุประเภทกระจก

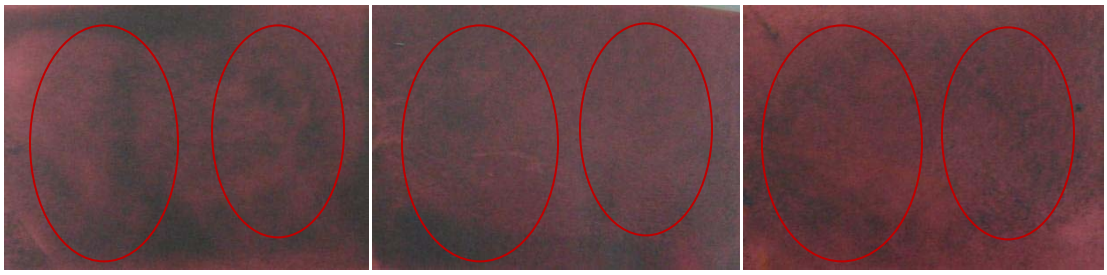
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.20.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



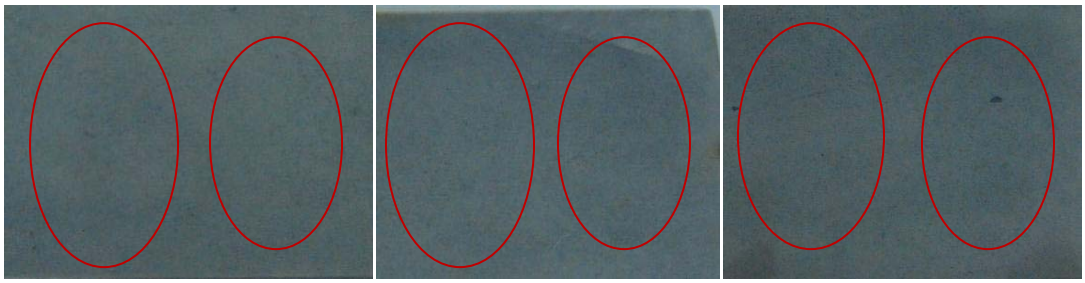
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.20.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.20.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



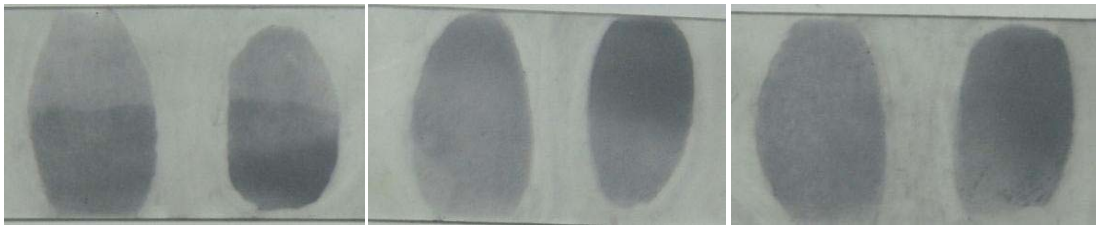
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.20.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

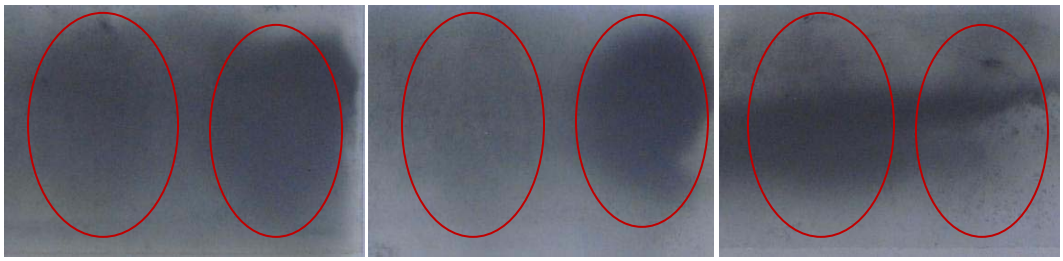
2.21 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในน้ำ DI

2.21.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



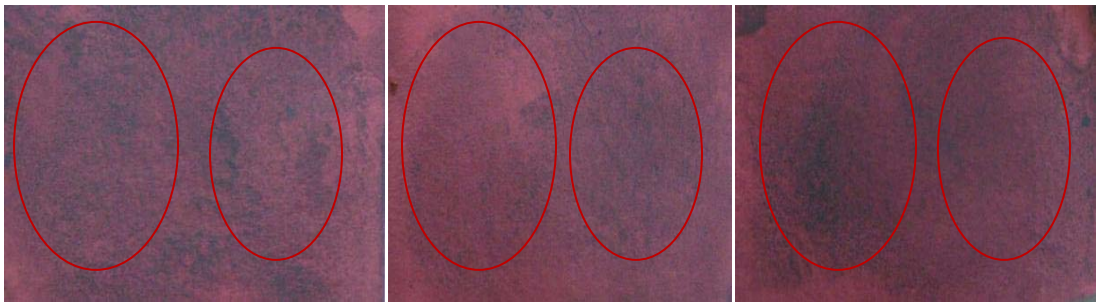
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.21.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



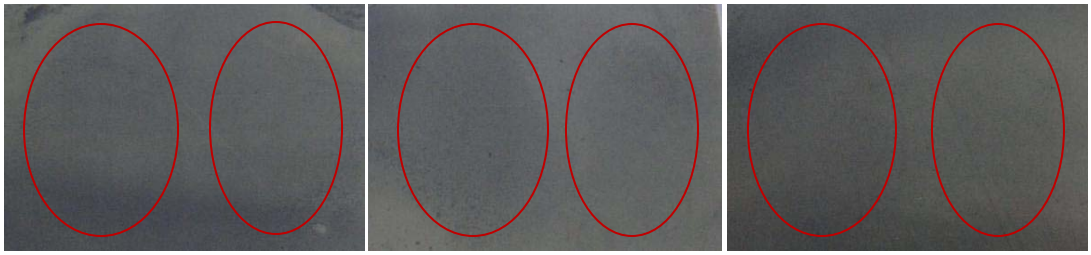
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.21.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



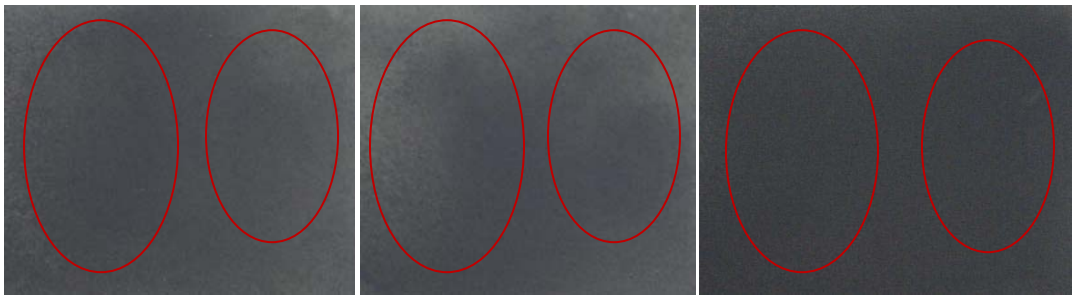
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.21.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

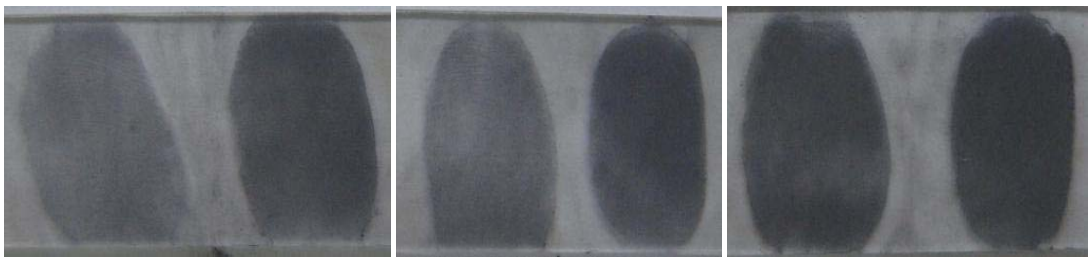
2.21.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

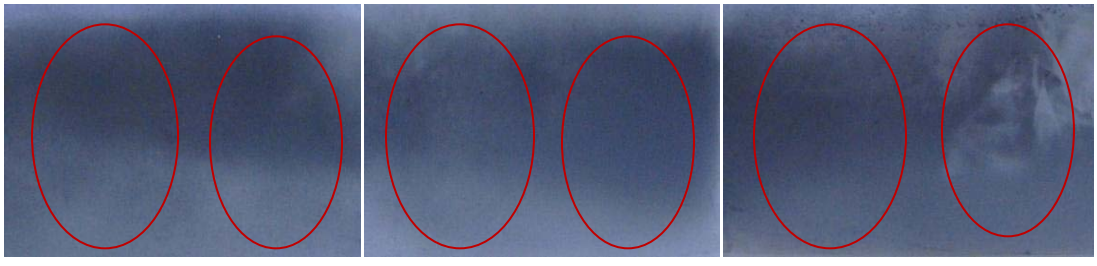
2.22 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในน้ำจากอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.22.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



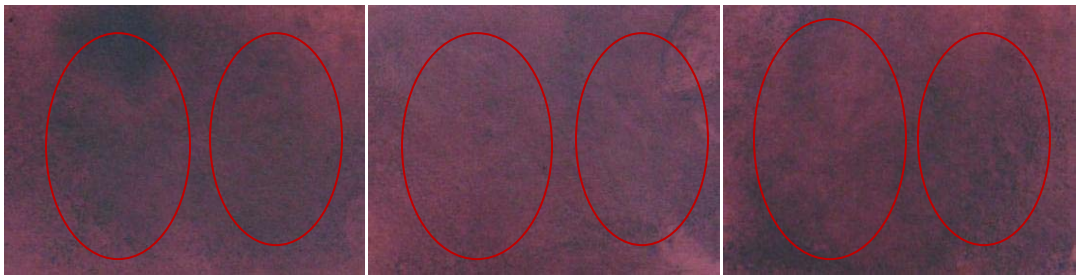
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.22.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



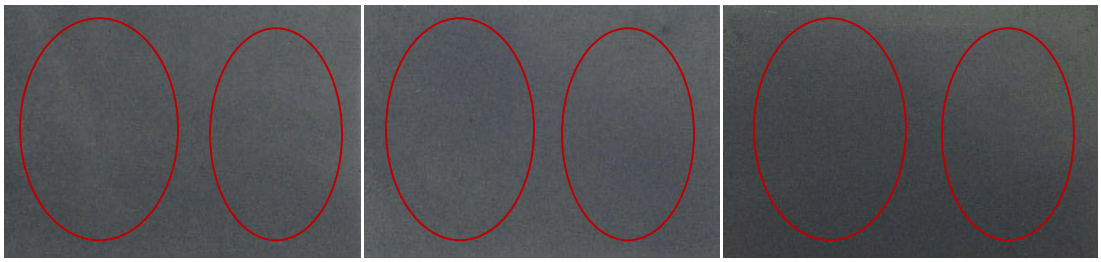
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.22.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



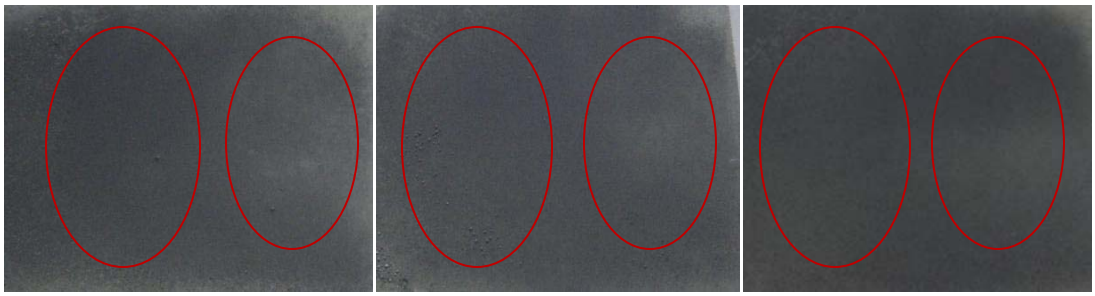
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.22.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

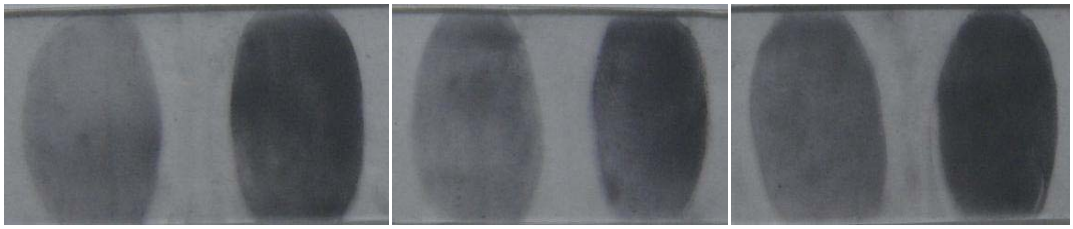
2.22.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

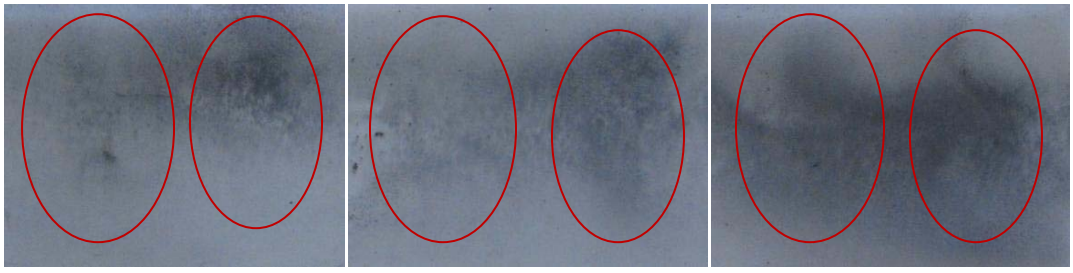
2.23 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในน้ำจากสวนสาธารณะ

2.23.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.23.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก

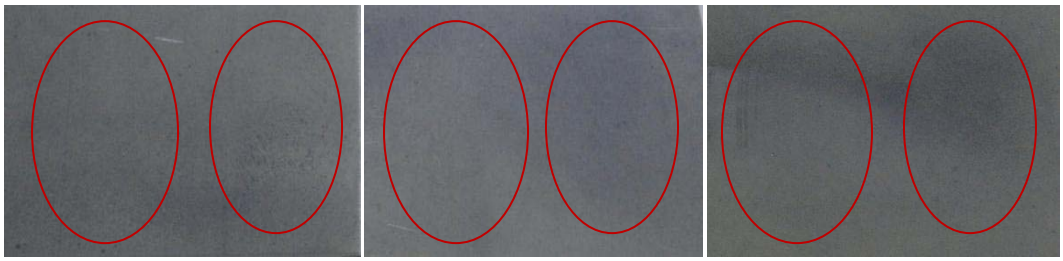


ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.23.3 รูปวัสดุประเภทหนัง

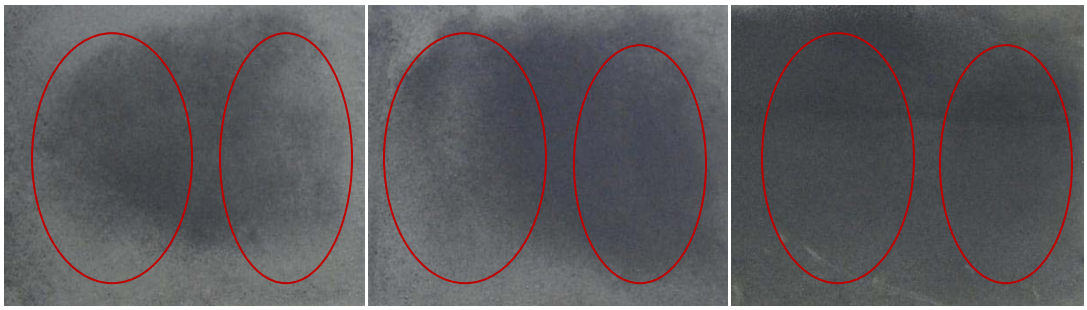
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.23.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

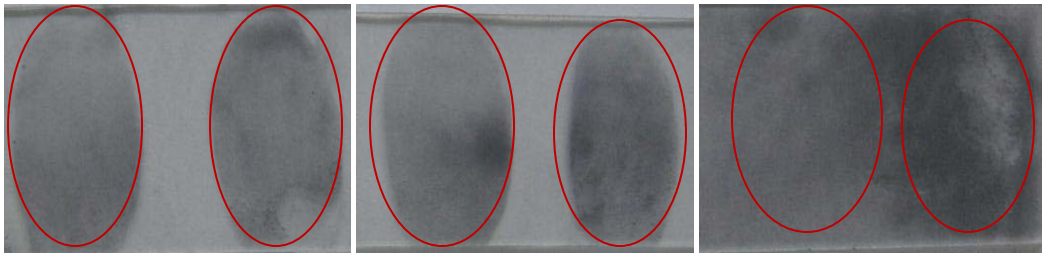
2.23.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

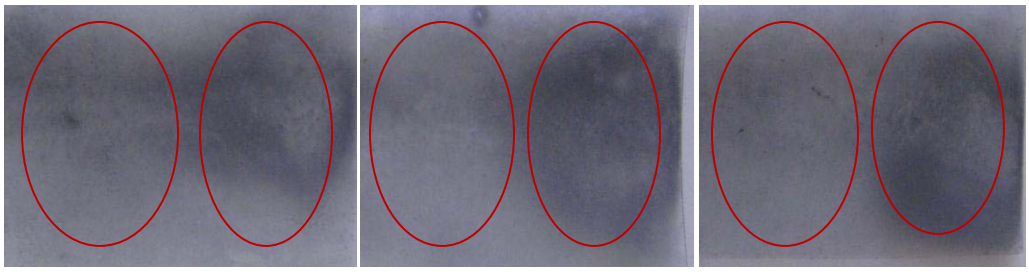
2.24 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในน้ำจากบึงศรีตรัง

2.24.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



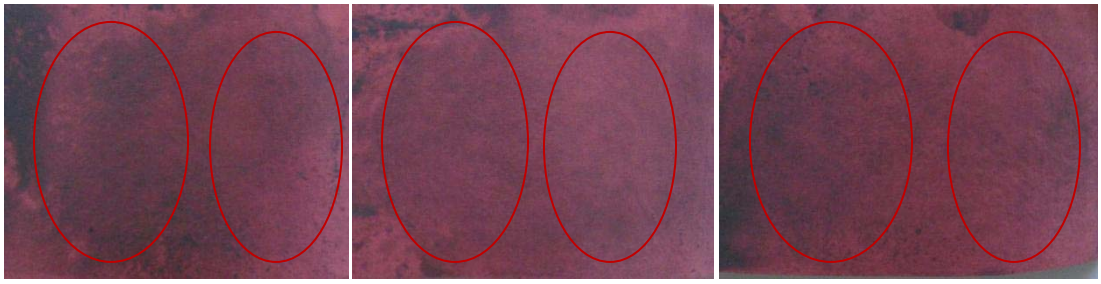
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.24.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



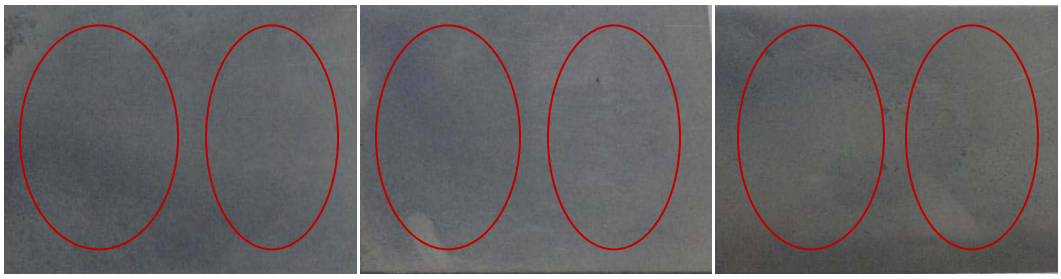
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.24.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



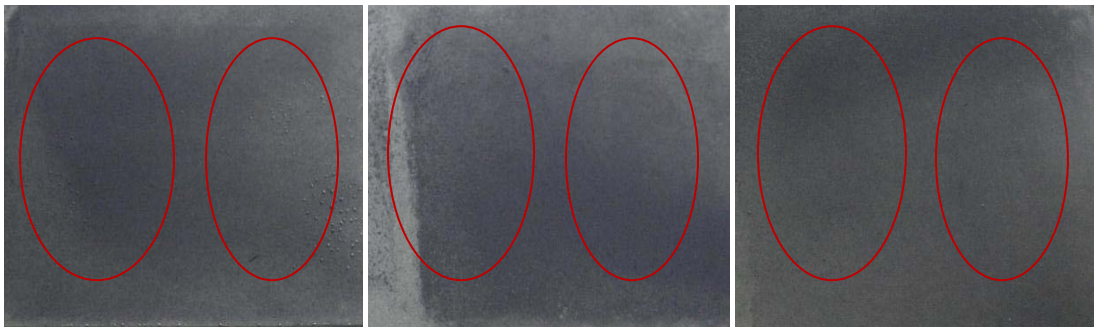
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.24.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

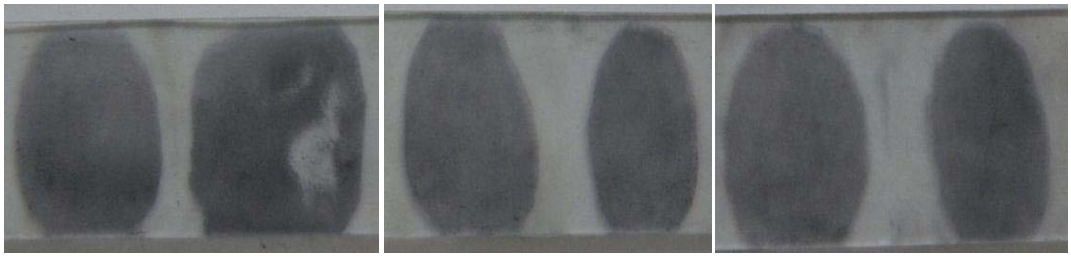
2.24.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

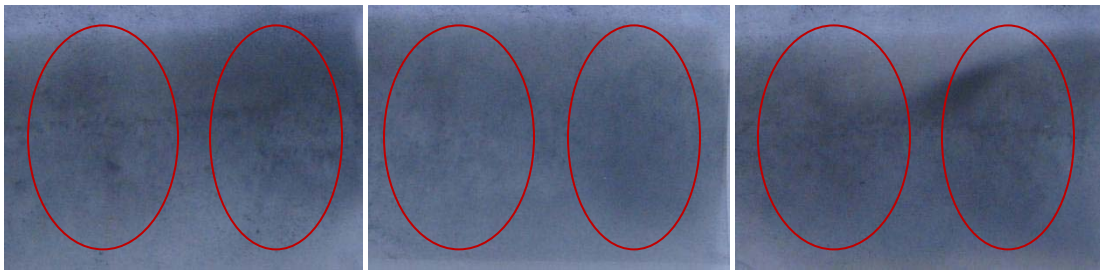
2.25 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 3 เดือน ในน้ำจากทะเล

2.25.1 รูปวัสดุประเภทกระจก



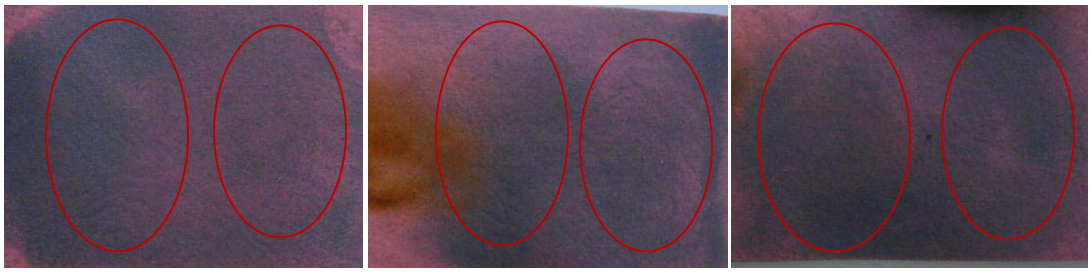
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.25.2 รูปวัสดุประเภทพลาสติก



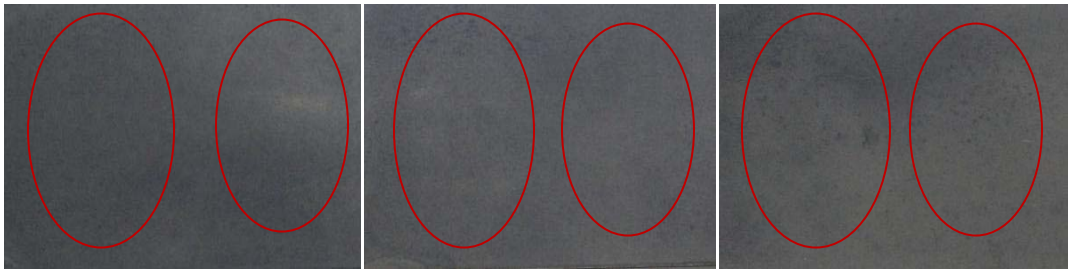
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.25.3 รูปวัสดุประเภทหนัง



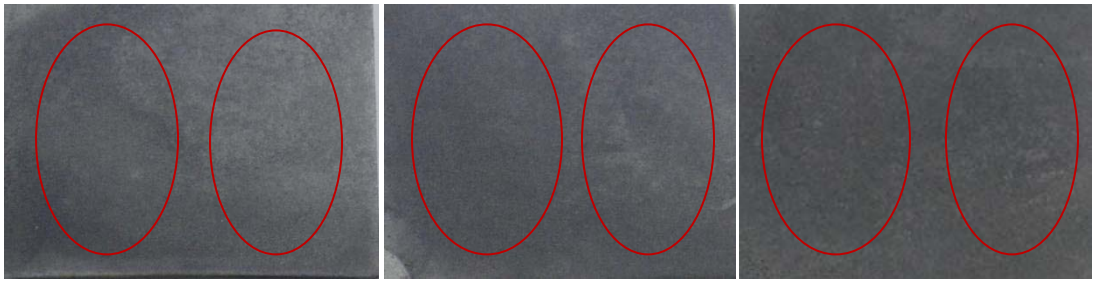
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

2.25.4 รูปวัสดุประเภทเหล็กกล้าไร้สนิม



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

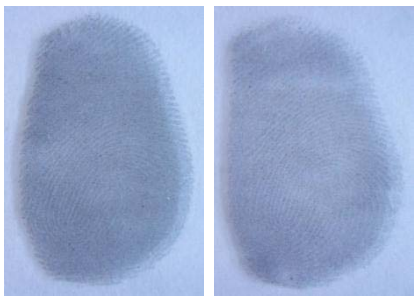
2.25.5 รูปวัสดุประเภทโลหะที่ผ่านกระบวนการพ่นสีรถยนต์



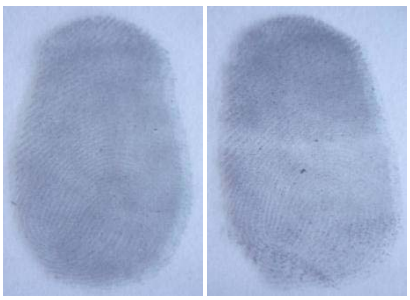
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

3. รูปวัสดุประเภทกระจกจากการทดลองเบื้องต้น

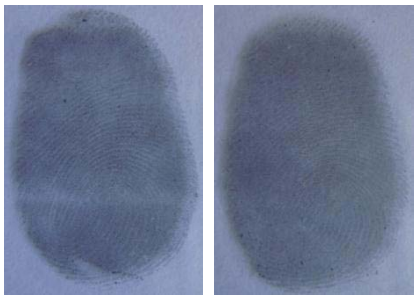
3.1 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 วัน 3 วัน 7 วัน 14 วัน และ 30 วัน ในน้ำ DI



แช่น้ำ DI 1 วัน นิ้วหัวแม่มือซ้าย

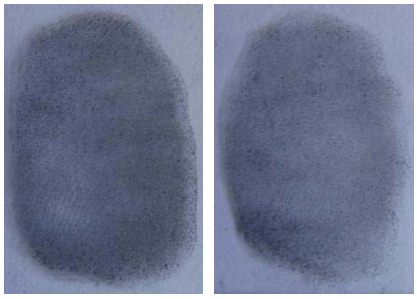


แช่น้ำ DI 3 วัน นิ้วหัวแม่มือซ้าย



แช่น้ำ DI 7 วัน นิ้วหัวแม่มือซ้าย

แช่น้ำ DI 14 วัน นิ้วหัวแม่มือซ้าย



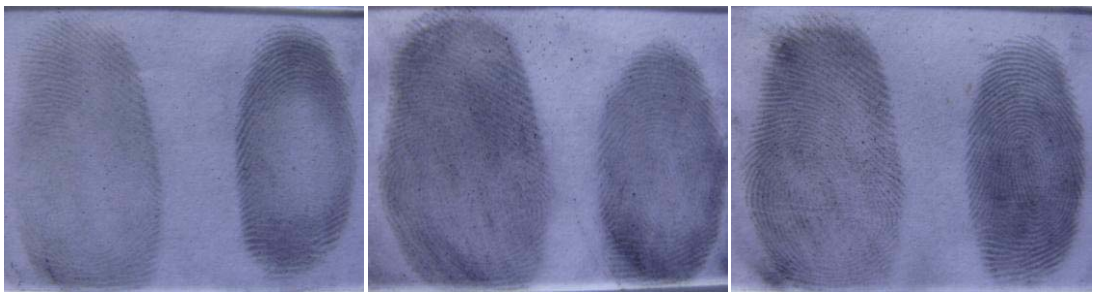
แช่น้ำ DI 30 วัน นิ้วหัวแม่มือซ้าย

4. รูปวัสดุประเภทกระจกจากการปัดด้วยผงฝุ่น

4.1 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ในน้ำ DI

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

4.2 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในน้ำ DI

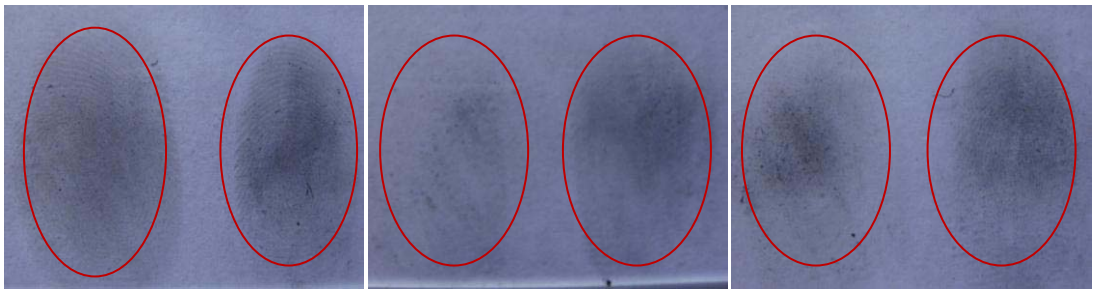


ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

4.3 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือนในน้ำ DI

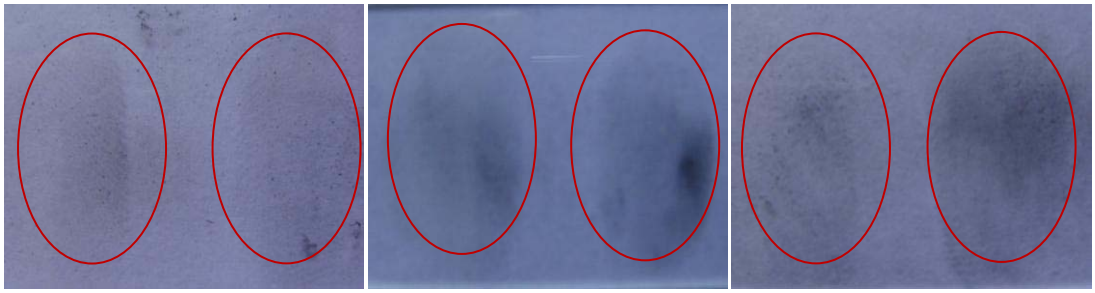
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

4.4 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ในน้ำจากบึงศรีตรัง



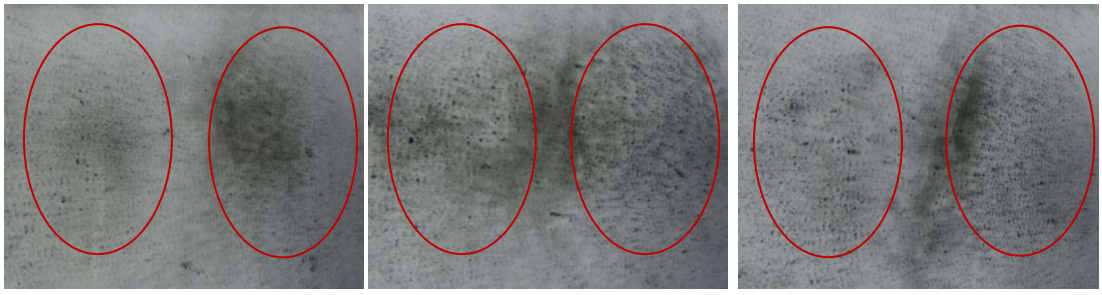
ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

4.5 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในน้ำจากบึงศรีตรัง



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

4.6 แช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 เดือนในน้ำจากบึงศรีตรัง



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 2 ชิ้นที่ 3

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวอัญชลี พราหมโน

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010220171

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี-ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อัญชลี พราหมโน และมานพ อรัญนารถ. 2553. "การตรวจสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุผิวเปียกโดยเทคนิค Small Particle Reagents". การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 วันที่ 16-17 กันยายน 2553 ณ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. กรุงเทพฯ.