การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR)

โดย

นางสาวดวงมณี เฟื่องฟู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR)

โดย
นางสาวดวงมณี เฟื่องฟู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

DETECTION OF FOUNDATION CREAM ON COTTON FABRIC BY ATTENUATED TOTAL REFLECTANCE FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (ATR-FTIR)

By

MISS Duangmani FUANGFU

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Academic Year 2023

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR)
โดย	นางสาวดวงมณี เฟื่องฟู
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย)

620720064 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : นิติวิทยาศาสตร์, ครีมรองพื้น, เทคนิค ATR-FTIR

นางสาว ดวงมณี เฟื่องฟู: การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม

ครีมรองพื้นเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่คนไทยนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คราบของครีมรองพื้นอาจเป็นหนึ่งหลักฐานสำคัญในที่เกิดเหตุที่ช่วยสืบหาคนกระทำความผิดได้ ในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) เพื่อศึกษาการตรวจหาคราบครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ครีมรองพื้นทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ทำการทดลองที่ช่วงเลขคลื่น 650-4000 cm^{-1} โดยนำครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำมาพักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าค่าสเปกตรัมที่ได้จากการทดลองแสดงค่าการดูดกลืนอสงที่จำเพาะต่อองค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในครีมรองพื้น ซึ่งพบได้ในครีมรองพื้นทุกตัวอย่าง และเมื่อถูกเก็บไว้นานถึง 24 ชั่วโมง ค่าสเปกตรัมที่ได้ยังคงแสดงพีคของครีมรองพื้นเช่นเดิม จากการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเทคนิค ATR-FTIR มีศักยภาพในการนำมาปรับใช้ในกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์สำหรับการตรวจหาครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำที่พบในที่เกิดเหตุตามคดีต่างๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

620720064 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR), Foundation cream, Forensic science

MISS Duangmani FUANGFU : Detection of Foundation Cream on Cotton Fabric by Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) Thesis advisor : Orathai Kheawpum, Ph.D.

Foundation cream is a cosmetic product that is commonly used by Thai people today. Traces of Foundation cream may be found on various different surfaces in the crime scene. In this research, Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) technique was employed to examine the foundation cream stains on black cotton fabrics. Ten samples of foundation cream of different manufacturers were selected In this experiment. The samples were run over the wavenumber range of 650–4000 cm^{-1}, tested on the fabric surface. For each sample, foundation cream was deposited on a clean black fabric sample and kept at ambient temperature for 0, 6, 12, and 24 hours before examination. The results found that spectral interpretation showed absorbance patterns specific to constituents present in the foundation cream. However, a unique peak pattern was also found on each sample spectra. The foundation cream peaks were detected in all samples even in the samples taken 24 h. after the deposition of specimen. The results in this study demonstrated that the ATR-FTIR technique may be helpful in forensic comparison of foundation cream deposited on the black fabrics encountered in cases.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการวิจัยเรื่องการตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตากรุณาและได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้เสียสละเวลาให้ความรู้ ให้คำแนะนำชี้แนวทาง และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่ากับเนื้องานเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง และอาจารย์ในภาควิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกคน ที่มีส่วนร่วมกับการวิจัยในครั้งนี้ ให้ความรู้ ให้ความเข้าใจ รวมถึงการช่วยเหลือด้านการติดต่อประสานงานในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ นายวิวัฒน์ – นางแก้วตา เฟื่องฟู และเพื่อนพี่น้องทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้มาโดยตลอด และหลายท่านที่มิได้เอ่ยนามแต่มีส่วนช่วยในวิทยานิพนธ์นี้จนประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

ดวงมณี เฟื่องฟู

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

สมมติฐานการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 4

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

บทที่ 3 39

วิธีดำเนินการวิจัย 39

บทที่ 4 46

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง 46

บทที่ 5 61

สรุปผลการทดลอง 61

สรุปผลการทดลอง 61

ข้อเสนอแนะ 61
รายการอ้างอิง 62
ประวัติผู้เขียน 65

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การกระทำความผิดทางอาญาเป็นปัญหาใหญ่ของสังคมไทยในปัจจุบัน ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมากต่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน โดยการกระทำผิดทางอาญานั้น ได้กระทำขึ้นโดย "อาชญากร" เช่น คดีฆ่าผู้อื่น ทำร้ายร่างกาย ข่มขืนกระทำชำเรา ลักทรัพย์ วิ่งราวทรัพย์ ชิงทรัพย์ และปล้นทรัพย์ เป็นต้น และสาเหตุของการก่ออาชญากรรมส่วนมากเป็นผลกระทบมาจากสภาวะของเศรษฐกิจ สังคม และการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้เกิดความอยาก ความต้องการมากขึ้น จนทำให้สถิติอาชญากรรมของประเทศไทยเพิ่มมาก(ไทยรัฐออนไลน์, 2567)

พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในกระบวนการยุติธรรมทางอาญา เนื่องจากพยานหลักฐานเป็นสิ่งที่สามารถใช้พิสูจน์ข้อเท็จจริงที่มีการกล่าวอ้างในคดีและยังสามารถตรวจพบวัตถุพยานได้ในสถานที่เกิดเหตุ รอยนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า และคราบต่างๆ ตามเสื้อผ้าในที่เกิดเหตุ ถือเป็นวัตถุพยานหลักฐานที่พบ เป็นเครื่องมือที่จะนำไปสู่การค้นหาตัวผู้กระทำความผิดได้ และเป็นการพิสูจน์การกระทำความผิดของผู้ต้องสงสัย และพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา (มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2549)

และเมื่อมีการกระทำความผิดเกิดขึ้น คนร้ายมักจะทิ้งร่องรอยและพยานหลักฐานไว้ในที่เกิดเหตุเสมอ เนื่องจากคนร้ายได้มีการสัมผัสพื้นผิวในสถานที่เกิดเหตุโดยตั้งใจหรือไม่ได้ตั้งใจ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เจ้าหน้าที่สามารถพบร่องรอยของพยานหลักฐานต่างๆ และนำมาทำการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่อพยานหลักฐานที่สามารถพบได้ เช่น คราบโลหิต คราบอสุจิ รอยเปรอะเปื้อนบนเสื้อผ้า เส้นผม เส้นขน รอยเครื่องมือ รอยนิ้วมือ ถือว่าเป็นวัตถุพยานที่สำคัญ โดยวัตถุพยานประเภทรอยประทับ ลายนิ้วมือ และคราบของสารเคมีบางอย่างที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องสำอาง บนฝ่ามือ ผิวหน้า และผิวกาย ที่ได้มาจากร่างกายของผู้กระทำความผิดหรือผู้เสียหาย เป็นคุณลักษณะเฉพาะบุคคล ซึ่งแต่ละคนจะมีลักษณะที่ใช้ในการยืนยันระบุตัวบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้นได้ และเมื่อได้ทำการตรวจพิสูจน์ด้วยกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์แล้ว วัตถุพยานเหล่านี้จะมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับในขั้นตอนของกระบวนการยุติธรรม การใช้ประโยชน์จากวัตถุพยานจึงเป็นเรื่องที่นักนิติวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญเป็นที่สุด เนื่องจากวัตถุพยานเหล่านี้จะส่งผลต่อรูปคดีเพื่อใช้

ในการตัดสินตามกระบวนการยุติธรรม หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นกับวัตถุพยานเพียงเล็กน้อย อาจทำให้ไม่สามารถระบุตัวผู้กระทำความผิดได้

ในปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญและสนใจดูแลผิวพรรณด้วยเครื่องสำอางมากขึ้น ทั้งบนผิวหน้าและผิวกาย และเมื่อมีการสัมผัสหรือเกิดเหตุอาจทำให้คราบของเครื่องสำอางมีการเปรอะเปื้อนอยู่บนเสื้อผ้าของผู้ก่อเหตุหรือผู้เสียหายได้ สิ่งนี้เราสามารถนำมาใช้เป็นพยานหลักฐานในที่เกิดเหตุได้ ทำให้ทราบว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น พฤติการณ์เป็นอย่างไร กระทำด้วยวิธีการใด ใครเป็นผู้กระทำความผิด ใครเป็นผู้ถูกกระทำ หรือใครเป็นผู้เกี่ยวข้อง เป็นต้น

กระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีรูปแบบและแนวทางในการตรวจวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงจากวัตถุพยานที่เก็บได้จากที่เกิดเหตุ รวมถึงเทคนิคต่างๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้อำนวยความสะดวกต่อขั้นตอนและวิธีการหาข้อเท็จจริง รวมถึงเทคนิค SEM-EDX, ATR-FTIR, MALDI-MS, GC-MS, GC-FID และอีกหลายเทคนิคมากมายที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมนำมาตรวจจำแนกสารเคมี สารคัดหลั่ง รวมไปถึงเครื่องสำอาง(Gordon & Coulson, 2004)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญของการตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอน เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการหยิบยกตัวอย่างที่ผู้วิจัยคาดว่าเป็นสิ่งที่คนทั่วไปนิยม เช่น การเลือกหยิบยกตัวอย่างผ้าคอตตอนมาวิจัย เพราะในปัจจุบันเป็นผ้าที่คนนิยมนำมาตัดเย็บทำเสื้อผ้ามากที่สุด และเป็นผ้าที่คนนิยมใส่มากที่สุด เพราะเป็นผ้าที่ใส่สบาย สามารถระบายอากาศได้ดี การเลือกวิจัยครีมรองพื้นเพราะผู้วิจัยคิดว่า ครีมรองพื้นเป็นเครื่องสำอางที่นิยมใช้ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย ซึ่งการหยิบยกตัวอย่างมาวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการสืบหาหลักฐานในที่เกิดเหตุเพื่อประกอบการพิสูจน์หาผู้กระทำผิด โดยผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถเป็นทางเลือกในวิธีการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ หรือเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคการตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการตรวจหาครีมรองพื้นที่อยู่บนผ้าคอตตอนสีดำด้วยเทคนิค ATR-FTIR

2.2 เพื่อศึกษาการคงอยู่ของครีมรองพื้นที่อยู่บนผ้าคอตตอนสีดำที่ระยะเวลาต่างกันด้วยเทคนิค ATR-FTIR

สมมติฐานการวิจัย

การใช้เทคนิค ATR-FTIR ตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนสีดำ ที่ความยาวคลื่น 650-4000 cm^{-1} พบว่าสเปกตรัมของรองพื้นและผ้าคอตตอนสามารถแยกกันได้อย่างชัดเจน และเมื่อระยะเวลา

ผ่านไปยังคงตรวจพบครีมรองพื้นได้ ทำให้เทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้ในการตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนสีดำได้

ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ตัวอย่างที่เลือกใช้เป็นตัวอย่างที่คนนิยมใช้และหาซื้อง่ายตามท้องตลาด

4.2 ศึกษาการตรวจหาครีมรองพื้นที่อยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ โดยศึกษาจากสารประกอบในรองพื้นด้วยเทคนิค ATR-FTIR ที่ความยาวคลื่น 650-4000 cm^{-1}

4.3 ศึกษาการตรวจหาครีมรองพื้นที่อยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ ที่ระยะเวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ด้วยเทคนิค ATR-FTIR

นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ครีมรองพื้น (Foundation) หมายถึง ครีมสำหรับทาบนผิวหน้าเพื่อปกปิดรอยแผล รอยสิว ฝ้า กระ หรือจุดด่างดำ ช่วยปรับสภาพผิวให้มีความเรียบเนียนสม่ำเสมอมากขึ้น

5.2 ผ้าคอตตอน (Cotton) หมายถึง ผ้าที่ผลิตจากฝ้าย เป็นเส้นใยธรรมชาติ 100% เป็นผ้าที่นิยมมากในการนำมาตัดเสื้อผ้า เพราะสวมใส่สบาย ระบายอากาศได้ดี มีความยืดหยุ่นสูง

5.3 เทคนิค ATR-FTIR (Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy) หมายถึง เทคนิคทางเคมีที่ถูกพัฒนามาจาก IR Spectrometer ใช้สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบถึงหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุลของสาร ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทางเคมีขั้นสูง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้ตรวจยืนยันสารประกอบในครีมรองพื้นเบื้องต้นได้สะดวกและรวดเร็ว

6.2 นำวิธีการไปประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์และงานพิสูจน์หลักฐาน เพื่อเปรียบเทียบวัตถุพยานให้นำไปสู่การสืบหาตัวผู้กระทำความผิด

6.3 เป็นแนวทางในการศึกษา วิจัย และพัฒนางานในด้านนิติวิทยาศาสตร์และด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและวิจัยการตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยใช้เทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย ดังนี้

- อาชญากรรม
- พยานหลักฐาน
- ผ้า
- เครื่องสำอาง
- ครีมรองพื้น
- เทคนิค ATR-FTIR
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. อาชญากรรม

1.1 ความหมายของอาชญากรรม

อาชญากรรม คือ การกระทำความผิดทางอาญาที่เป็นปัญหาของสังคมอย่างหนึ่ง ซึ่งมีลกระทบต่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก โดยการกระทำผิดทางอาญานั้น ได้กระทำขึ้นโดย "อาชญากร" เช่น คดีฆ่าผู้อื่น ทำร้ายร่างกาย ข่มขืนกระทำชำเรา ลักทรัพย์ วิ่งราวทรัพย์ ชิงทรัพย์ และปล้นทรัพย์ เป็นต้น(ธนิยผล, 2548)

1.2 สาเหตุของปัญหาอาชญากรรม(ธนิยผล, 2548)

1.2.1 สาเหตุแห่งการประกอบอาชญากรรมต่างคล้ายคลึงกันเกิดจากปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมและการเพิ่มขึ้นของประชากร เมื่อหมดที่พึ่งจึงหันมาประกอบอาชญากรรมหรือคิดว่าการค้าขายของผิดกฎหมาย การค้ายาเสพติด ของหนีภาษี สามารถสร้างความร่ำรวยได้ในระยะเวลาสั้นจึงประกอบอาชญากรรม

1.2.2 สภาพครอบครัวที่บ้านแตกสาแหรกขาด พ่อแม่แยกทางกันไม่มีเวลาอบรมดูแลลูก หรือพ่อแม่อยู่ด้วยกันแต่ทะเลาะกันทุกวัน ทำให้เบื่อบ้านและออกไปคบหาสมาคมกับเพื่อน เมื่อเกิดความขาดแคลนก็มักจะประกอบอาชญากรรม

1.2.3 ฐานะทางเศรษฐกิจ ผู้ที่ประกอบอาชญากรรมมักจะมาจากคนที่มีฐานะยากจน มีสภาพจิตใจไม่ปกติ เนื่องจากต้องต่อสู้เพื่อความอยู่รอด

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงทางสังคม เนื่องจากเมืองไทยได้รับอิทธิพลของอารยธรรมตะวันตก ซึ่งเป็นวัฒนธรรมที่ขัดกับวัฒนธรรมของสังคมไทย เช่น ความนิยม ความสัมพันธ์ทางเพศ การแต่งกาย เมื่อมีความต้องการมากๆ ก็ทำให้ประกอบการกระทำผิดได้

1.2.5 การว่างงาน ในปัจจุบันสภาพเศรษฐกิจรัดตัว ทุกชีวิตต้องดิ้นรนต่อสู้เพื่อตนเองและครอบครัว เมื่ออยู่ในสถานะว่างงานทำให้มีสภาพจิตใจและอารมณ์ที่สับสนฟุ้งซ่าน จึงใช้เวลาว่างไปทางด้านอบายมุขต่างๆ เช่น สุรา นารี เล่นม้า การพนัน เที่ยวเตร่ เป็นต้น

1.2.6 ความเสื่อมโทรมทางศีลธรรม ในปัจจุบันการคำนึงถึงศีลธรรมในสังคม จะไม่ค่อยพบนัก ทั้งนี้เนื่องจากต่างคนต่างอยากที่จะหาความสุขให้กับชีวิต ทุกคนต้องดิ้นรนต่อสู้เพื่อความเจริญก้าวหน้าของวัฒนธรรมทางวัตถุ จนลืมนึกถึงวัฒนธรรมทางจิตใจ ไม่ค่อยใกล้ชิดกับศาสนาทำให้ขาดการศึกษาและการอบรมจิตใจที่ดี ทำให้ประกอบอาชญากรรมได้ง่าย

1.3 สถิติอาชญากรรม

1.3.1 ที่ผ่านมาประเทศไทยมีคดีอาชญากรรมที่เกี่ยวกับชีวิต ร่างกาย และเพศ โดยมีการแจ้งความ 17,848 คดี จับกุมได้ 16,678 คดี จำนวนคนร้าย 22,045 คน เรียกว่า จับกุมได้ 93.44% โดยคดีที่ก่อเหตุมากที่สุด คือ การทำร้ายร่างกาย 9,616 คดี รองลงมาคือ พยายามฆ่า 2,241 คดี ข่มขืน 1,885 คดี และฆ่าผู้อื่น 1,308 คดี ในขณะที่ฐานความผิดเกี่ยวกับทรัพย์ ภาพรวมมีการแจ้งความ 58,765 คดี จับกุมได้ 48,070 คดีมีผู้กระทำความผิด 58,006 คน ผลการปฏิบัติงานที่จับได้ 81.8% สำหรับคดีที่มีคนร้ายก่อเหตุมากที่สุด คือ คดีลักทรัพย์ 27,148 รองลงมา การฉ้อโกง (ไม่รวมคดีออนไลน์) 11,874 คดี ยักยอกทรัพย์ 6,218 คดี นี่คือภาพรวมที่เกิดขึ้นในปี 2565/2566 (ข้อมูล สตช. เก็บระหว่างวันที่ 1 ต.ค. 65 ถึง 30 ก.ย. 66) เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2565 มีคดีอาชญากรรมเพิ่มขึ้น(ไทยรัฐออนไลน์, 2567)

ภาพที่ 1 สรุปสถิติอาชญากรรม 2566

ที่มา : ไทยรัฐออนไลน์, เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2567, เข้าถึงได้จาก https://www.thairath.co.th/scoop/infographic/2752159

ภาพที่ 2 สรุปสถิติอาชญากรรม 2566

ที่มา : ไทยรัฐออนไลน์, เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2567, เข้าถึงได้จาก https://www.thairath.co.th/scoop/infographic/2752159

2. พยานหลักฐาน

พยานหลักฐาน หมายถึง สิ่งที่สามารถใช้พิสูจน์ข้อเท็จจริงที่มีการกล่าวอ้างในคดี ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถตรวจพบได้ในสถานที่เกิดเหตุ ใช้เป็นเครื่องมือในการพิสูจน์การกระทำผิดของคนร้ายและใช้เพื่อให้ศาลพิจารณาตัดสินชี้ขาดตามหลักฐานที่นำมาแสดงต่อศาล(มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2549)

2.1 ประเภทของพยานหลักฐาน

พยานหลักฐานอาจแบ่งได้เป็นหลายลักษณะ ทั้งนี้จะแบ่งประเภทของพยานหลักฐาน เฉพาะลักษณะที่สำคัญ ดังนี้ พยานบุคคล พยานเอกสาร พยานวัตถุ และ พยานผู้เชี่ยวชาญ(มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2549)

2.1.1 พยานบุคคล คือ บุคคลที่มาเบิกความต่อศาลถึงข้อเท็จจริงที่ตนได้ประสบพบเห็นหรือทราบมา

2.1.2 พยานเอกสาร คือ ข้อความใดๆ ในเอกสารที่มีการอ้างความหมายของข้อความเป็นพยาน

2.1.3 พยานวัตถุ คือ วัตถุสิ่งของที่คู่ความอ้างเป็นพยาน การอ้างสถานที่ให้ศาลตรวจก็อยู่ในความหมายของพยานวัตถุด้วย

2.1.4 พยานผู้เชี่ยวชาญ คือ บุคคลซึ่งเป็นผู้มีความรู้เชี่ยวชาญในวิชาการหรือกิจการอย่างใดอย่างหนึ่งและมาเบิกความโดยการให้ความเห็น

การแบ่งพยานหลักฐานตามวิธีนี้เป็นการแบ่งตามวิธีการนำพยานหลักฐานเข้าสืบ ซึ่งมีกฎเกณฑ์ต่างกันระหว่างพยานหลักฐานทั้ง 4 ประเภทนี้ วิธีนี้เป็นวิธีการแบ่งประเภทของพยานหลักฐานที่ใช้ในประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความแพ่งและประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

2.2 พยานชั้นหนึ่งและพยานชั้นสอง

2.2.1 พยานชั้นหนึ่ง คือ พยานหลักฐานชิ้นที่ดีที่สุดในบรรดาพยานหลักฐานทั้งหลายที่มุ่งพิสูจน์ข้อเท็จจริงข้อหนึ่ง

2.2.2 พยานชั้นสอง คือ พยานหลักฐานในลำดับรองลงมา

การแบ่งประเภทของพยานหลักฐานวิธีนี้เป็นการเปรียบเทียบระหว่างพยานหลักฐานหลายชิ้นที่มุ่งพิสูจน์ข้อเท็จจริงเดียวกัน ซึ่งมีที่มาจากหลักของกฎหมายอังกฤษที่เรียกว่า กฎแห่งพยานที่ดีที่สุด (Best Evidence Rale) ซึ่งวางหลักว่า คู่กรณีจะต้องนำพยานที่ดีที่สุดมาพิสูจน์ โดยหลักนี้ทำให้ศาลไม่ยอมรับฟังพยานบอกเล่า ถ้ายังมีประจักษ์พยานไม่ยอมรับฟังสำเนาของเอกสาร ถ้ายังมีต้นฉบับและไม่รับฟังการสืบลายมือในเอกสารโดยผู้เชี่ยวชาญถ้าตัวผู้เขียนยังมีชีวิตอยู่ แต่ต่อมาความเห็นของนักกฎหมายก็เปลี่ยนไป จนปัจจุบันกลายเป็นหลักว่าพยานชั้นที่สองให้รับฟังได้การที่ไม่นำพยานที่ดีที่สุดมาสืบนั้นเป็นเพียงแต่กระทบกระเทือนต่อน้ำหนักแห่งพยานหลักฐานนั้นเท่านั้น

2.3 พยานโดยตรงกับพยานประพฤติเหตุแวดล้อมกรณี

2.3.1 พยานโดยตรง (Direct Evidence) คือ พยานหลักฐานที่มุ่งพิสูจน์ข้อเท็จจริงซึ่งเป็นประเด็นพิพาทในคดีโดยตรง ดังนั้นถ้าศาลเชื่อพยานโดยตรง ศาลก็สามารถสรุปได้ว่าข้อเท็จจริงที่พิพาทกันเป็นดังที่พยานพิสูจน์โดยไม่ต้องค้นคว้าหาเหตุผลสันนิษฐานอะไรอีก

2.3.2 พยานประพฤติเหตุแวดล้อมกรณี (Circumstantial Evidence) หรือพยานแวดล้อม คือ พยานหลักฐานที่มุ่งพิสูจน์ข้อเท็จจริงซึ่งมิได้เป็นประเด็นพิพาทในคดีโดยตรง หากแต่พิสูจน์ข้อเท็จจริงอื่นที่บ่งชี้ว่าข้อเท็จจริงอันเป็นประเด็นพิพาทน่าจะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้น

การแบ่งประเภทของพยานหลักฐานวิธีนี้ พิจารณาจากความใกล้ชิดของข้อเท็จจริงที่พยานมุ่งพิสูจน์กับประเด็นพิพาทในคดี กล่าวคือ ถ้าข้อเท็จจริงใกล้ชิดจนเป็นอันเดียวกับประเด็นพิพาท พยานที่มุ่งสืบข้อเท็จจริงนั้นก็เป็นพยานโดยตรง แต่ถ้าข้อเท็จจริงมิได้เป็นอันเดียวกับประเด็นพิพาท พยานที่มุ่งพิสูจน์ข้อเท็จจริงนั้นก็เป็นพยานแวดล้อม สรุปว่าพยานแวดล้อมกรณี คือ พยานเหตุผลที่จะทำให้ศาลเชื่อว่ามีข้อเท็จจริงบางอย่างอยู่หรือไม่ ซึ่งจะต้องมีการใช้เหตุผลอนุมานเอาอีกต่อหนึ่ง

2.4 ประจักษ์พยานและพยานบอกเล่า

2.4.1 ประจักษ์พยาน (Eye Witness) คือ พยานบุคคลที่ได้สัมผัส (Perceive) ข้อเท็จจริงที่จะเบิกความมาด้วยตนเอง

2.4.2 พยานบอกเล่า (Hearsay) คือ พยานบุคคลที่มิได้สัมผัสข้อเท็จจริงที่เบิกความมาด้วยตนเอง แต่รับทราบมาจากการบอกเล่าของบุคคลอื่น หรือจากบันทึกที่บุคคลอื่นทำไว้

การแบ่งประเภทของพยานหลักฐานตามวิธีนี้ พิจารณาจากความใกล้ชิดระหว่างพยานหลักฐานกับข้อเท็จจริงที่พยานมุ่งพิสูจน์ ถ้าพยานได้สัมผัสข้อเท็จจริงมาด้วยตนเองก็เป็นประจักษ์พยาน แต่ถ้าพยานมิได้สัมผัสข้อเท็จจริงเอง แต่ทราบมาจากบุคคลอื่นก็เป็นพยานบอกเล่า

2.5 คุณค่าของพยานวัตถุ

2.5.1 พยานวัตถุเป็นสิ่งที่พิสูจน์ถึงการเกิดขึ้นจริงของคดีหรือเป็นการพิสูจน์ว่ามีการกระทำผิดเกิดขึ้น

ตัวอย่าง : การพิสูจน์กรณีการข่มขืน สามารถพิสูจน์ได้จากพยานวัตถุซึ่งแสดงถึงการไม่ยินยอมพร้อมใจของฝ่ายหญิง เช่น เสื้อผ้าถูกดึงขาด ร่องรอยการต่อสู้ดิ้นรนของฝ่ายหญิง เป็นต้น

ตัวอย่าง : การพิสูจน์ถึงกรณีวางเพลิง คือการตรวจพบอุปกรณ์ในการวางเพลิงร่องรอยการลุกไหม้ที่ผิดปกติในสถานที่เกิดเหตุ เป็นต้น

2.5.2 พยานวัตถุสามารถเชื่อมโยงผู้ต้องสงสัยให้เข้ามาเกี่ยวข้องกับผู้เสียหายหรือกับสถานที่เกิดเหตุ

ตัวอย่าง : ผู้ต้องสงสัยถูกจับกุมในทันทีทันใดหลังจากข่มขืนผู้เสียหายภายในบ้าน ซึ่งภายในบ้านดังกล่าวเลี้ยงแมวไว้ ขนแมวถูกพบที่เสื้อผ้าของผู้ต้องสงสัย โดยผู้ต้องสงสัยไม่สามารถหาคำอธิบายที่เหมาะได้

2.5.3 พยานวัตถุสามารถชี้ตัวผู้กระทำผิด

ตัวอย่าง : ตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงติดอยู่ที่ทรัพย์สินที่ถูกคนร้ายรื้อค้นหรือเคลื่อนย้ายในคดีลักทรัพย์ ต่อมาได้ตัวผู้ต้องสงสัยจากการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบพิมพ์ลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัยตรงกับรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ ผู้ต้องสงสัยไม่สามารถปฏิเสธการกระทำความผิดได้

2.5.4 พยานวัตถุสามารถป้องกันผู้บริสุทธิ์ที่ถูกกล่าวหาได้

ตัวอย่าง : เด็กกล่าวหาชายผู้หนึ่งว่าได้บังคับให้กินยา จึงทำให้เด็กรู้สึกง่วงซึมและชายผู้นั้นได้ทำร้ายร่างกายเด็ก จากผลการตรวจปัสสาวะและเลือดให้ผล Negative ซึ่งแสดงว่าคำให้การของเด็กนั้นไม่ถูกต้อง จึงเป็นการยืนยันความบริสุทธิ์ของชายผู้นั้น

2.5.5 พยานวัตถุสามารถยืนยันคำให้การของผู้เสียหาย

ตัวอย่าง : นักท่องเที่ยวสาวได้เข้าแจ้งตำรวจว่า ตนถูกคนขับรถจักรยานยนต์รับจ้างที่โดยสารไปใช้มีดจี้บังคับและพยายามข่มขืน ระหว่างที่ต่อสู้ขัดขืนมีดได้บาดมือของตน ตำรวจจึงได้ตามจับตัวคนขับรถจักรยานยนต์รับจ้างและตรวจพบคราบโลหิตติดอยู่ที่คอเสื้อของชายดังกล่าว ซึ่งเจ้าตัวปฏิเสธว่าโลหิตดังกล่าวเกิดขึ้นจากการโกนหนวด จากการตรวจโลหิตพบว่า โลหิตดังกล่าวเป็นหมู่เดียวกับผู้เสียหายจึงสามารถยืนยันว่าคำให้การของผู้เสียหายเป็นความจริง

2.5.6 พยานวัตถุสามารถทำให้เกิดการสารภาพหรือยอมรับการกระทำความผิด

ตัวอย่าง : ตำรวจจับผู้ต้องหาข่มขืน และพบคราบโลหิตติดอยู่ที่เสื้อของผู้ต้องหา โดยผู้ต้องหาให้การว่าโลหิตดังกล่าวเป็นของตน ผลจากการตรวจโลหิต

พบว่าโลหิตดังกล่าวเป็นโลหิตของสัตว์จึงทำให้ผู้ต้องหายอมจำนนและยอมรับสารภาพ

2.5.7 พยานวัตถุสามารถเชื่อถือได้มากกว่าประจักษ์พยาน

ตัวอย่าง : จากการทดลอง พบว่าพยานที่เห็นเหตุการณ์จะมีช่องว่างของการสังเกตเหตุการณ์ของคดี ถ้าบางส่วนบางตอนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งพยานไม่ได้สังเกลเห็น หรือเป็นเหตุการณ์ที่ในความรู้สึกของตนเห็นว่าไม่มีความสำคัญ หรือเห็นว่าเป็นเหตุการณ์ปกติเขาจะนำความรู้สึกและเหตุผลของตนเองมาเชื่อมต่อเหตุการณ์ที่ขาดหายไปให้เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ ดังนั้นข้อเท็จจริงของคดีจึงถูกเปลี่ยนแปลงไปคำให้การของประจักษ์พยานจึงเป็นไปในลักษณะที่เขาเชื่อในสิ่งที่เห็น โดยใช้จิตของตนเป็นหลัก

2.5.8 พยานวัตถุในกรณีที่พนักงานสอบสวนมีปัญหาในเรื่องการทำสำนวนพยานวัตถุยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น ศาลจะใช้พยานวัตถุเป็นหลัก เพื่อช่วยตัดสินคดีได้เร็วขึ้น

2.5.9 พยานวัตถุซึ่งผ่านการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยจะเพิ่มความน่าเชื่อถือได้มากขึ้นในชั้นศาล

2.5.10 การไม่มีพยานวัตถุซึ่งจะนำมาชี้ถึงข้อเท็จจริงในสถานที่เกิดเหตุจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการยุติข้อโต้แย้ง

ตัวอย่าง : ผู้เสียหายในกรณีเพลิงไหม้ซึ่งถูกบริษัทประกันกล่าวหาว่าวางเพลิง เพื่อบริษัทประกันจะได้ไม่ต้องจ่ายค่าสินไหมทดแทน แต่จากการตรวจสถานที่เกิดเหตุ ไม่พบพยานวัตถุที่แสดงถึงการวางเพลิงจึงทำให้ข้อกล่าวหาดังกล่าวยุติลง

2.6 สถานที่ที่จะพบพยานวัตถุ

เมื่อต้องการให้ได้มาซึ่งพยานวัตถุ (รวมทั้งพยานเอกสาร) เรามักนึกถึงสถานที่เกิดเหตุเป็นอันดับแรก ซึ่งตามข้อเท็จจริงแล้ว พยานวัตถุนั้นมิได้มีอยู่เฉพาะในสภาพที่เกิดเหตุแห่งเดียวเท่านั้น แต่ยังมีแหล่งอื่นที่จะพบพยานวัตถุได้อีกด้วยถ้าจะให้สมบูรณ์ครบถ้วนต้องตรวจหาพยานวัตถุตามแหล่งต่างๆ ถึง 3 แห่งด้วยกัน(มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2549) ได้แก่

2.6.1 สถานที่เกิดเหตุ ซึ่งเป็นสถานที่ที่เหตุเกิดขึ้น และเป็นแหล่งรวมพยานวัตถุส่วนใหญ่ ดังนั้นการจะพบพยานวัตถุตรงสถานที่เกิดเหตุนับเป็นสิ่งสำคัญมาก และต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุอย่างละเอียด

2.6.2 ที่ตัวของผู้เสียหาย เป็นอีกแหล่งหนึ่งซึ่งจะมองข้ามไปไม่ได้ เนื่องจากจะมีพยานวัตถุปรากฏอยู่เช่นเดียวกัน เช่น กรณีผู้ถูกอาวุธปืนยิงและมีกระสุนฝังอยู่ในร่างกาย เป็นต้น ถ้าผู้เสียหายถูกนำตัวส่งโรงพยาบาล พยานวัตถุที่สำคัญ จะติดตัวผู้เสียหายไปที่โรงพยาบาลด้วย ฉะนั้นหากค้นหาพยานวัตถุในสถานที่เกิดเหตุเพียงแห่งเดียวจะทำให้ขาดพยานวัตถุที่สำคัญไปหลายอย่างตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนอีกกรณีหนึ่งก็คือคดีข่มขืนกระทำชำเรา ซึ่งพยานวัตถุสำคัญที่จะพิสูจน์ว่ามีการกระทำผิดเกิดขึ้นหรือไม่นั้นจะอยู่ที่ตัวผู้เสียหาย การที่เจ้าหน้าที่ส่งตัวผู้เสียหายไปให้แพทย์ตรวจสอบหาร่องรอยการ ข่มขืน เช่น คราบอสุจิ เส้นผม เส้นขน ร่องรอยบาดแผลก่อนจะสรุปได้ว่าเกิดเหตุขึ้นจริงหรือไม่ แสดงให้เห็นความสำคัญของพยานวัตถุแหล่งนี้ได้เป็นอย่างดี

2.6.3 ที่ตัวคนร้าย ที่ตัวของผู้ที่กระทำผิดก็มีพยานวัตถุที่จะใช้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกับที่ตัวของผู้เสียหาย เพราะหากคนร้ายได้เข้าไปในที่เกิดเหตุแล้ว เขาน่าจะต้องนำสิ่งของบางอย่างติดตัวไปจากที่เกิดเหตุด้วยเช่นเดียวกัน สิ่งนั้นอาจมีขนาดใหญ่ เช่น ทรัพย์สินจากการโจรกรรม หรืออาจมีขนาดเล็กมาก เช่น เศษดิน หิน ทราย เศษแก้ว กระจก ที่ติดไปกับพื้นรองเท้าโดยที่คนร้าย เองก็ไม่รู้ตัวหรือมองไม่เห็น

3. ผ้า

3.1 ความหมายของผ้า

ผ้า คือ สิ่งที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติหรือวัสดุที่สังเคราะห์ขึ้นมาสานหรือทอจนเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น ฝ้าย ใยไหม ไนลอน เป็นต้น ประโยชน์ของผ้าคือการนำมาตัดเย็บ เป็นเครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ประเภทผ้าต่างๆ และในด้านอื่นๆ เช่น การตกแต่งสถานที่ เป็นต้น วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตผ้า ได้แก่ วัสดุจากสัตว์ วัสดุจากพืช และจากการสังเคราะห์เคมี (สารานุกรมเสรี, 2552)

3.2 ชนิดของผ้า

3.2.1 เส้นใยธรรมชาติ (Natural Fiber)

3.2.1.1 เส้นใยฝ้าย (Cotton) คนส่วนมากคงรู้จักกับเสื้อผ้าที่ผลิตจากผ้าคอตตอนหรือผ้าฝ้ายอย่างแน่นอน ซึ่งผ้าเหล่านี้นั้นได้ผลิตมาจากเส้ยใยของต้นฝ้าย ที่มีกระบวนการผลิตคือการนำเส้นใยของปุยฝ้ายมาปั่นจนเกิดเป็นเส้นด้าย คุณสมบัติของผ้าชนิดนี้ จะมีความบางเบา สวมใส่สบายแต่จะรีดยาก มีความหด ย้วย แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้เส้นด้ายมีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้นในการผลิตเป็นเสื้อผ้า โดยวิธีการดูแลรักษาผ้าคอตตอนก็ไม่ยาก

สามารถซักกับเครื่อง หรือจะซักด้วยมือก็ได้ สามารถรีดโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้อีกด้วย และผ้าชนิดนี้ยังเป็นที่นิยมที่คนส่วนมากสวมใส่

3.2.1.2 เส้นใยไหม (Silk) ผ้าชนิดนี้ผลิตมาจากใยไหม ซึ่งมาจากโปรตีนของรังไหม แล้วนำมาปั่นให้เกิดเป็นเส้นด้าย เหมือนกับผ้าคอตตอน ผ้าไหมให้สัมผัสที่นุ่มสบาย เงางาม ไม่ยับง่าย ดูดความชื้นได้ดี ปรับตัวได้อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และสามารถคงสภาพของผ้าไว้ได้ดี ส่วนการดูแลรักษาอาจจะต้องดูแลเป็นพิเศษนิดนึง เพราะเวลาซักถ้าหากใช้ผงซักฟอกที่มีกรดแรงจะทำลายเนื้อผ้าเอาได้ จึงควรซักด้วยผงซักฟอกที่มีฤทธิ์อ่อนเท่านั้น

3.2.1.3 เส้นใยลินิน (Linen) เส้นใยลินินเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรงคงทนมากที่สุด แต่ผ้าลินินจะยับได้ง่ายมาก และเวลารีดก็จะเรียบได้ยาก แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาทำให้เสื้อผ้าที่ผลิตจากผ้าลินินรีดได้เรียบง่ายขึ้น ผ้าลินินสามารถใช้อุณภูมิสูงในการซักรีดได้ ลักษณะของผ้าลินิน มีความมันเงาสวยงาม ผิวจะเรียบแข็ง สามารถดูดซึมน้ำได้ดี ซึ่งเส้นใยลินินเนี่ยได้ผลิตมาจากต้นแฟล็กซ์ (Flex) โดยนำมาปั่นแล้วถักทอจนเกิดเป็นผืนผ้าลินิน

3.2.1.4 เส้นใยขนสัตว์ (Wool) เส้นใยขนสัตว์ ส่วมมากจะนิยมนำไปทำเสื้อกันหนาว เพราะคุณสมบัติของผ้าขนสัตว์ คือสามารถดูดความร้อน และถ่ายเทความชื้นได้ดี ทำให้ขณะที่เราสวมใส่รู้สึกอบอุ่นร่างกาย ส่วนผ้าขนสัตว์ที่นิยมเอามาทำผ้าที่สุดคือ ขนแกะ นำมาปั่นจนเกิดเป็นเส้นด้าย แล้วเอาไปถักทอจนเป็นผืนผ้า เนื่องจากเวลาผ้าขนสัตว์เปียกจะหดตัวมาก จึงควรซักแห้งมากกว่า และเมื่อซักเสร็จควรเก็บไว้ในถุงพลาสติก เพื่อป้องกันมอด

3.2.2 เส้นใยสังเคราะห์จากสารเคมี (Chemical Synthetic Fiber)

3.2.2.1 ผ้าโพลีเอสเตอร์ (Polyester) ผ้าโพลีเอสเตอร์มีคุณสมบัติที่คล้ายกับผ้าคอตตอนหรือผ้าฝ้ายอย่างมาก เป็นเส้นใยที่มีความยาวนุ่ม เงามัน เบาบาง ยับยาก แต่สามารถดูดความชื้นได้น้อย และเมื่อใส่ไปนานๆ เนื้อผ้าอาจจะเป็นขุยได้

3.2.2.2 ผ้าไนลอน (Nylon) ส่วนมากผ้าไนลอนจะไม่ค่อยนิยมนำมาผลิตเป็นเสื้อผ้า เพราะเวลาสวมใส่จะไม่ค่อยสบายตัวเท่าไหร่นัก แต่ถ้าหากนำมาผลิตเป็นเสื้อผ้าก็จะมีราคาที่ไม่สูง ส่วนมากจะผลิตเป็นกระเป๋า ร่ม ถุงผ้า

ไนลอน มากกว่า เพราะคุณสมบัติของผ้าไนลอนมีความแข็งแรง ทนทานมาก ไม่ยับง่าย เนื้อผ้าสามารถทรงตัวได้ดี ทนต่อเชื้อราและการถูกขัดสีได้ดี

3.2.2.3 ผ้าสแปนเด็กซ์ (Spandex) ผ้าที่มีลักษณะยืดหยุ่นมากๆ เพราะคุณสมบัติของผ้าสแปนเด็กซ์คือมีความยืดหยุ่นสูงมาก เมื่อยืดออกแล้วปล่อยกลับก็จะคงอยู่ในรูปทรงเดิม และแถมยังมีน้ำหนักที่เบาสบายอีกด้วย

3.2.3 เส้นใยสังเคราะห์จากวัสดุธรรมชาติ (Natural Synthetic Fiber)

3.2.3.1 ผ้าเรยอน (Rayon) ผ้าเรยอนไม่ได้ผลิตมาจากเส้นใยสังเคราะห์สารเคมี แต่ผลิตมาจากวัสดุธรรมชาติ และได้ผ่านกระบวนการทางเคมีถักทอจนเกิดเป็นผืน ผ้าเรยอนถูกผลิตขึ้นมาให้มีคุณสมบัติที่เหมือนกับผ้าฝ้าย คือเนื้อผ้านุ่ม มันเงา สามารถระบายความร้อนได้ แต่ก็ยังไม่สามารถสู้ผ้าฝ้ายได้ ส่วนมากคนจะนิยมมาใช้ทดแทนเสื้อผ้าที่ผลิตจากผ้าฝ้าย เพื่อลดต้นทุนการผลิต ราคาจึงถูกกว่า

4. เครื่องสำอาง

4.1 ความหมายของเครื่องสำอาง

เครื่องสำอาง คือ วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด โรย พ่น หยอด ใส่ อบ หรือด้วยวิธีอื่นกับส่วนภายนอกของร่างกายมนุษย์ และให้หมายความรวมถึงการใช้กับฟันและเยื่อบุในช่องปาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ปรากฏ หรือระงับกลิ่นกาย หรือปกป้องดูแลส่วนต่างๆ นั้น ให้อยู่ในสภาพดี และรวมตลอดทั้งเครื่องประทิ่นต่างๆ สำหรับผิวด้วย แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย(OEM, 2566)

4.2 ส่วนประกอบหลัก(OEM, 2566)

4.2.1 สารออกฤทธิ์

สารออกฤทธิ์ คือ สารที่ให้ผลลัพธ์ในการบำรุงผิว มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามความต้องการ มีกลไกการทำงานเฉพาะแต่ละสาร สารออกฤทธิ์บางตัวสามารถเสริมฤทธิ์กับสารตัวอื่นได้ แต่บางตัวก็ลดประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ได้เช่นกัน จึงต้องมีการพิจารณาคุณสมบัติสารแต่ละตัวก่อนที่จะเลือกมาทดลอง ตัวอย่างคุณสมบัติสารออกฤทธิ์เช่น ให้ความกระจ่างใส ให้ความชุ่มชื้น ชะลอความแก่และริ้วรอย ป้องกันสิว ปลอบประโลมผิว หรือเกราะป้องกันผิว

4.2.1.1 ให้ความกระจ่างใส Brightening/Whitening

คุณสมบัติ

- ให้ผิวสว่างกระจ่างใสขึ้น
- สีผิวสม่ำเสมอ
- ความหมองคล้ำลดลง
- ลดฝ้า กระ จุดด่างดำที่เกิดขึ้นตามอายุและแสงแดด
- ลดรอยดำหลังเป็นสิว

กลไกการทำงาน

- ต่อต้านการสร้างเม็ดสี โดยการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase)
- ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีผิว (Melanogenesis) ซึ่งช่วยลดปริมาณเม็ดสีผิว (Melanin)
- ลดการสร้างเมลานินที่เกิดจากไนตริกออกไซด์
- ลดการสร้างเมลานินที่เกิดจากการกระตุ้นของเอนไซม์ p53
- ลดการทำงานของเอนไซม์ p70 S6 Kinase จำกัดการลำเลียงเมลานินและการแบ่งตัวของเซลล์เมลาโนไซต์
- ลดการทำงานของโปรตีน NFkB ลดการอักเสบ

ตัวอย่างสารออกฤทธิ์

- วิตามินบี 3 (Niacinamide)
- วิตามินซีและอนุพันธ์วิตามินซี (Ascorbic Acid & Derivative)
- กรดทรานเอกซามิก (Tranexamic Acid)
- แอลฟ่าอาร์บูติน (Alpha Arbutin)
- แพลงก์ตอน (Plankton)
- กรดไฮดรอกซี (AHA, BHA, PHA, LHA)
- ออกซีเรสเวอราทรอล (Oxyresveratrol)
- กลูต้าไธโอน (Glutathione)
- กลาบริดิน (Glabridin)
- กรดอะเซลาอิก (Azelaic Acid)

4.2.1.2 ให้ความชุ่มชื้น Moisturizing

คุณสมบัติ

- ผิวนุ่มชุ่มชื้น
- ผิวอิ่มน้ำ
- ผิวสดชื้น
- คงความชุ่มชื้นในผิว
- ผิวไม่แห้งลอกเป็นขุย

กลไกการทำงาน

- เพิ่ม NMF และ Hyaluronan โดยควบคุมการแสดงออกของยีน Filaggrin และ Hyaluronan Synthase 3
- เพิ่มระดับการแสดงออกของยีน Loricrin ซึ่งมีผลต่อการทำงานของ Cornified Envelope
- กระตุ้นการสังเคราะห์เซราไมด์โดยเพิ่มระดับการแสดงออกของ Acid Sphingomyelinase
- จับกับโมเลกุลของน้ำและเข้าสู่เซลล์โดยผ่านช่องทางของ Sodium Potassium Plump ซึ่งน้ำจะทำให้เซลล์เกิดการบวม

ตัวอย่างสารออกฤทธิ์

- สารกลุ่มไกลคอล (Butylene Glycol, Propylene Glycol, Pentylene Glycol, Caprylyl Glycol เป็นต้น)
- น้ำตาล (Saccharide Isomerate, Biosaccharide Gum-1, Biosaccharide Gum-4 เป็นต้น)
- น้ำมันธรรมชาติ (Jojoba Oil, Squalane, Avocado Oil, Olive Oil, Aloe Vera Oil เป็นต้น)
- กลีเซอรีนและอนุพันธ์ (Glycerin & Derivative)
- พีซีเอ (Pyrrolidone Carboxylic Acid: PCA)
- กรดไฮยาลูรอนิก (Hyaluronic Acid)
- วิตามินบี5 (DL-Panthenol)
- เซราไมด์ (Ceramide)
- บีเทน (Betaine)
- ยูเรีย (Urea)

4.2.1.3 ชะลอความแก่และริ้วรอย Anti-Aging/Anti-Wrinkle

คุณสมบัติ

- ผิวดูอ่อนเยาว์
- ริ้วรอยลดเลือนลง
- ริ้วรอยร่องลึกตื้นขึ้น
- ผิวเรียบเนียน
- ผิวยืดหยุ่น เต่งตึง
- ผิวดูกระชับ ไม่หย่อนคล้อย

กลไกการทำงาน

- กระตุ้นการเพิ่มจำนวนเซลล์
- กระตุ้นการสังเคราะห์ Collagen Type I
- ยับยั้งเอนไซม์ Ceramidase, Sphingomyelinase, Hyaluronidase, Collagenase, Elastase
- ลดการทำงานของ MMP2 และ MMP3 ที่ทำลาย Collagen II, III, IV, IX, X, และ Elastin
- จัดระเบียบ Extracellular Matrix ด้วยการสร้าง Lumican ขึ้นใหม่ ซึ่งช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ปรับการผลัดเซลล์ผิว และควบคุมการสังเคราะห์คอลลาเจน

ตัวอย่างสารออกฤทธิ์

- วิตามินบี 3 (Niacinamide)
- วิตามินซีและอนุพันธ์วิตามินซี (Ascorbic Acid & Derivative)
- อนุพันธ์วิตามินเอ (Retinal, Retinol, Retinyl Ester)
- วิตามินอี (Tocopherol)
- อะซิทิลเฮกซะเปปไทด์-8 (Acetyl Hexapeptide-8)
- กรดแอลฟ่าไลโปอิก (Alpha Lipoic Acid: ALA)
- ยูบิควิโนน (Ubiquinone)
- โซเดียมไฮยาลูรอเนท (Sodium Hyaluronate)
- อิลาสติน (Elastin)
- คอลลาเจน (Collagen)

4.2.1.4 ป้องกันสิว Anti-Acne

คุณสมบัติ

- ลดสิว
- ลดการอักเสบและรอยแดง
- ซ่อมแซมหลุมสิว
- ควบคุมความมัน ลดโอกาสเกิดสิว
- รูขุมขนดูกระชับ
- ผิวหน้าเรียบเนียน

กลไกการทำงาน

- ควบคุมกลไกการผลัดเซลล์ผิวด้านบน
- ลดการหลั่งของ Cytokines ที่จะหลั่งออกมาเมื่อผิวมีการเกิดการอักเสบ
- ยับยั้งการเกิดสิว โดยการลด Lipid-Peroxidation ที่กระตุ้นให้เกิดสิว
- เพิ่ม Endothelin เพื่อทำให้หลอดเลือดหดตัวเพื่อลดการอักเสบและรอยแดง
- ลดการผลิต Sebum ที่ Sebocytes ช่วยลดการผลิตน้ำมันส่วนเกินของผิว
- ยับยั้งการเจริญเติบโตของ C.acnes และ S.aureus เพื่อลดการติดเชื้อที่ก่อให้เกิดสิว
- ช่วยฟื้นฟู Keratinocytes เพื่อส่งเสริมกระบวนการซ่อมแซมหลุมสิว
- ลดสารที่สร้างการอักเสบ IL-1a และ PGE2 ลดรอยแดงปลอบประโลมผิวที่เป็นสิว

ตัวอย่างสารออกฤทธิ์

- กรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid)
- ทีทรี (Tea Tree)
- วิลโลว์ (Salix Alba)
- นมผึ้ง (10-Hydroxydecanoic Acid: 10-HDA)

- ลิโคชาลโคนเอ (Licochalcone A)
- เงิน (Silver)
- โอลิโกเปปไทด์-10 (Oligopeptide-10)
- ซิงค์ (Zinc)
- บาคูชิออล (Bakuchiol)
- คอปเปอร์เปปไทด์ (Copper Peptide)

4.2.1.5 ปลอบประโลมผิว Soothing

คุณสมบัติ

- ปลอบประโลมผิว
- ลดการแพ้ ระคายเคือง
- ลดอาการบวมแดงจากการอักเสบของผิว
- ผิวแข็งแรงขึ้น

กลไกการทำงาน

- ยับยั้งเชื้อที่ก่อให้เกิดการอักเสบ เช่น S.aureus
- ยับยั้ง Phospholipase A2 และ Cyclooxygenase-2 เพื่อลดการอักเสบและการแพ้
- ยับยั้งการหลั่งสาร Prostaglandin E2 (PGE2) และ Cytokine จำพวก IL-1, IL-8 และ MCP-1 ที่ก่อให้เกิดอาการแพ้ แสบ แดง เป็นผื่น
- ยับยั้งเอนไซม์ Hyaluronidase ที่จะไปทำลายเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเพื่อป้องกันการอักเสบ
- ลด Cytokines และ Histamine ในกระบวนการอักเสบจะช่วยลดการแพ้
- ยับยั้งการรวมตัวกันของ IL-31 และ IL-33 ที่ทำให้ผิวอักเสบและเกิดผื่น
- ลดอาการแพ้โดยการยับยั้งการหลั่งของ Beta-Hexosaminidase

ตัวอย่างสารออกฤทธิ์

- อลันโทอิน (Allantoin)
- โบรมีเลน (Bromelain)

- เบต้ากลูแคน (Beta-Glucan)
- ไบซาโบลอล (Bisabolol)
- ใบบัวบก (Asiaticoside และ Madecassoside)
- ชะเอมเทศ (Glycyrrhizin)
- อนุพันธ์ซาลิไซลิก (Silanediol Salicylate)
- คาโมมายล์ (Chamomile)
- สกูลแคบ (Skullcap)
- ข้าวโอ๊ต (Colloidal Oatmeal)

4.2.1.6 เกราะป้องกันผิว Skin Barrier

คุณสมบัติ

- เกราะป้องกันผิวแข็งแรง
- ผิวเรียบเนียน
- ผิวคงความชุ่มชื้นได้ดีขึ้น
- สภาพผิวโดยรวมดูดีขึ้น
- บำรุงผิวได้ง่าย
- ผิวทนทานต่อมลภาวะและสารเคมี

กลไกการทำงาน

- ยับยั้ง 5-lipoxygenase ลดกระบวนการอักเสบ คงสภาพเกราะป้องกันผิว
  ปกป้องและเพิ่มความแข็งแรงให้เกราะป้องกันผิว
- เลียนแบบโครงสร้าง Lamellar สร้างเกราะป้องกันผิวใหม่
- ลดการสูญเสียน้ำในผิว (Transepidermal Water Loss)
- เพิ่มความหนาของชั้นผิว Stratum Corneum
- ปรับสมดุลของจุนลินทรีย์บนผิว โดยการลดปริมาณของแบคทีเรีย S.aureus บนผิว เป็นการสร้างให้ผิวแข็งแรงด้วยกลไกการทำงานของผิวตามธรรมชาติ

ตัวอย่างสารออกฤทธิ์

- เซราไมด์ (Ceramide)
- กรดอะมิโน (Amino Acid)

- กรดไฮยาลูรอนิก (Hyaluronic Acid)
- สควาเลน (Squalane)
- อัลฟ่า-กลูแคน โอลิโกแซคคาไรด์ (Alpha-Glucan Oligosaccharide)
- ไฟโตสฟิงโกซีน (Phytosphingosine)
- โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides)
- พรี/โพร/โพส ไบโอติกส์ (Pre/Pro/Post Biotics)
- แซคคาไรด์ไอโซเมอเรท (Saccharide Isomerate)
- กรดลิโนเลอิก (Linolenic Acid)

4.2.2 เนื้อเบส

เนื้อเบสเครื่องสำอางมีความสำคัญมากในการช่วยโอบอุ้มสารออกฤทธิ์และนำพาไปยังชั้นผิว นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความคงตัวของสารออกฤทธิ์ เพิ่มประสิทธิภาพในการซึมผ่านชั้นผิวได้ดีขึ้น หรือปลดปล่อยสารออกฤทธิ์ในจุดที่กำหนดได้ แต่ก็มีสารในเนื้อเบสบางตัวที่ก่อให้เกิดการอุดตันหรือการระคายเคืองได้เช่นกัน โดยหลักๆ สารขึ้นเนื้อเบสจะแยกออกเป็นส่วนของผง สารละลายน้ำ และลิพิด(OEM, 2566)

4.2.2.1 ผง (Powder)

ผงมีลักษณะเป็นอนุภาคที่ละเอียด ให้คุณสมบัติที่หลากหลาย เช่น Talcum & Starch ให้ความลื่นแก่ผิว ดูดซับความชื้น, Silica ดูดซับน้ำมัน เป็นต้น

นอกจากนี้เพื่อสร้างความหลากหลายจึงมีการผสมเนื้อเบสหลายส่วนเข้าด้วยกัน ออกมาเป็นเครื่องสำอางรูปแบบใหม่ๆ ไม่ซ้ำเดิม เช่น

Lipid + Water = Emulsion เช่น โลชั่น ครีม

Powder + Water = Suspension เช่น แป้งน้ำ

Powder + Lipid = Paste เช่น ยาสีฟัน

4.2.2.2 สารละลายน้ำ (Aqueous)

สารละลายน้ำ คือ สารละลายต่างๆ โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย มีคุณสมบัติเป็น Humectant ช่วยดึงความชุ่มชื้นเข้าสู่ผิว เหมาะกับทุกสภาพผิว

ตัวอย่าง สารละลายน้ำ เช่น Glycerin, Butylene Glycol, Propylene Glycol, Propanediol, Glyceryl Glucoside, Betaine เป็นต้น

4.2.2.3 ลิพิด (Lipid)

ลิพิด คือ สารชีวโมเลกุลที่ไม่ละลายในน้ำ ให้ความมันเงา นุ่มลื่นแก่ผิว มีคุณสมบัติเป็น Emollient และ Occlusive ป้องกันการสูญเสียน้ำในผิวได้สูง อาจก่อให้เกิดการอุดตันบนผิวได้ ไม่เหมาะกับสภาพผิวมันและผิวเป็นสิว ตัวอย่างลิพิด เช่น

- น้ำมัน (Oil) มีลักษณะเป็นของเหลว เช่น Mineral Oil, Jojoba Oil, Avocado Oil, Ester Oil เป็นต้น
- ไขมัน (Fat) มีลักษณะกึ่งแข็ง เช่น Lanolin
- บัตเตอร์ (Butter) มีลักษณะกึ่งแข็ง หรือลิพิดแข็ง เช่น Shea Butter
- แว็กซ์ (Wax) มีลักษณะแข็ง เช่น Carnauba Wax, Microcrystalline Wax, Rice Bran Wax, Candelilla Wax เป็นต้น

4.2.3 สารเติมแต่ง

สารเติมแต่ง คือ สารที่ใส่เข้าไปปรับปรุงสูตรเครื่องสำอางเพื่อให้เป็นไปตามต้องการ อาจมีความจำเป็นต้องใส่ หรือไม่ต้องใส่ก็ได้ ตัวอย่างสารเติมแต่ง(OEM, 2566)เช่น

- สารเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsifier) ช่วยเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันให้เพิ่มมากขึ้น ลดแรงตึงผิวของน้ำให้สารมีความเข้ากันได้ดี เช่น PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, Polysorbate 20, Ceteareth-20, Polyglyceryl-2 Triisostearate
- สารเพิ่มความหนืด (Viscosity Agent) ช่วยปรับเพิ่มความหนืดของเนื้อเบส เช่น Xanthan Gum, Carbomer, Polymer
- สารกันเสีย (Preservative) ช่วยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องสำอางไม่ให้เจริญเติบโต เช่น Phenoxyethanol, Paraben
- สารหอม (Fragrance) ช่วยให้เครื่องสำอางมีกลิ่นหอม หรือช่วยกลบกลิ่น เช่น น้ำหอมสังเคราะห์ และน้ำมันหอมระเหย

- สารจับโลหะ (Chelating Agent) ช่วยจับโลหะที่อยู่ในน้ำ ป้องกันไม่ให้โลหะเกาะติดกับผิวแล้วตกค้างที่ผิวได้ เช่น Disodium EDTA, Tetrasodium EDTA
- สี (Color) ช่วยแต่งสี มีทั้งสีละลายน้ำและละลายน้ำมัน เช่น Iron Oxide, Titanium Dioxide
- บีดส์/กลิตเตอร์ (Beads/Glitter) ช่วยเพิ่มลูกเล่นเครื่องสำอางให้มีเอกลักษณ์และน่าสนใจ มีหลากหลายรูปแบบและขนาด

5. ครีมรองพื้น

5.1 ความหมายของรองพื้น

รองพื้น (Foundation) คือเครื่องแต่งหน้าที่จะเข้ามาช่วยปรับสภาพผิวให้มีความเรียบเนียนโดยปรับสีผิวให้มีความสม่ำเสมอ ซึ่งรองพื้นสามารถกลบร่องรอยที่ไม่พึงประสงค์ต่างๆ ได้ไม่ว่าจะเป็นรอยแผลเป็น, สิว, รูขุมขนที่มีขนาดใหญ่, ฝ้า, กระ เรียกได้ว่านี่คือเครื่องมืออำพรางจุดพกพร่องบนใบหน้าชั้นดี รองพื้นเป็นหนึ่งใน Item แต่งหน้าชิ้นสำคัญที่ถูกหยิบมาพูดถึงมากที่สุด(Srihong, 2566)

5.2 ประเภทของรองพื้น (Srihong, 2566)

5.2.1 รองพื้นแบบทินท์ (Tinted Moisturizer) เป็นรองพื้นมีความบางเบาร่วมกับการเป็น Moisturizer ให้ความชุ่มชื้นบำรุงผิว ทำให้เป็นรองพื้นที่อาจจะไม่ได้เหมาะกับทุกคนเท่าไหร่นัก และด้วยความบางเบาเป็นพิเศษจึงเท่าให้ไม่สามารถปกปิดร่องรอยต่างๆได้ดีเท่าที่ควร เหมาะกับผิว : ผิวแห้งต้องการความชุ่มชื้น, คนที่มีสภาพผิวดีอยู่แล้ว ไม่มีร่องรอยให้ปกปิด

5.2.2 รองพื้นแบบลิควิด (Liquid Foundation) เป็นรองพื้นอีกหนึ่งประเภทที่ได้ความนิยมเป็นอย่างมาก มีขายมากมายในท้องตลาด ไม่ว่าจะเป็นแบรนด์ถูกหรือว่าแพงก็มีให้เลือกใช้ ด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทุกสภาพผิวไม่ว่าจะเป็นผิวมัน,ผิวแห้งหรือว่าผิวผสมก็สามารถเลือกใช้ได้ นอกจากนี้ตัวลองพื้นแบบเหลวยังสามารถเลือกใช้ได้หลายโอกาส ไม่ว่าจะเป็นการแต่งหน้าในลุคสบาย ๆ ไปจนถึงการแต่งหน้าแบบจัดหนักจัดเต็ม เพียงแค่เลือกความเข้มข้นของตัวรองพื้นโดยเนื้อที่เหลวจะปกปิดบางเบาส่วนเนื้อเข้มข้นจะให้การปกปิดได้เป็นอย่างดี เหมาะกับผิว : สามารถใช้ได้กับทุกสภาพผิว

5.2.3 รองพื้นแบบครีม (Cream Foundation) รองพื้นแบบครีมเน้นการปกปิดเป็นพิเศษเพราะตัวเนื้อครีมมีส่วนประกอบหลักเป็นพวกน้ำมันและ Wax จึงทำให้ได้เนื้อครีมที่มีความเข้มข้นสูง โดยนอกจากคุณสมบัติการปกปิดที่ทำได้อย่างดีเยี่ยม รองพื้นแบบครีมยังเก็บความชุ่มชื้นได้เป็นอย่างดีจึงทำให้เหมาะกับคนที่มีสภาพผิวแห้งด้วยเนื้อครีมที่เข้มข้นหากใช้มากจนเกินไปจะทำให้รู้สึกว่าทาได้ยาก และควรวอร์มเนื้อครีมที่มือทุกครั้งก่อนทาเพื่อไม่ให้ทิ้งคราบไว้ เหมาะกับผิว : เหมาะกับผิวแห้ง เพราะกักเก็บความชุ่มชื้นได้ดี

5.2.4 รองพื้นแบบแป้ง (Powder Foundation) เป็นรองพื้นที่มีการใช้งานง่ายตอบโจทย์ในการใช้งานระหว่างวันได้เป็นอย่างดี หลาย ๆ คนจะรู้จักกันดีในชื่อ “แป้งผสมรองพื้น” สามารถปกปิดร่องรอยไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ได้อย่างดี พกพาได้สะดวก โดยมีข้อแนะนำสำหรับคนที่มีผิวหน้ามันมากอาจทำให้อุดตันรูขุมขนได้ และสำหรับคนที่ผิวหน้าแห้งมากจนลอกเป็นขุย อาจทำให้เห็นขุยต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เหมาะกับผิว : สามารถใช้งานได้ในทุกสภาพผิว

5.2.5 รองพื้นแบบเนื้อมูส (Mousse Foundation) เป็นรองพื้นที่มีเนื้อโฟมครีมนุ่มๆ ทำให้สามารถเกลี่ยได้ง่าย โดยที่ตัวเนื้อรองพื้นจะช่วยแต่งเติมร่องลึกต่าง ๆ บนใบหน้า นอกจากนี้ยังมอบความชุ่มชื้นให้กับผิวอีกด้วย ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งกับคนที่มีร่องรอยเด่นชัด และยังเหมาะกับคนที่มักแสดงออกทางสีหน้าเพราะว่าตัวรองพื้นจะไม่มีการแตกตามรองริ้วรอยต่าง ๆ เหมาะกับผิว : ผิวแห้งและผิวธรรมดา

5.2.6 รองพื้นแบบผงมิเนอรัล (Mineral Foundation) เป็นรองพื้นที่มีส่วนผสมจากแร่ธาตุตามธรรมชาติ มีลักษณะเป็นรองพื้นแบบผง จุดเด่นที่ทำให้รองพื้นชนิดนี้เป็นที่นิยมคงหนีไม่พ้นคุณสมบัติที่ใช้ได้กับทุกผิว โดยเฉพาะกับคนที่มีอาการผิวแพ้ง่าย เพราะการที่ใช้ส่วนประกอบจากธรรมชาติส่งผลให้อ่อนโยนต่อผิว มีให้เลือกทั้งแบบเนื้อบางเบาไปจนถึงเนื้อแน่นที่ปกปิดได้แนบเนียน เหมาะกับผิว : เหมาะกับทุกสภาพผิว โดยเฉพาะผิวแพ้ง่ายเพราะทำจากธรรมชาติ

5.2.7 รองพื้นแบบแท่ง (Stick Foundation) เป็นรองพื้นที่ถูกออกแบบมาให้สามารถพกพาไปใช้งานได้ในทุกสถานที่ กับแพ็กเกจที่มาในรูปแบบแท่ง ตัวเนื้อรองพื้นมีความเข้มข้นสูงเกาะติดผิวได้ดี ปกปิดอำพรางร่องรอยต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์ สามารถเติมในระหว่างวันได้ทั้งแบบบางเบาหรือจะเนื้อแน่นก็ได้ แต่ด้วยความเข้มข้นนี้เองจึงอาจทำให้รองพื้นไหลเยิ้มตามหน้าหรือทำให้อุดตันจนเกิดสิวได้ และในบางสูตรรองพื้นอาจแห้งลอกเป็นขุยได้ เหมาะกับผิว : สามารถใช้ได้กับทุกสภาพผิว

5.2.8 รองพื้นแบบเปลี่ยนเป็นแป้ง (Liquid/Cream to Powder)เป็นรองพื้นอีกหนึ่งประเภทที่ออกแบบมาเพื่อทุกสภาพผิวโดยเฉพาะคนมีผิวมัน โดยเนื้อรองพื้นในตลับจะเป็นของเหลวหรือไม่ก็ครีม ซึ่งเมื่อทาหรือเกลี่ยไปสักพักแล้วตัวรองพื้นจะเซ็ตตัวคล้ายกับแป้งเนียนไปกับผิวให้ลุคแมทท์โดยที่ไม่ต้องโปะแป้งซ้ำ อีกทั้งยังสามารถคุมความมันได้เป็นอย่างดี เหมาะกับผิว : สามารถใช้ได้กับทุกสภาพผิว โดยเฉพาะกับคนที่มีผิวมัน

5.2.9 รองพื้นแบบสเปรย์ (Spray Foundation) เป็นอีกหนึ่งนวัตกรรมรองพื้นที่ใช้งานง่าย โดยมาในรูปแบบของสเปย์เพียงพ่นลงบนฟองน้ำแล้วเกลี่ยไปให้ทั่วใบหน้า โดยยังมีอีกหนึ่งจุดเด่นที่สำคัญคือสามารถเติมหน้าได้ในระหว่างวันโดยที่ไม่ต้องลบของเดิมออก ซึ่งรองพื้นประเภทนี้จะให้การปกปิดที่บางเบาเหมาะกับการไแต่งหน้าที่ไม่หนักมาก เหมาะกับผิว : สามารถใช้ได้กับทุกสภาพผิว

5.3 ประเภทเนื้อรองพื้น

คำว่าเนื้อในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเนื้อครีมที่อยู่ในหลอดหรือตลับ แต่หมายถึงเนื้อของรองพื้นเมื่อเราจัดการแต่งแต้มลงบนไปหน้าแล้วผลลัพท์ที่ได้จะทำให้สภาพผิวของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป เนื้อต่างๆของรองพื้นดังนี้(Srihong, 2566)

5.3.1 รองพื้นเนื้อแมทท์ (Matte) เป็นเนื้อรองพื้นที่ให้คุณสมบัติติดทนนาน เหมาะสำหรับการปกปิดและให้ลุคผิวที่ดูเนียนแบบเนื้อแมทท์ นอกจากนี้ด้วยคุณสมบัติพิเศษที่ช่วยคุมความมันได้อย่างยอมเยี่ยม จึงเหมาะอย่างยิ่งกับสภาพผิวมันรวมไปถึงสภาพผิวของคนในประเทศโซนร้อนอย่างประเทศไทยอีกด้วย

5.3.2 รองพื้นเนื้อแบบโกลว์ (Glow) เป็นขั้วตรงข้ามของเนื้อแมทท์ โดยเนื้อแบบนี้จะให้ลุคผิวที่ดูชุ่มฉ่ำมันวาว เหมาะอย่างยิ่งกับคนที่มีสภาพผิวที่แห้งเพราะตัวรองพื้นจะช่วยกักเก็บความชุ่มชื้นให้กับผิวหน้าได้เป็นอย่างดี

5.4 ระดับการปกปิด

ระดับการปกปิดของรองพื้น ซึ่งในแต่ละประเภทจะให้การปกปิดที่แตกต่างกันออกไป ไล่ตั้งแต่แบบเบาบางไปจนถึงการปกปิดอย่างแนบเนียน เพื่อที่จะเลือกรองพื้นให้ได้ตรงกับความต้องการ(Srihong, 2566)

Sheer Coverage/Light Coverage : ปกปิดบางเบาหรือแทบไม่ปกปิด เหมาะกับคนที่ไม่มีปัญหาบนใบหน้า ต้องการแต่งหน้าโชว์สภาพผิวหรือแต่ต้องการปรับสภาพผิวให้ดูเรียบเนียน

Sheer To Medium Coverage : ปกปิดในระดับบางเบาไปจนถึงปานกลาง เหมาะกับคนที่มีปัญหาผิวเพียงเล็กน้อย

Medium Coverage : ปกปิดระดับปานกลาง เหมาะสำหรับคนที่ต้องการปกปิดจุดปัญหาแต่ไม่ได้ต้องการความหน้าแน่น

Medium To Full Coverage : เป็นตรงกลางระหว่าง Medium และ Full Coverage จะเอนเอียงไปทางไหนขึ้นอยู่กับปริมาณในการใช้

Full Coverage : ระดับสูงสุดในการปกปิดอำพราง เหมาะกับคนที่ต้องการซ้อนปัญหาบนใบหน้า ไปจนถึงการแต่งหน้าที่ต้องการการติดทนทั้งวัน

5.5 อุปกรณ์สำหรับใช้ลงรองพื้น (Srihong, 2566)

ปัจจัยสำคัญที่จะช่วยทำให้หน้าออกมาสวยไม่สวยได้นั้น นอกเหนือจากตัวรองพื้นแล้วนั่นก็คือขั้นตอนการลงรองพื้นนี่เอง หากลงแล้วเกลี่ยได้ไม่ดีอาจทำให้ปกปิดได้ไม่สมบูรณ์อีกทั้งยังอาจทิ้งเป็นคราบที่ทำให้ไม่สวยงามอีกด้วย ดังนั้นอุปกรณ์สำหรับใช้ลงรองพื้นจึงเข้ามามีบทบาทเพื่อเป็นตัวช่วยให้การลงรองพื้นได้ง่ายขึ้น เพิ่มความเรียบเนียนบนใบหน้า

นิ้วมือ เรียกได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีมาตั้งแต่เกิด ไม่ต้องลงทุนเสียเงินแต่อย่างใด อีกทั้งยังมีความสะดวกและความง่ายในการใช้งาน โดยเฉพาะมือใหม่หัดแต่งหน้า ซึ่งลงในแบบนี้ยังสามารถควบคุมปริมาณทำให้ประหยัดการเนื้อครีมได้อีกด้วย การลงรองพื้นชนิดเหลวและแบบครีมด้วยมือยังถือว่าเป็นการวอร์มตัวครีมให้ใช้งานได้ง่ายและดียิ่งขึ้น แต่สิ่งที่ควรระวังไว้หน่อยนั่นก็คือการใช้มืออาจทำให้เกิดคราบหรือรอยนิ้วมือบนใบหน้าได้

แปรงแต่งหน้า เป็นอุปกรณ์ที่มีหัวแปรงหลายรูปแบบ ซึ่งในแต่ละแบบมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป โดยข้อดีหลักๆของการใช้แปรงแต่งหน้าคือช่วยให้การลงรองพื้นเป็นไปอย่างเรียบเนียนไม่เป็นคราบ แต่ก็มีข้อเสียคือยากสำหรับคนที่หัดแต่งหรือมือใหม่ และถ้าหากแปรงไม่ดี ก้อาจจะทำให้ขนแปรงติดหน้าได้อีกด้วย และควรเลือกขนแปรงที่มีขนนุ่มเพื่อลดการละคายเคือง

ฟองน้ำ มีให้เลือกหลายรูปทรงไม่ว่าจะเป็นทรงรีแบบไข่หรือที่ว่าจะเป็นทรงเหลี่ยมหัวตัด และมีให้เลือกหลายราคาตั้งแต่ถูกไปถึงแพง โดยข้อดีของฟองน้ำแต่งหน้าคือความรวดเร็วในการเกลี่ย รวมไปถึงการเกลี่ยได้อย่างเรียบเนียนสามารถเข้าได้ทุกซอกมุม แต่มีข้อควรระวังนั่นก็คือตัวฟองน้ำจะกินเนื้อครีมในปริมาณมากและถ้าหากใช้เนื้อครีมจำนวนเยอะเกินไปอาจทำให้รองพื้นหนาได้

ซิลิโคนแบบใส อีกหนึ่งอปุกรณ์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก จุดเด่นในเรื่องการดูแลรักษาซิลิโคนแบบใสจะเลอะแค่ไหนก็สามารถทำความสะอาดเช็ดล้างออกได้อย่างง่าย ๆ ไม่เป็นการสะสมของแบคทีเรีย ทำให้อ่อนโยนต่อผิวหน้า ลดการเกิดสิวได้เป็นอย่างดี และนอกจากนี้ยังกินเนื้อรองพื้นน้อยกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่นอีกด้วย แต่มีข้อควรระวังคือเวลาใช้ควรกะปริมาณเนื้อครีมให้ดี ถ้ามาเกินอาจเยิ้มได้

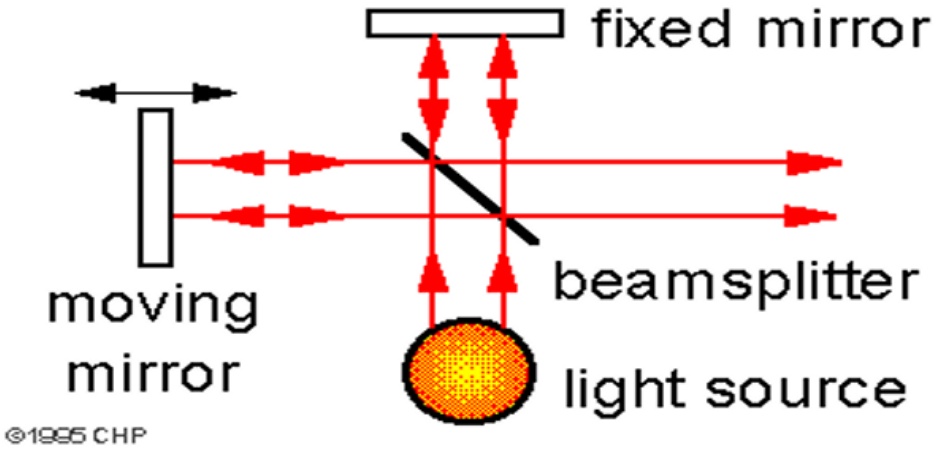
6. เทคนิค ATR-FTIR

6.1 เทคนิคฟูเรียรทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)

FTIR เป็นเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปีที่ใช้ อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Michelson Interferometer) ในการทำหน้าที่แยกแสงที่ผ่านออกจากเซลล์บรรจุสารตัวอย่างออกเป็นความยาวคลื่นต่างๆ (แทนที่การใช้โมโนโครมาเตอร์ในกรณีของเครื่องมืออินฟราเรดแบบดิสเพอร์สีพหรือแบบลำแสงคู่) (มหาวิทยาลัยรามคำแหง, -)

สำหรับอุปกรณ์ อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์นั้นจะประกอบไปด้วยกระจกแบนราบ (planar mirrors) 2 แผ่นที่วางทำมุมตั้งฉากกัน โดยจะมี 1 แผ่นวางอยู่กับที่ (fixed mirror) ในขณะที่กระจกอีกหนึ่งแผ่นจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร็วคงที่ ในทิศทางที่ตั้งฉากกับระนาบของผิวกระจกดังกล่าว (หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เคลื่อนที่ขนานกับกระจกอีกแผ่นที่อยู่กับที่)

นอกจากนั้นยังมีตัวแยกลำแสง (beam splitter) ซึ่งวางทำมุม 45 องศา อยู่ระหว่างกระจกทั้ง 2 (รูปที่ 3) ซึ่ง beam splitter นี้จะทำหน้าที่แบ่งแยกลำแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงให้แยกออกเป็น 2 ส่วน กล่าวคือ 50 % ของลำแสงจะทะลุผ่าน beam splitter เข้าไปสู่ fixed mirror ในขณะที่อีก 50 % ของลำแสงที่เหลือจะหักเหไปสู่กระจกที่เคลื่อนที่



ภาพที่ 3 แสดงการทำงานของ interferometer

ที่มา : รศ.ดร.จตุพร วุฒิกนกกาญจน์ คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ (มจธ.), เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2567, เข้าถึงได้จากhttps://seem.kmutt.ac.th/research/pentec/download/MTT656

6.2 การวิเคราะห์ IR สเปคตรัม

IR สเปคตรัมมีประโยชน์ในการหาหมู่ฟังค์ชั่นของโมเลกุล แต่เนื่องจากมีพีคจำนวนมาก

ใน IR สเปคตรัม เราคงไม่สามารถคาดหวังว่าจะรู้ทุกพีคใน IR สเปคตรัม ขั้นตอนต่อไปนอาจเป็นแนวทางเริ่มต้นในการแปรข้อมูลจาก IR สเปคตรัมได้(มหาวิทยาลัยรามคำแหง, -)

6.2.1 ตรวจสอบว่ามีหมู่คาร์บอนิลหรือไม่ หมู่คาร์บอนิลให้แถบที่มีความเข้มข้นสูงในย่าน 1680 – 1820 cm^{-1}

6.2.2 ถ้ามีหมู่คาร์บอนิล ให้วิเคราะห์ต่อไปว่า เป็นสารประกอบคารีบอนิลประเภทใดโดยตรวจสอบว่าสารประกอบคาร์บอนิลนั้นยังมีหมู่ฟังค์ชั่นอื่นที่พบใน IR สเปคตรัมหรือไม่

6.2.2.1 กรดคาร์บอกซิลิก

การยืด O–H ให้แถบกว้างและความเข้มข้นสูงมากในย่าน 2400–3400 cm^{-1} และมักเกยกับแถบการยืด C–H

6.2.2.2 แอลดีไฮด์

การยืด C–H ให้แถบที่มีความเข้มปานกลางถึงอ่อนที่ 2750 cm^{-1} และ 2850 cm^{-1} แถบ 2580 cm^{-1} อาจถูกบดบังจากแถบการยืด C–H ของหมู่CH_3, CH2

6.2.2.3 เอไมด์

การยืด N–H ให้แถบที่มีความเข้มปานกลางใกล้ 3500 cm^{-1} อาจมีหนึ่งหรือสองแถบ

6.2.2.4 แอนไฮไดรด์

แถบการยืด C=O มี 2 แถบใกล้ 1760–1810 cm^{-1}

6.2.2.5 เอสเทอร์

การยืด C–O ให้แถบที่มีความเข้มปานกลางถึงเข้มในย่าน 1000–1300 cm^{-1} อาจมีมากกว่าหนึ่งแถบ

6.2.2.6 คีโตนถ้าไม่มีแถบสำคัญอื่นๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ก็น่าจะเป็นสารประกอบคีโตน

6.2.3 ถ้าไม่ใช่สารประกอบคาร์บอนิล

6.2.3.1 แอลกอฮอร์และฟีนอล

การยืด O–H ให้แถบที่มีความเข้มสูงและกว้างในย่าน 3200-3600 cm^{-1} และแถบการ ยืด C–O ในย่าน 1000-1300 cm^{-1}

6.2.3.2 เอมีน

การยืด N–H ให้หนึ่งหรือสองแถบที่มีความเข้มปานกลางใกล้ 3500 cm^{-1}

6.2.3.3 อีเทอร์

การยืด C–O ให้แถบที่มีความเข้มปานกลางถึงเข้มในย่าน 1000-1300 cm^{-1} อาจมีมากกว่าหนึ่งแถบ

6.2.3.4 อัลกิลอีเทอร์ ให้แถบเดียวในย่าน 1085 – 1150 cm^{-1}

6.2.3.5 สารประกอบไนโตร

การยืด N=O ใหแถบที่มีความเข้มสูง 2 แถบในย่าน 1500-1600 cm^{-1} และย่าน 1300 1390 cm^{-1}

6.2.3.6 ไนทริล

การยืด C≡N ให้แถบที่มีความเข้มค่อนข้างอ่อนในย่าน 2150-2260 cm^{-1}

6.2.3.7 เฮโลเจน

- ฟลูออรีน : การยืด C–F ให้แถบที่มีความเข้มสูงในย่าน 1000-1400 cm^{-1}
- คลอรีน : การยืด C–Cl ให้แถบที่มีความเข้มสูงในย่าน 600-800 cm^{-1}
- โบรมีน : การยืด C–Br ให้แถบในย่าน 400-600 cm^{-1} ซึ่งมักไม่เห็นใน IR สเปคตรัม
- ไอโอดีน : การยืด C–I ให้แถบในย่าน 400-600 cm^{-1} ซึ่งมักไม่เห็นใน IR สเปคตรัม

6.2.4 ไฮโดรคาร์บอน

6.2.4.1 อะโรเมติก

การยืด =C–H ที่ 3000-3100 cm^{-1} ซึ่งเป็นพีคเล็กและแหลมคม อาจมีหลายพีค

การยืด C=C เกิดในช่วง 1450-1600 cm^{-1} อาจมีถึง 4 แถบคือที่ 1450 ,1500 , 1580 และ 1600 cm^{-1}

การงอของ C–H (ออกนอกระนาบ) เป็นแถบที่มีความเข้มสูงเกิดในย่าน 675-900 cm^{-1} ใช้บอกรูปแบบการแทนที่บนวงเบนซีนได้ วงเบนซีนที่มีหมู่แทนที่ 1 หมู่ เกิดที่ 690 และ 750 cm^{-1}วงเบนซีนที่มีหมู่แทนที่ 2 หมู่แบบออโท เกิดที่ 750 cm^{-1} วงเบนซีนที่มีหมู่แทนที่ 2 หมู่แบบเมตา เกิดที่ 690 ,780 cm^{-1} และอาจมีอีก 1 แถบที่มีความเข้มปานกลางใกล้ 880 cm^{-1} วงเบนซินที่มีหมู่แทนที่ 2 หมู่แบบพารา เกิดที่ 800-850 cm^{-1} แถบคอมบีเนชั่นและโอเวอร์โทนเกิดในช่วง 1667-2000 cm^{-1}

6.2.4.2 อัลเคน

การยืดของ C–H ให้แถบที่มีความเข้มสูงที่ 2850-2960 cm^{-1}

การงอของ C–H ให้แถบที่มีความเข้มปานกลางใกล้ 1375 cm^{-1} และ 1450 cm^{-1}

6.2.4.3 อัลคีน

การยืด C=C ใหแถบที่มีความเขมตาใกล 1650 cm^{-1} (ถ้าเป็นอัลคีนที่มีความสมมาตร แถบนจะไม่ปรากฏใน IR สเปคตรัม)

การยืด =C–H ของไวนิลที่ 3000-3100 cm^{-1} ซึ่งเป็นพีคเล็กและแหลมคม

6.2.4.4 อัลไคน์

การยืด C≡C ใหแถบที่มีความเขมตาใกล 2150 cm^{-1} (ถ้าเป็นอัลไคน์ที่มีความสมมาตร แถบจะไม่ปรากฏใน IR สเปคตรัม)

การยืด ≡C–H ที่มีความเข้มสูงใกล้ 3300 cm^{-1}

ตารางที่ 1 ฐานข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันของ FTIR(InstaNANO)

Peak Position	Group	Class	Peak Details
3584-3700	O-H stretching	alcohol	medium, sharp
3200-3550	O-H stretching	alcohol	strong, broad
3500	N-H stretching	primary amine	medium
3300-3400	N-H stretching	aliphatic primary amine	medium
3310-3350	N-H stretching	secondary amine	medium
2500-3300	O-H stretching	carboxylic acid	strong, broad
2700-3200	O-H stretching	alcohol	weak, broad
2800-3000	N-H stretching	amine salt	strong, broad
3267-3333	C-H stretching	alkyne	strong, sharp
3000-3100	C-H stretching	alkene	medium
2840-3000	C-H stretching	alkane	medium
2695-2830	C-H stretching	aldehyde	medium
2550-2600	S-H stretching	thiol	weak
2349	O=C=O stretching	carbon dioxide	strong
2250-2275	N=C=O stretching	isocyanate	strong, broad
2222-2260	C≡N stretching	nitrile	weak
2190-2260	C≡C stretching	alkyne	weak
2140-2175	S-C≡N stretching	thiocyanate	strong
2120-2160	N=N=N stretching	azide	strong
2150	C=C=O stretching	ketene	

2120-2145	N=C=N stretching	carbodiimide	strong
2100-2140	C≡C stretching	alkyne	weak
1990-2140	N=C=S stretching	isothiocyanate	strong
1900-2000	C=C=C stretching	allene	medium
2000	C=C=N stretching	ketenimine	
1650-2000	C-H bending	aromatic compound	weak
1818	C=O stretching	anhydride	strong
1785-1815	C=O stretching	acid halide	strong
1770-1800	C=O stretching	conjugated acid halide	strong
1775	C=O stretching	conjugated anhydride	strong
1770-1780	C=O stretching	vinyl / phenyl ester	strong
1760	C=O stretching	carboxylic acid	strong
1735-1750	C=O stretchin	esters	strong
1735-1750	C=O stretching	δ-lactone	strong
1745	C=O stretching	cyclopentanone	strong
1720-1740	C=O stretching	aldehyde	strong
1715-1730	C=O stretching	α,β-unsaturated ester	strong
1705-1725	C=O stretching	aliphatic ketone	strong
1706-1720	C=O stretching	carboxylic acid	strong
1680-1710	C=O stretching	conjugated acid	strong
1685-1710	C=O stretching	conjugated aldehyde	strong
1690	C=O stretching	primary amide	strong
1640-1690	C=N stretching	imine / oxime	strong
1666-1685	C=O stretching	conjugated ketone	strong
1680	C=O stretching	secondary amide	strong
1680	C=O stretching	tertiary amide	strong
1650	C=O stretching	δ-lactam	strong
1668-1678	C=C stretching	alkene	weak
1665-1675	C=C stretching	alkene	weak
1665-1675	C=C stretching	alkene	weak

1626-1662	C=C stretching	alkene	medium
1648-1658	C=C stretching	alkene	medium
1600-1650	C=C stretching	conjugated alkene	medium
1580-1650	N-H bending	amine	medium
1566-1650	C=C stretching	cyclic alkene	medium
1638-1648	C=C stretching	alkene	strong
1610-1620	C=C stretching	α,β-unsaturated ketone	strong
1500-1550	N-O stretching	nitro compound	strong
1465	C-H bending	alkane	medium
1450	C-H bending	alkane	medium
1380-1390	C-H bending	aldehyde	medium
1380-1385	C-H bending	alkane	medium
1395-1440	O-H bending	carboxylic acid	medium
1330-1420	O-H bending	alcohol	medium
1380-1415	S=O stretching	sulfate	strong
1380-1410	S=O stretching	sulfonyl chloride	strong
1000-1400	C-F stretching	fluoro compound	strong
1310-1390	O-H bending	phenol	medium
1335-1372	S=O stretching	sulfonate	strong
1335-1370	S=O stretching	sulfonamide	strong
1342-1350	S=O stretching	sulfonic acid	strong
1300-1350	S=O stretching	sulfone	strong
1266-1342	C-N stretching	aromatic amine	strong
1250-1310	C-O stretching	aromatic ester	strong
1200-1275	C-O stretching	alkyl aryl ether	strong
1020-1250	C-N stretching	amine	medium
1200-1225	C-O stretching	vinyl ether	strong
1163-1210	C-O stretching	ester	strong
1124-1205	C-O stretching	tertiary alcohol	strong
1085-1150	C-O stretching	aliphatic ether	strong

1087-1124	C-O stretching	secondary alcohol	strong
1050-1085	C-O stretching	primary alcohol	strong
1030-1070	S=O stretching	sulfoxide	strong
1040-1050	CO-O-CO stretching	anhydride	strong, broad
985-995	C=C bending	alene	strong
960-980	C=C bending	alkene	strong
885-895	C=C bending	alkene	strong
550-850	C-Cl stretching	halo compound	strong
790-840	C=C bending	alkene	medium
665-730	C=C bending	aklene	strong
515-690	C-Br stretching	halo compound	strong
500-600	C-I stretching	halo compound	strong
860-900	C-H bending	1,2,4-trisubstituted	strong
860-900	C-H bending	1,3-disubstituted	strong
790-830	C-H bending	1,4-disubstituted	strong
790-830	C-H bending	1,2,3,4-tetrasubstituted	strong
760-800	C-H bending	1,2,3-trisubstituted	strong
735-775	C-H bending	1,2-disubstituted	strong
730-770	C-H bending	monosubstituted	strong
680-720		benzene derivative	

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ครีมกันแดดด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) สำหรับการตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ ครีมกันแดดเป็นเครื่องสำอางที่นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้หญิง อาจพบร่องรอยของครีมกันแดดบนพื้นผิวต่างๆ ในที่เกิดเหตุ การระบุร่องรอยของคราบครีมกันแดดที่เก็บจากที่เกิดเหตุอาจเป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ในการศึกษานี้มีการรวบรวมและวิเคราะห์ครีมกันแดดจำนวน 20 ตัวอย่างจากผู้ผลิตหลายรายโดยใช้เทคนิค Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) ในช่วงความยาวคลื่น 400–4000 cm^{-1} โดยทำการทดลองบนพื้นผิวของผ้าผลจากสเปกตรัมแสดงให้เห็นถึงรูปแบบการดูดกลืนแสงที่จำเพาะต่อองค์ประกอบที่มีอยู่ในครีมกันแดดอย่างไรก็ตาม สเปกตรัมของแต่ละตัวอย่างแสดงรูปแบบพีคที่ไม่ซ้ำ

กันเมื่อทำการเปรียบพีคของครีมกันแดดและพีคของคราบครีมกันแดดบนพื้นผิวผ้าในตัวอย่างชนิดเดียวกัน พบว่าพีคที่เกิดขึ้น เหมือนกันเกือบทุกตำแหน่ง และเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าอำนาจการจำแนกของคราบครีมกันแดดบน พื้นผิวผ้าพบว่ามีค่าเท่ากับ 100% ดังนั้นตัวอย่างผลจากงานนี้ชี้ให้เห็นว่าอาจใช้เทคนิค ATR-FTIR ใน การจับคู่ตัวอย่างครีมกันแดดสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์(นิลโต, 2564)

การวิเคราะห์แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Flame Ionized Detector (GC–FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน นิยมใช้แป้งทาบนใบหน้าเพื่อ ปกปิดรอย ถ้าเกิดคดีความ รอยเปื้อนของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางอาจเป็นหนึ่งหลักฐานที่ช่วยในการสืบสวนได้ ในงาน วิจัยนี้นำตัวอย่างแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง 15 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ ด้วยเทคนิค Gas Chromatography - Flame Ionized Detector (GC-FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) เพื่อจำแนกชนิด ของแป้ง ซึ่งผลการทดลองพบว่า การวิเคราะห์แป้งด้วยเทคนิค Gas Chromatography - Flame Ionized Detector (GC-FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) สามารถจำแนกแป้งได้ 100% และ 90.95% ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้สรุปว่าเทคนิคทั้งสอง สามารถนำมาใช้จำแนกชนิดของแป้งได้ดี และนำมาใช้ประโยชน์ในการตรวจเปรียบเทียบหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้(นาไชยเวศน์, 2555)

การตรวจหาคราบอสุจิบนกระเบื้องและผ้าชนิดต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค Attenuated Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) คราบอสุจิจัดเป็นพยานทางชีวภาพอย่างหนึ่งที่สำคัญ และมักจะพบในสถานที่เกิดเหตุ ในคดี ข่มขืน หรือคดีคุกคามทางเพศ ในการศึกษานี้ใช้เทคนิค Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) ในการตรวจวิเคราะห์คราบอสุจิที่อยู่บนพื้นผิว วัสดุ 3 ชนิด คือ กระเบื้องผิวขรุขระ สำลีพันก้าน และผ้าชนิดต่าง ๆ จาก IR spectrum ของคราบ อสุจิที่ขูดออกมาจากพื้นผิวกระเบื้อง แสดงพีคที่เด่นชัดของ amide I และ amide II ในตำแหน่งที่ 1700 cm^{-1} และ 1480 cm^{-1} และพีคของหมู่ฟอสเฟตในช่วง 1245 cm^{-1} – 1080 cm^{-1} อย่างไรก็ ตาม IR spectrum ที่ได้รับจากคราบอสุจิที่อยู่บนสำลีพันก้านและผ้าฝ้ายชนิดต่าง ๆ จะเห็นแค่กลุ่ม ของพีค amide เท่านั น ในขณะที่หมู่ฟอสเฟตจะถูกบดบังด้วยพีคของ C-O ซึ่งมาจากสำลีพันก้านและ ผ้า ในกรณีของผ้าสังเคราะห์และผ้าลินิน IR spectra ของผ้าทั้งสองมีพีคที่เด่นชัดในช่วง amide และ ฟอสเฟต แต่เมื่อใช้เทคนิคการหักลบสเปกตรัมก็จะสามารถพบพีคของ amide ในคราบอสุจิบนผ้าได้ และเทคนิคนี้สามารถใช้ตรวจวัด amide พีคของคราบอสุจิที่เก็บไว้บนตัวอย่างได้ถึง 30 วัน ผลการ ทดลองจากการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า เทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้ในการตรวจสอบเบื้องต้น ของคราบ

อสุจิบนพื้นผิววัสดุที่ใช้ในการทดลองนี้ได้ และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจ สถานที่เกิดเหตุได้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สะดวก รวดเร็ว และไม่ทำลายตัวอย่าง(อิ่มสิน et al., 2016)

สเปกโทรสโคปีใกล้อินฟราเรดรวมกับเคโมเมตริกเพื่อจำแนกประเภทรองพื้นเครื่องสำอางจากที่เกิดเหตุ รอยเปื้อนจากเครื่องสำอางเป็นรูปแบบหนึ่งของหลักฐานที่สามารถเชื่อมโยงสถานที่เกิดเหตุ ผู้ต้องสงสัยและเหยื่อได้ ลิปสติกเป็นเครื่องสำอางที่พบได้บ่อยที่สุดซึ่งสามารถทาได้ง่าย โดยการวิจัยล่าสุดมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์หลักฐานของลิปสติก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฐานข้อมูลเครื่องสำอางรองพื้นต่างๆ วัสดุและการเข้าถึงความทนทานของการใช้อินฟราเรดใกล้ด้วยเคมีเมทริกเป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายเพื่อระบุตัวอย่างที่ไม่รู้จักซึ่งรวบรวมจากที่เกิดเหตุ จำนวนหกเฉดสีเล็กน้อยของสามยี่ห้อถูกทาบนวัสดุเสื้อผ้า ซึ่งจากนั้นถูกวิเคราะห์โดยใช้อินฟราเรดใกล้อินฟราเรดร่วมกันด้วยการวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ถูกนำมาใช้เพื่อลดมิติข้อมูลและสำรวจรูปแบบที่เป็นไปได้ในการแยกตัวอย่างและการวิเคราะห์จำแนกเชิงเส้น (LDA) เพื่อใช้ในการกำหนดตัวอย่างที่ไม่รู้จักของหนึ่งในคลาสที่จัดตั้งขึ้น เทคนิคที่เลือกพิสูจน์แล้วว่ามีแนวโน้มดีสำหรับฐานข้อมูลการก่อสร้างและเป็นวิธีการวิเคราะห์เบื้องต้น โดย 93% ของสเปกตรัมได้รับการจำแนกอย่างถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งเฉดสีรองพื้นที่เข้มกว่ามีโอกาสจำแนกได้อย่างถูกต้องน้อยกว่า (90% จำแนกอย่างถูกต้อง) เมื่อเทียบกับสีอ่อนอัน (96.7% จำแนกถูกต้อง) สิ่งนี้ไม่สามารถปรับปรุงได้ด้วยข้อมูล Standard Normal Variate (SNV) ก่อนการรักษาหรือการเลือกบริเวณ NIR ที่เฉพาะเจาะจง การค้นพบนี้มีความสำคัญเป็นพิเศษ ตามอาชญากรรมผลสำรวจของอังกฤษและเวลส์ (สิ้นปี 2563 สิ้นสุดเดือนมีนาคม 2563) ตำรวจบันทึกการกระทำผิดทางเพศที่แสดงให้เห็นสิ่งเหล่านั้นในกลุ่มชาติพันธุ์ผสมและผิวดำหรือผิวดำมีแนวโน้มที่จะตกเป็นเหยื่อของการล่วงละเมิดทางเพศอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มคนผิวขาว เอเชีย หรือกลุ่มชาติพันธุ์อื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องเพิ่มรองพื้นให้หลากหลายโดยเฉพาะโทนสีเข้มไปยังฐานข้อมูลในอนาคต(Skobeeva et al., 2022)

สเปกโทรสโกปีอินฟราเรดและสเปกโทรสโกปีใกล้อินฟราเรดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้พลังงานการสั่นสะเทือนที่ได้รับจากตัวอย่างเมื่อถูกฉายรังสีด้วยรังสีอินฟราเรดและรังสีใกล้อินฟราเรด การแปลง FTIR เป็นวิธีอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการวิเคราะห์หลักฐานต่างๆ โดยพิจารณาการสั่นสะเทือนพื้นฐานที่เป็นลักษณะเฉพาะของโมเลกุลเพื่อการวิเคราะห์ NIR ใช้ข้อมูลที่ได้รับจากแถบโอเวอร์โทนและแถบผสมจากตัวอย่าง เทคนิคเหล่านี้จึงมีประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และไม่ทำลายตัวอย่าง ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี หลักการ และเครื่องมือวัด ตลอดจนภาพรวมโดยย่อเกี่ยวกับการวิเคราะห์สเปกตรัม นอกจากนี้ ยังมีการพูดคุยถึงการใช้สิ่งเหล่านี้ในนิติวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ตัวอย่าง เช่น

ตัวอย่างทางชีววิทยา หมึก เอกสารที่น่าสงสัย วัตถุระเบิด กากกระสุนปืน ยาผิดกฎหมายและของปลอม ธนบัตร และสี(Hussain et al., 2021)

การวิเคราะห์ทางนิติเวชของคราบเลือดบนพื้นผิวต่างๆ มีบทบาทสำคัญในการสืบสวนคดีอาญา การศึกษานี้นำเสนอแนวทางใหม่ในการวิเคราะห์คราบเลือดโดยใช้สเปกโทรสโกปีอินฟราเรดแบบ Attenuated Total Reflectance Fourier Transform (ATR-FTIR) ร่วมกับการเรียนรู้ของเครื่อง ATR-FTIR มีข้อได้เปรียบที่ไม่ทำลายและไม่รุกราน โดยต้องมีการเตรียมตัวอย่างเพียงเล็กน้อย การตรวจจับพันธะเคมีจำเพาะในส่วนประกอบของเลือด ช่วยให้สามารถแยกแยะของเหลวในร่างกายต่างๆ ได้ อย่างไรก็ตาม การตีความสเปกตรัมแบบอัตนัยทำให้เกิดความท้าทายในการแยกแยะของเหลวชนิดต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหานี้ เราใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง แมชชีนเลิร์นนิงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในเคมีมิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมี สร้างแบบจำลอง และดึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งรวมถึงการเรียนรู้แบบไม่มีผู้ดูแลและวิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนซึ่งให้ลักษณะเฉพาะและความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ จุดเน้นของการศึกษานี้คือเพื่อระบุเลือดมนุษย์และเลือดหมูบนพื้นผิวโดยใช้ ATR-FTIR บนกระดาษ พลาสติก ผ้า และไม้ การประมวลผลข้อมูลล่วงหน้าดำเนินการโดยใช้ Principal Component Analysis (PCA) เพื่อลดมิติและวิเคราะห์ตัวแปรแฝง ต่อจากนั้นมีการใช้อัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่อง 6 แบบเพื่อสร้างแบบจำลองการจำแนกประเภทและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ อัลกอริธึมเหล่านี้ประกอบด้วย Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA), Decision Trees (DT), Logistic Regression (LR), Naive Bayes Classifier (NBC), Support Vector Machine (SVM) และ Neural Network (NN) ผลลัพธ์บ่งชี้ว่ารุ่น PCA-NN ให้โซลูชันที่เหมาะสมที่สุด แม้ว่า ATR-FTIR รวมกับการเรียนรู้ของเครื่องจะระบุคราบเลือดบนพื้นผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ประสิทธิภาพของแบบจำลองการระบุที่แตกต่างกันยังคงแตกต่างกันไปตามประเภทของซับสเตรต การบูรณาการสาขาวิชาเหล่านี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถควบคุมแนวทางการแก้ไขปัญหาทางนิติเวชที่ซับซ้อน การแยกความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ของคราบเลือดโดยใช้แมชชีนเลิร์นนิงมีนัยสำคัญต่อการสืบสวนคดีอาญา เทคนิคนี้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ไม่ทำลายตัวอย่าง เรียบง่าย และรวดเร็ว จึงช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ นักนิติวิทยาศาสตร์และผู้ตรวจสอบ สามารถระบุหลักฐานสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคราบเลือดได้(Wei et al., 2024)

การแยกแยะอย่างแม่นยำระหว่างคราบเลือดบริเวณรอบข้างและคราบเลือดประจำเดือนในที่เกิดเหตุถือเป็นความท้าทายที่สำคัญในการปฏิบัติงานด้านนิติเวช เวลานับตั้งแต่การสะสมของคราบเลือด ณ สถานที่เกิดเหตุยังมีบทบาทสำคัญในการกำหนดช่วงเวลาหลังการชันสูตรพลิกศพ ในการศึกษานี้เราใช้ ATR-FTIR รวมกับวิธีเคมีเมตริกเพื่อแยกความแตกต่างของคราบเลือดบริเวณรอบข้างและรอบประจำเดือนโดยพิจารณาจาก TSD และระยะประจำเดือน ผลลัพธ์ของแบบจำลองการ

วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) แสดงให้เห็นว่า คราบเลือดบริเวณรอบข้างและประจำเดือนนั้นแยกแยะได้ง่าย ในขณะที่ตัวอย่างที่มีอายุมาก (2 W, 4 W และ 6 W TSD) ทำให้เกิดการบรรจบกันของลายเซ็นสเปกตรัมในลักษณะสเปกตรัมในระดับหนึ่ง ต่อจากนั้น แบบจำลองการวิเคราะห์น้อยที่สุดบางส่วน (PLS-DA) และอัลกอริทึมทางพันธุกรรมที่รวมกับแบบจำลอง PLS-DA (GA-PLSDA) ได้ถูกสร้างขึ้นโดยคำนึงถึง TSD ความแม่นยำของการตรวจสอบข้ามภายในและการตรวจสอบภายนอกของ PLS-DA แบบจำลองแสดงความสามารถในการจำแนกประเภทภายในและภายนอกด้วยความแม่นยำ 88.3 % และ 90.0 % ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลลัพธ์ของแบบจำลอง GA-PLSDA แสดงให้เห็นว่าความแม่นยำของการตรวจสอบภายนอกและภายในคือ 89.2 % และ 90.0 % ตามลำดับ แบบจำลอง PCA, PLS-DA และ GA-PLSDA แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างที่สำคัญระหว่างคราบเลือดบริเวณรอบข้างและรอบประจำเดือนคือ ในปริมาณโปรตีน กรดฟอสฟอริก และกลูโคส การศึกษาเบื้องต้นนี้ชี้ให้เห็นว่า ATR-FTIR ร่วมกับเคมีเมตริกอาจเป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการแยกแยะระหว่างคราบเลือดบริเวณรอบข้างและคราบเลือดประจำเดือนโดยใช้สภาวะที่ซับซ้อน และให้การสนับสนุนสำหรับการศึกษาเพิ่มเติม(Wang et al., 2024)

เส้นใยมีอยู่ทั่วไปและสามารถพบได้เป็นหลักฐานการติดตามในสถานการณ์ต่างๆ ในกรณีที่มีการข่มขืนและทำร้ายร่างกาย การวิเคราะห์ส่วนประกอบของเส้นใยไฟเบอร์และการประเมินความสามารถในการถ่ายโอนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างบุคคลกับสถานที่เกิดเหตุหรือระหว่างผู้กระทำความผิดกับเหยื่อได้ การศึกษานี้เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของตัวอย่างเส้นใย 104 ตัวอย่าง ด้วยATR–FTIR ซึ่งรวมถึงเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้ายและขนสัตว์ (43 ตัวอย่าง) และขนแกะเทอร์รี่และเส้นใยสังเคราะห์ (61 ตัวอย่าง) พีคที่โดดเด่นในสเปกตรัมของเส้นใยสิ่งทอต่างๆ ส่วนใหญ่พบในบริเวณ 1800–450 cm^{-1} เพื่อให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้น ข้อมูลสเปกตรัมจึงลดลงเหลือองค์ประกอบหลัก และดำเนินการแยกแยะตัวอย่างโดยใช้แพ็คเกจ PyCaret ของ Python มีการสำรวจอัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่องหลายตัวเพื่อสร้างความแตกต่างให้กับตัวอย่างไฟเบอร์ และเลือกอันที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อการตรวจสอบเพิ่มเติม การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาฐานข้อมูล ATR-FTIR สำหรับตัวอย่างเส้นใยสิ่งทอเพิ่มเติม ซึ่งช่วยในการตรวจจับเส้นใยที่ไม่ทราบหรือต้องสงสัยในอนาคต(Sharma et al., 2024)

บทที่ 3

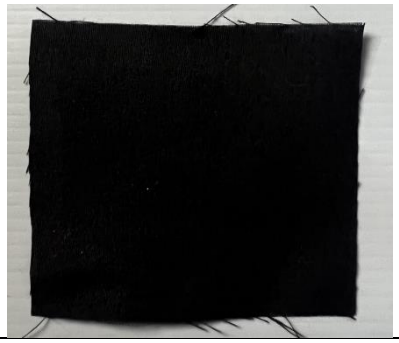
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาและวิจัยเรื่อง การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยใช้เทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการศึกษาและวิจัยในลักษณะ การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตรวจหาสารประกอบในรองพื้นบนผ้าคอตตอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือ	แหล่งที่มา
- เครื่อง IR Spectrometer	ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น FT-IR Spectrometer Frontier มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ผ้าคอตตอน (Cotton) สีดำ 	ตลาดนครปฐม

- สำลีพันก้าน (Cotton bud) 	ยี่ห้อ D-nee ตลาดนครปฐม
- สำลีแผ่น (Cotton pads) 	ยี่ห้อรถพยาบาล ตลาดนครปฐม
- ปากคีบ (Forceps) 	มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สารเคมี

สารเคมี	แหล่งที่มา
- อะซิโตน (Acetone)	มหาวิทยาลัยศิลปากร
- น้ำกลั่น	มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. ตัวอย่างครีมรองพื้น

ครีมรองพื้นที่เลือกใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง มีลักษณะเป็นเนื้อครีม เป็นยี่ห้อที่คนนิยมใช้และหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด ซึ่งครีมรองพื้นที่นำมาทำการทดลองได้มาจากตลาดนครปฐม มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ครีมรองพื้นที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง

ตัวอย่าง	ยี่ห้อ/สูตร
A	HO-YEON cosmetics chu cushion matte SPF 50 PA+++
B	MAYBELLINE NEW YORK fit me 120 classic ivory matte + poreless liquid foundation
C	NAMI make up pro BB wet to powder SPF 40 PA+++
D	SISTER mega matte cushion oil control SPF 30 PA+++
E	CHAONANG radiance skin foundation SPF 30 PA+++
F	SRICHAND enchanted cover perfect foundation SPF 35 PA+++
G	SOLA cushion ultra matte SPF 50 PA+++
H	CATHY DOLL speed white CC cream SPF 50 PA+++
I	MILLE my little pony brightening serum foundation CC cream SPF 36 PA+++
J	MERREZCA skin up liquid foundation SPF 50 PA+++

4. การตรวจหาคราบครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยตาเปล่า

4.1. จำลองสถานการณ์จริง โดยการนำครีมรองพื้นแต่ละยี่ห้อมาทาลงบนผิวหนัง แล้วปล่อยให้แห้ง

ภาพที่ 4 การทาครีมรองพื้นบนผิวหนัง

4.2. นำผ้าคอตตอนสีดำ มาตัดขนาดประมาณ 7cm^2

4.3. นำผ้าที่เตรียมไว้มาเช็ดครีมรองพื้นที่ถูกทาทิ้งไว้บนผิวหนัง

4.4. ทำการสังเกต เปรียบเทียบผ้าที่มีคราบครีมรองพื้นกับผ้าที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น

ภาพที่ 5 เปรียบเทียบผ้าที่มีคราบครีมรองพื้น (ซ้าย) กับผ้าที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น (ขวา)

5. การวิเคราะห์ครีมรองพื้นด้วยเทคนิค ATR-FTIR

5.1. นำครีมรองพื้นแต่ละชนิด มาหยดลงบนแท่นวางตัวอย่างของเครื่อง FTIR (ก่อนหยดตัวอย่างและหลังวิเคราะห์เสร็จ ต้องเช็ดทำความสะอาดหัววิเคราะห์ทุกครั้งด้วยสำลีชุบอะซีโตน)

5.2. ทำการวิเคราะห์ครีมรองพื้นด้วยเทคนิค ATR-FTIR ใช้ Diamond cell โดยตั้งสภาวะการทดลองดังนี้

scan range ที่ 4000-650 cm^{-1}

จำนวน scan 16 ครั้ง

Resolution 2 cm^{-1}

Force gauges ประมาณ 100

ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ตัวอย่างครีมรองพื้นด้วยเทคนิค ATR-FTIR

5.3. บันทึกผลสเปกตรัมของครีมรองพื้นแต่ละยี่ห้อ แล้วนำหมู่ฟังก์ชันที่พบเป็นองค์ประกอบของครีมรองพื้นไปวิเคราะห์ต่อไป

6. การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนสีดำที่ระยะเวลาต่างๆ ด้วยเทคนิค ATR-FTIR

6.1. จำลองสถานการณ์จริง โดยการนำครีมรองพื้นแต่ละยี่ห้อมาทาลงบนผิวหนัง แล้วปล่อยให้แห้ง

6.2. นำผ้าคอตตอนสีดำ มาตัดขนาดประมาณ 7cm^2

6.3. นำผ้าที่เตรียมไว้มาเช็ดครีมรองพื้นที่ถูกทาทิ้งไว้บนผิวหนัง แล้ววางทิ้งไว้ในอุณภูมิห้องที่เวลา 0 6 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

6.4. นำผ้าคอตตอนที่มีคราบครีมรองพื้น มาวางบนแท่นวางตัวอย่างของเครื่อง FTIR

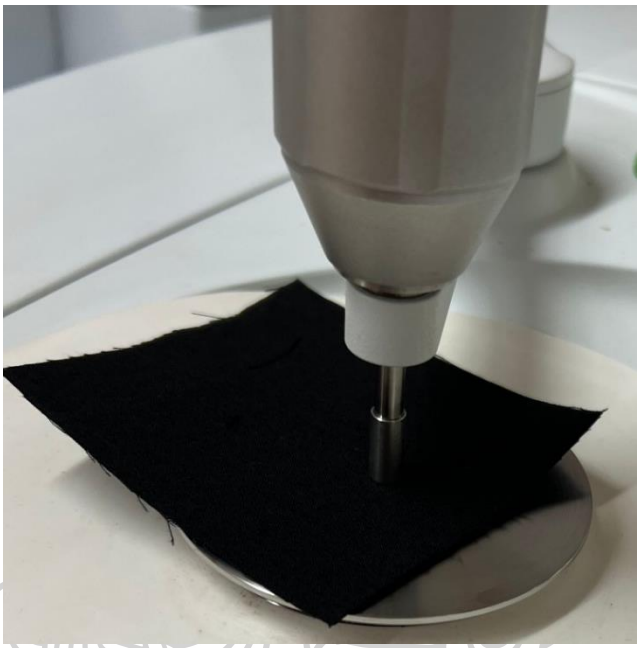
6.5. ทำการวิเคราะห์ผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค ATR-FTIR ใช้ Diamond cell โดยตั้งสภาวะการทดลองดังนี้

scan range ที่ 4000-650 cm^{-1}

จำนวน scan 16 ครั้ง

Resolution 2 cm^{-1}

Force gauges ประมาณ 100



ภาพที่ 7 การวิเคราะห์ครีมรองพื้นที่อยู่บ้านผ้าคอตตอนสีดำด้วยเทคนิค ATR-FTIR

6.6. บันทึกผลสเปกตรัมของผ้าคอตตอนที่มีคราบครีมรองพื้น แล้วนำหมู่ฟังก์ชันที่พบเป็นองค์ประกอบของครีมรองพื้นไปวิเคราะห์ต่อไป

บทที่ 4

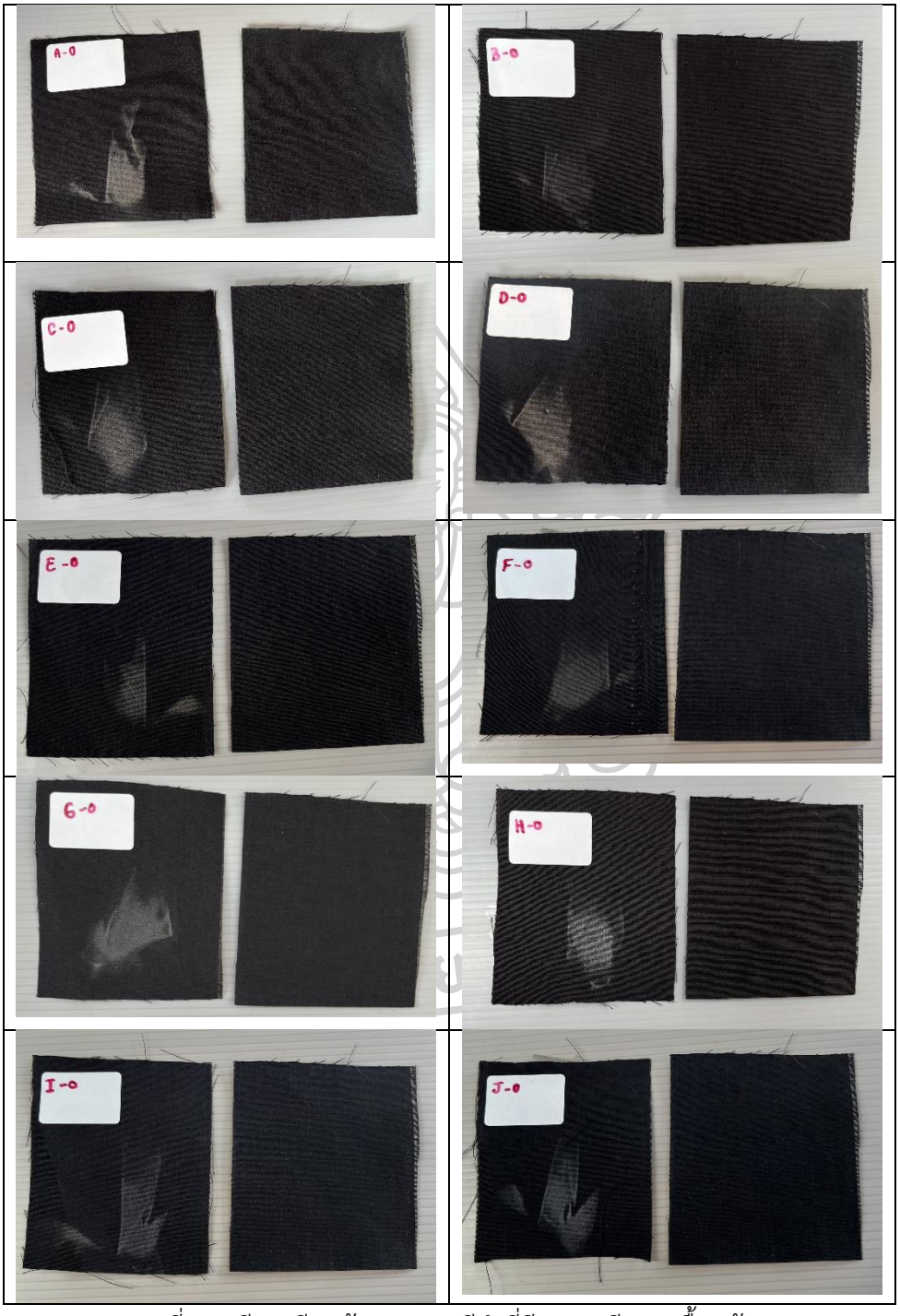
ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR)” นี้เป็นการศึกษาการตรวจคราบครีมรองพื้นที่อาจเปื้อนอยู่ตามเสื้อผ้าของผู้เสียหายหรือผู้ต้องหา เริ่มต้นด้วยการจำลองสถานการณ์โดยการนำครีมรองพื้นทั้ง 10 ตัวอย่าง มาทาลงบนผิวหนังแล้วทิ้งให้แห้ง จากนั้นนำผ้าคอตตอนสีดำมาเช็ดครีมรองพื้นบนผิวหนังออก เป็นการจำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับที่เกิดเหตุ กล่าวคือผู้กระทำความผิดหรือผู้เสียหายใช้ครีมรองพื้นเป็นประจำทุกวัน เมื่อมีเหตุต่อสู้ ขัดขืนหรือแย่งชิงกัน อาจทำให้ครีมรองพื้นเปื้อนเสื้อผ้าได้ ทำให้ผู้วิจัยเลือกผ้าคอตตอนสีดำมาเป็นตัวอย่างในการวิจัย เนื่องจากปัจจุบันผ้าคอตตอนเป็นผ้าที่คนที่นิยมนำมาตัดเย็บเสื้อผ้ามากที่สุด โดยผู้วิจัยได้ทำการจำลองตัวอย่างทั้งหมด 120 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็น ผ้าคอตตอนสีดำที่เปื้อนครีมรองพื้นชนิด A สำหรับเวลา 0 ชั่วโมง จำนวน 3 ชิ้น สำหรับเวลา 6 ชั่วโมง จำนวน 3 ชิ้น สำหรับเวลา 12 ชั่วโมง จำนวน 3 ชิ้น และสำหรับเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 3 ชิ้น ทำจนครบตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง แล้วทำการวางไว้ให้ครบเวลาตามที่กำหนดไว้ในอุณหภูมิห้อง และทำในห้องปิดเพื่อควบคุมสภาวะโดยรอบให้เหมือนกัน จากนั้นทำการเปรียบเทียบดูด้วยตาเปล่า แล้วจึงนำมาเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR ก่อนทำการวิเคราะห์ต้องตั้งค่าการวิเคราะห์ตามรายละเอียดในบทที่ 3 ก่อนทำการวิเคราะห์ควรทำความสะอาดหัวอ่านค่าทุกครั้งด้วยสำลีชุบอะซิโตน จากนั้นทำการวางตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการหันแถบที่คราบของครีมรองพื้นติดบนผ้าลงด้านล่าง จากนั้นเริ่มทำการวิเคราะห์ผล และรอตัวอย่างชิ้นถัดไปครบเวลาแล้วทำซ้ำจนกว่าจะครบตัวอย่างทุกตัว ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะสามารถบอกได้ว่าคราบครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่านั้น เป็นคราบของครีมรองพื้นใช่หรือไม่ รวมถึงเมื่อปล่อยให้เวลาผ่านไปเทคนิค ATR-FTIR ยังสามารถตรวจพบครีมรองพื้นได้อยู่หรือไม่

1. การตรวจหาคราบครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนด้วยตาเปล่า

จากการสังเกตคราบครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนสีดำที่เช็ดครีมรองพื้นไว้ พบว่าเมื่อนำผ้าคอตตอนสีดำที่มีคราบครีมรองพื้นเปื้อนอยู่มาเปรียบเทียบกับผ้าคอตตอนสีดำที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น ดังภาพที่ 8-11 จะเห็นได้ว่าผ้าคอตตอนสีดำที่เช็ดครีมรองพื้นไว้สามารถสังเกตุเห็นได้ง่าย เมื่อเทียบกับผ้าที่ไม่มีคราบของครีมรองพื้น และเมื่อเวลาผ่านไป 6 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ คราบของครีมรองพื้นที่อยู่บนผ้าคอตตอนสีดำก็ยังสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายเหมือนเดิม แต่ไม่สามารถระบุได้เลยว่า

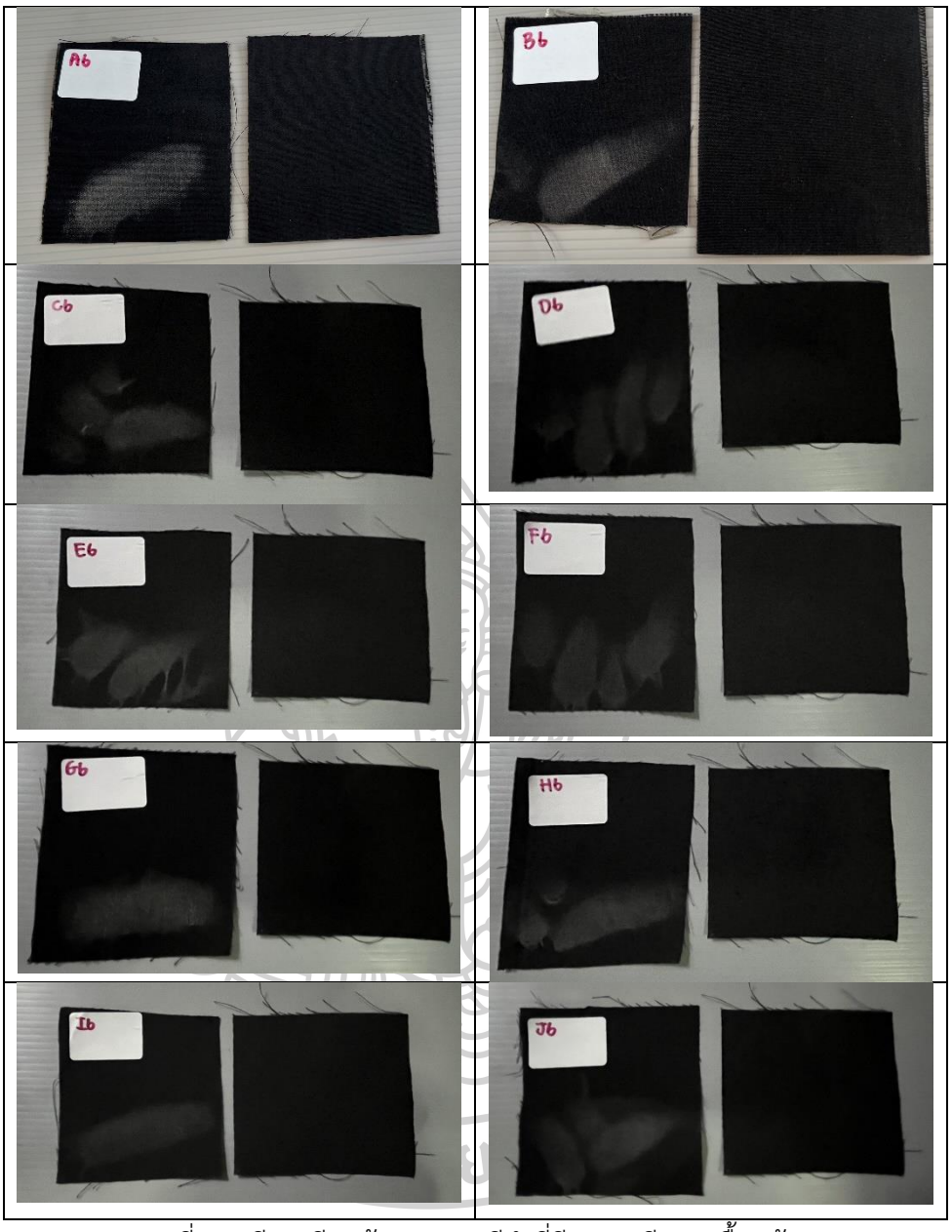
คราบที่เห็นเป็นคราบของครีมรองพื้น เพราะในสถานการณ์จริงเราไม่สามารถรู้ได้เลยว่าคราบที่เห็นด้วยตาเปล่าจะใช่คราบของครีมรองพื้นหรือไม่



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบผ้าคอตตอนสีดำที่มีคราบครีมรองพื้น (ซ้าย)

กับผ้าคอตตอนสีดำที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น (ขวา)

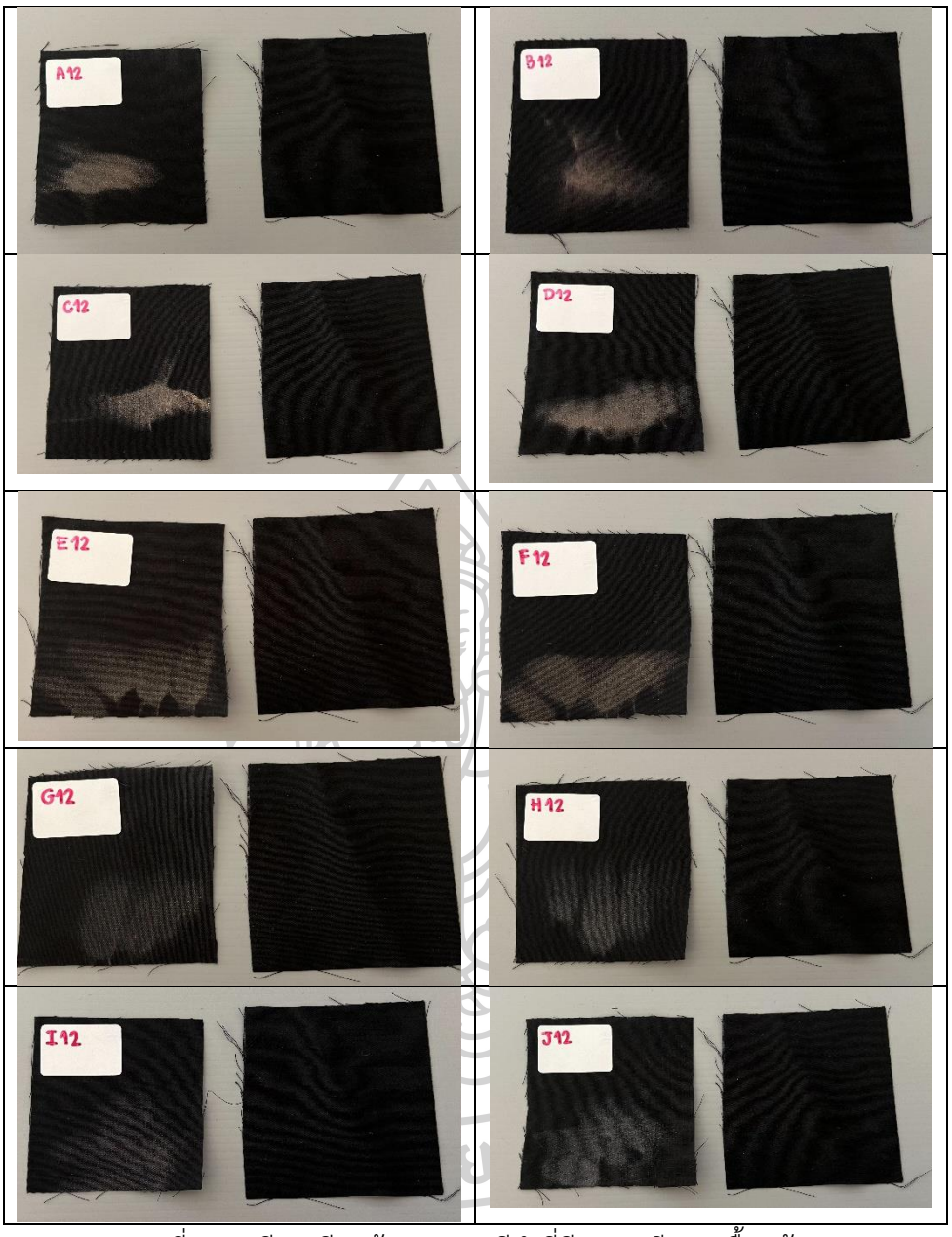
ของครีมรองพื้นทั้ง 10 ตัวอย่าง (A-J) ที่เวลา 0 ชั่วโมง



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบผ้าคอตตอนสีดำที่มีคราบครีมรองพื้น (ซ้าย)

กับผ้าคอตตอนสีดำที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น (ขวา)

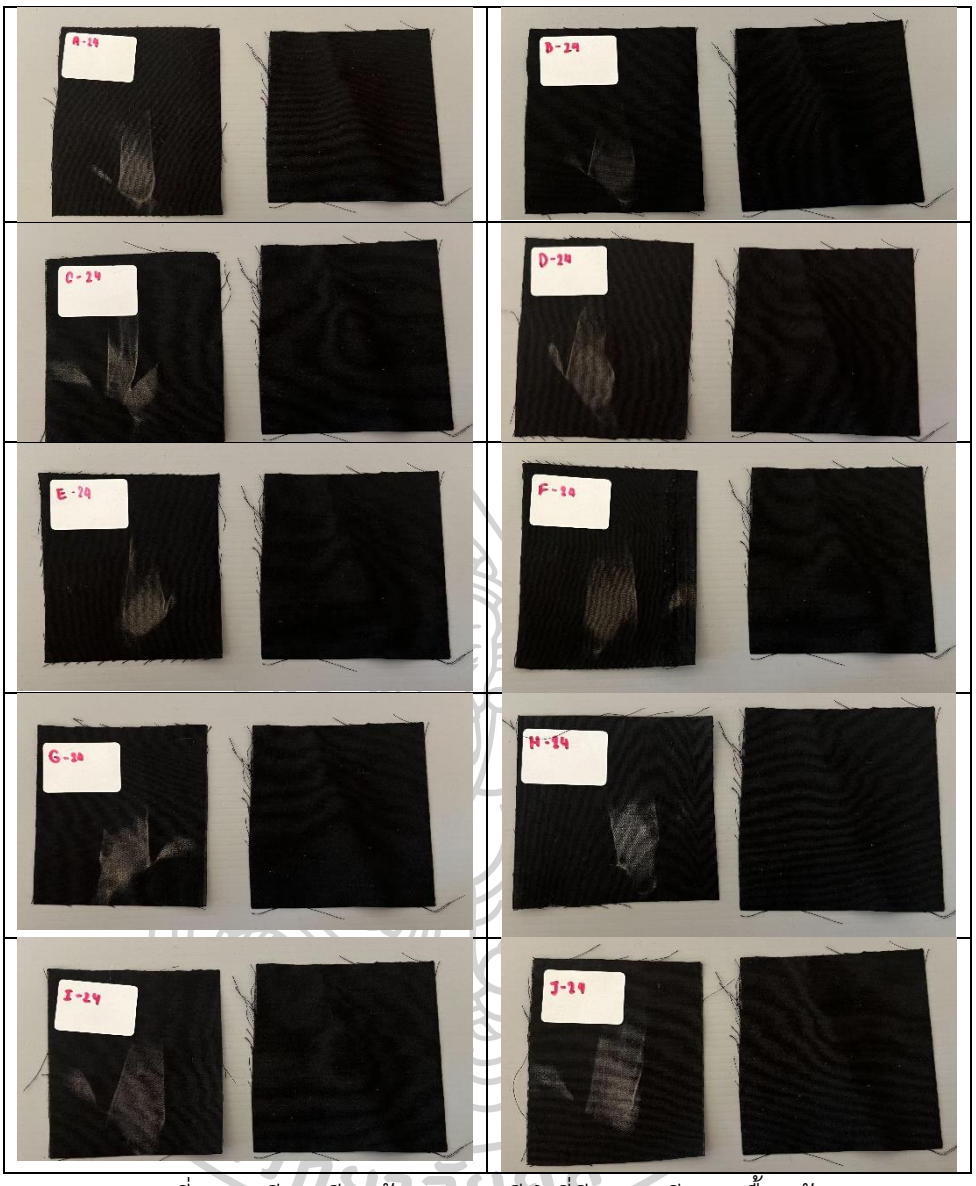
ของครีมรองพื้นทั้ง 10 ตัวอย่าง (A-J) ที่เวลา 6 ชั่วโมง



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบผ้าคอตตอนสีดำที่มีคราบครีมรองพื้น (ซ้าย)

กับผ้าคอตตอนสีดำที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น (ขวา)

ของครีมรองพื้นทั้ง 10 ตัวอย่าง (A-J) ที่เวลา 12 ชั่วโมง



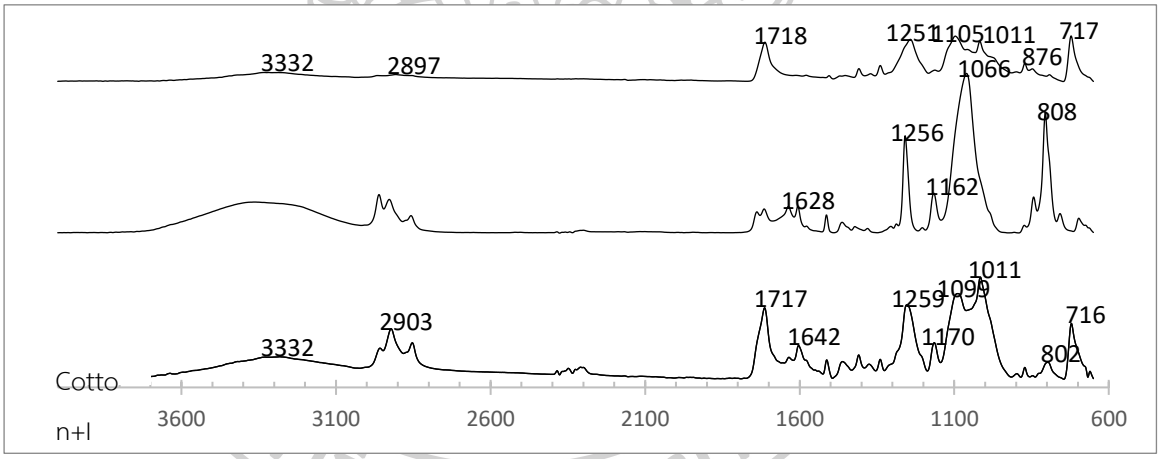
ภาพที่ 11 เปรียบเทียบผ้าคอตตอนสีดำที่มีคราบครีมรองพื้น (ซ้าย)

กับผ้าคอตตอนสีดำที่ไม่มีคราบครีมรองพื้น (ขวา)

ของครีมรองพื้นทั้ง 10 ตัวอย่าง (A-J) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

2. การวิเคราะห์ครีมรองพื้นด้วยเทคนิค ATR-FTIR

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างครีมรองพื้น 10 ตัวอย่าง ด้วยเทคนิค ATR-FTIR พบว่าผลจากการวิเคราะห์ให้ผลสเปกตรัมที่ได้ของครีมรองพื้นตัวอย่างและคราบครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำมีความคล้ายคลึงและใกล้เคียงกันในพีคที่สำคัญ และยังมีพีคเล็กๆ ที่แตกต่างกัน เนื่องจากสเปกตรัมของครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ มีการแสดงผลวิเคราะห์ของเนื้อผ้าออกมาด้วย เช่น พบพีค caboxylic acid ที่เลขคลื่น 1712 cm-1, พบพีค sulfonyl chloride ที่เลขคลื่น 1408 cm-1, พบพีค sulfonamide ที่เลขคลื่น 1339 cm-1, พบพีค aliphatic ether ที่เลขคลื่น 1090 cm-1, พบพีค 1,3-disubstituted ที่เลขคลื่น 870 cm-1 และพบพีค benzene ที่เลขคลื่น 720 cm^{-1} (http://instanano.com/all/charact erization/ftir/ftir-functional-group-search/) ในสเปกตรัมของครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าแต่ไม่พบในสเปกตรัมของครีมรองพื้น ตามผลสเปกตรัมในการวิจัยของ นางสาวเกศษรา ทรัพย์มูล เรื่องการตรวจพิสูจน์ผ้าฝ้ายที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัลและ ATR-FTIR ดังภาพที่ 12



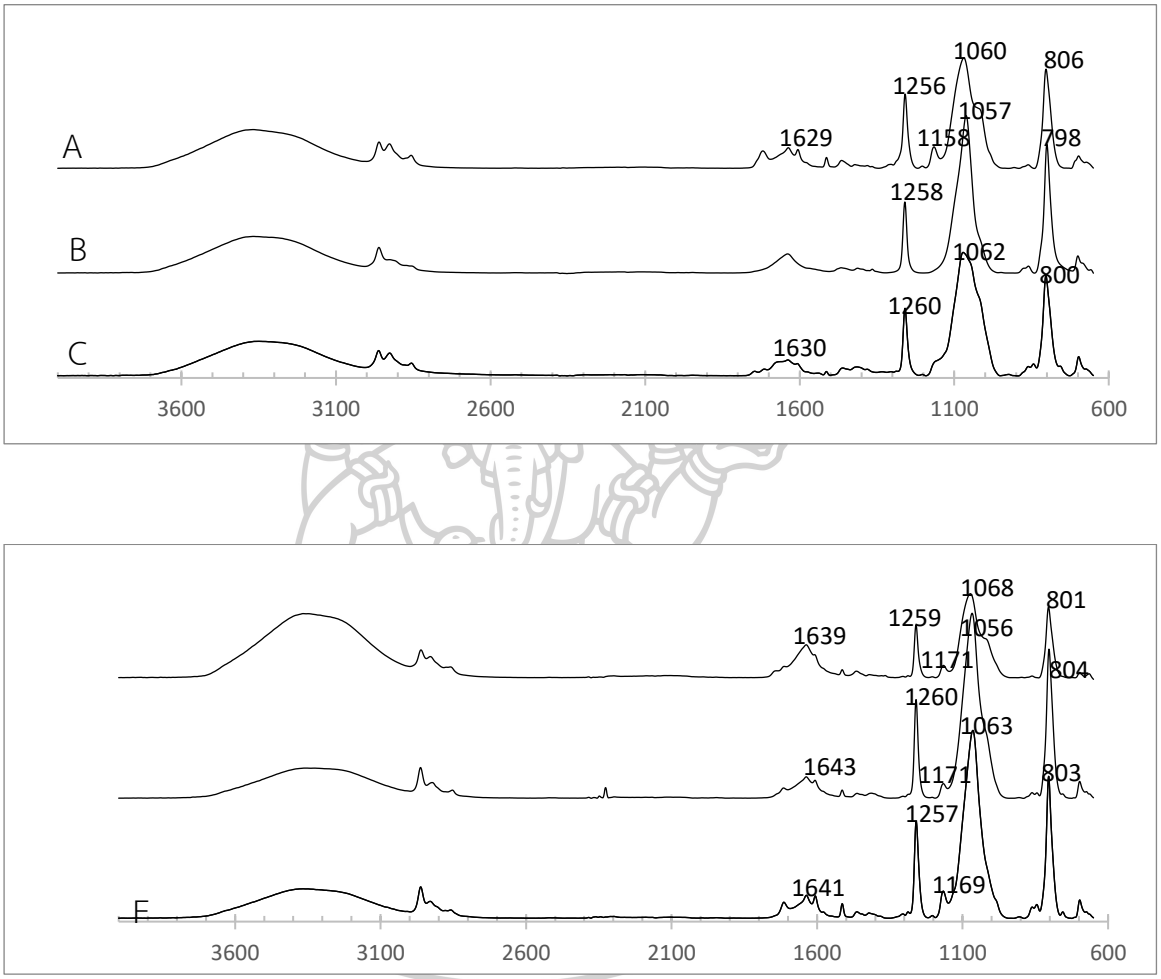
ภาพที่12 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นตัวอย่างที่ 9 ด้วยเทคนิค ATR-FTIR

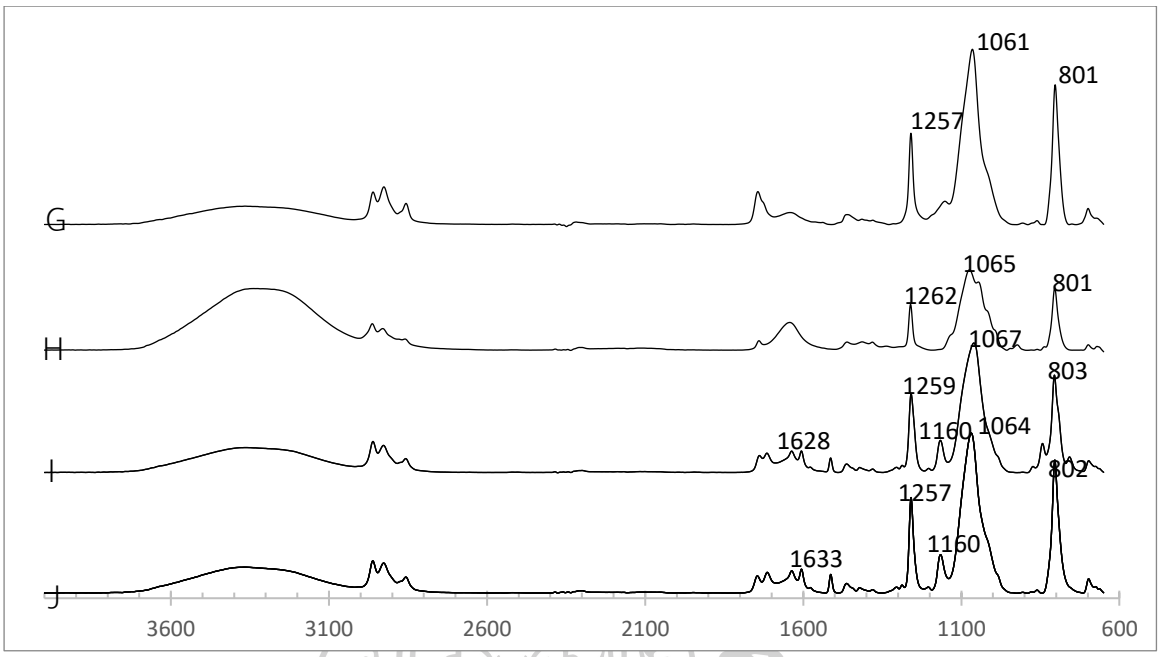
A ทำการวิเคราะห์ครีมรองพื้นที่ติดอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ

B ทำการวิเคราะห์ครีมรองพื้นตัวอย่าง

จากสเปกตรัมที่ได้ทำให้ทราบว่า การวิเคราะห์ครีมรองพื้นด้วยเทคนิค ATR-FTIR ทั้งที่เป็นเนื้อครีมรองพื้นหรือคราบครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ ให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกันในพีคใหญ่ๆ และแตกต่างกันในพีคเล็กๆ ดังนั้นจึงทำการวิจัยต่อโดยการนำผ้าคอตตอนสีดำที่เปื้อนครีมรองพื้น ที่มีการเตรียมตัวอย่างไว้ก่อนหน้า มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR ทั้ง 10 ตัวอย่าง เพื่อแสดงให้เห็นว่าสามารถวิเคราะห์ครีมรองพื้นที่เปื้อนบนเสื้อผ้าที่อยู่ในที่เกิดเหตุได้

สเปกตรัมของครีมรองพื้นตัวอย่างดังภาพที่ 13 จะสังเกตเห็นได้ว่าลักษณะและตำแหน่งของพีคที่ปรากฏบนสเปกตรัมทั้ง 10 ตัวอย่าง มีตำแหน่งที่เหมือนกันและแตกต่างกันด้วย จึงสามารถใช้ในการจำแนกชนิดของครีมรองพื้นแต่ละชนิดได้



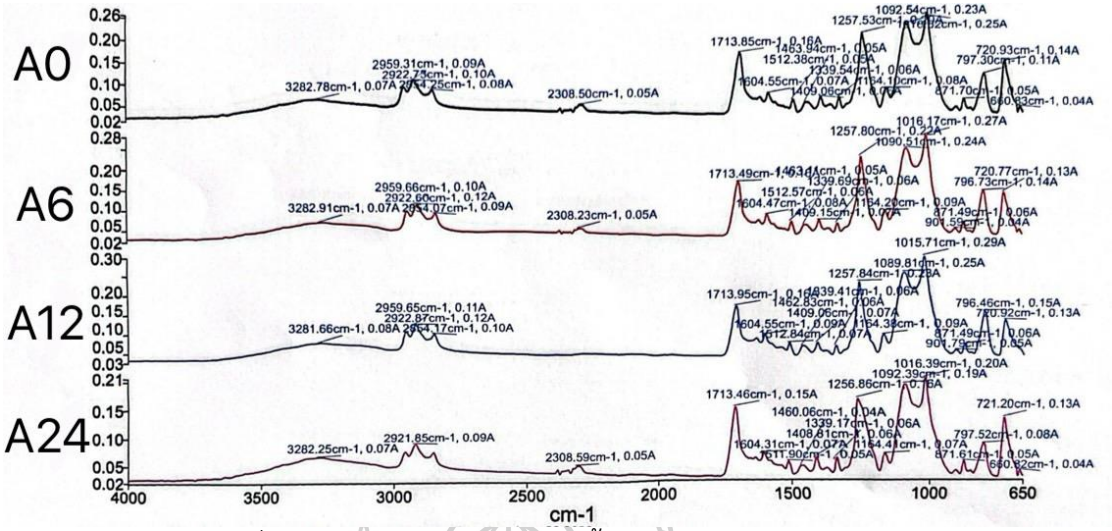


ภาพที่ 13 สเปกตรัมจากการวิเคราะห์ครีมรองพื้นตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง

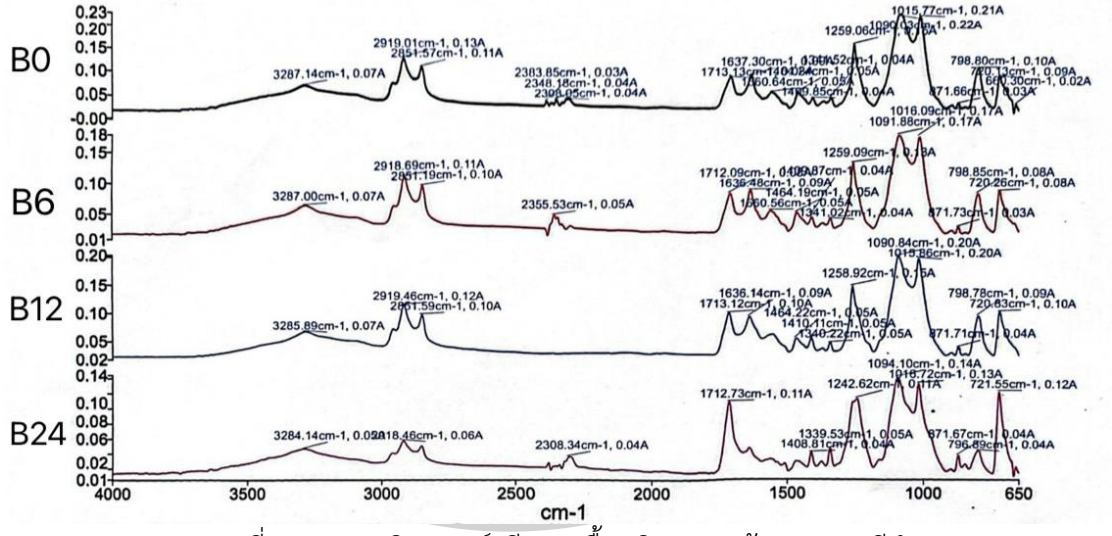
จากการพิจารณาความแตกต่างของสเปกตรัมพบว่ามีพีคที่แตกต่างกัน เช่น พีคที่ตำแหน่งเลขที่คลื่นประมาณ 2800 cm-1 พบใน A, G, I และ J แต่ไม่พบใน B, C, D, E, F และ H และยังพบพีคที่ตำแหน่งต่างกันอีก จึงสรุปได้ว่าสเปกตรัมของครีมรองพื้นตัวอย่างแต่ละชนิดแตกต่างกัน

3. การตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนที่ระยะเวลาต่างๆ ด้วยเทคนิค ATR-FTIR

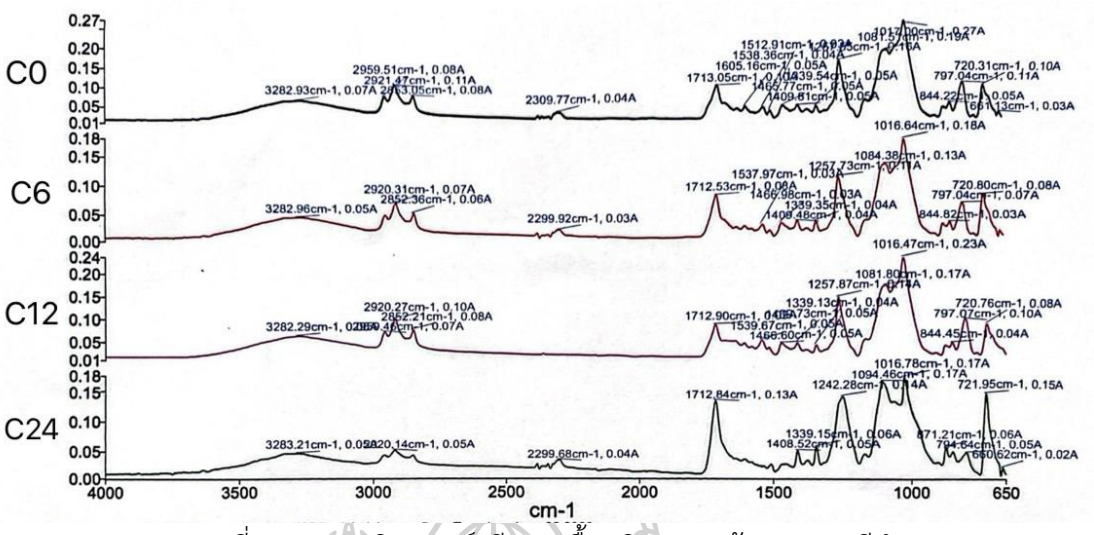
เมื่อนำครีมรองพื้นทั้ง 10 ตัวอย่างที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำที่ระยะเวลาต่างๆ มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR พบว่าที่ระยะเวลา 0 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง คราบของครีมรองพื้นที่เปื้อนบนผ้าคอตตอนสีดำยังคงถูกตรวจพบด้วยเทคนิค ATR-FTIR ดังภาพที่ 14-23



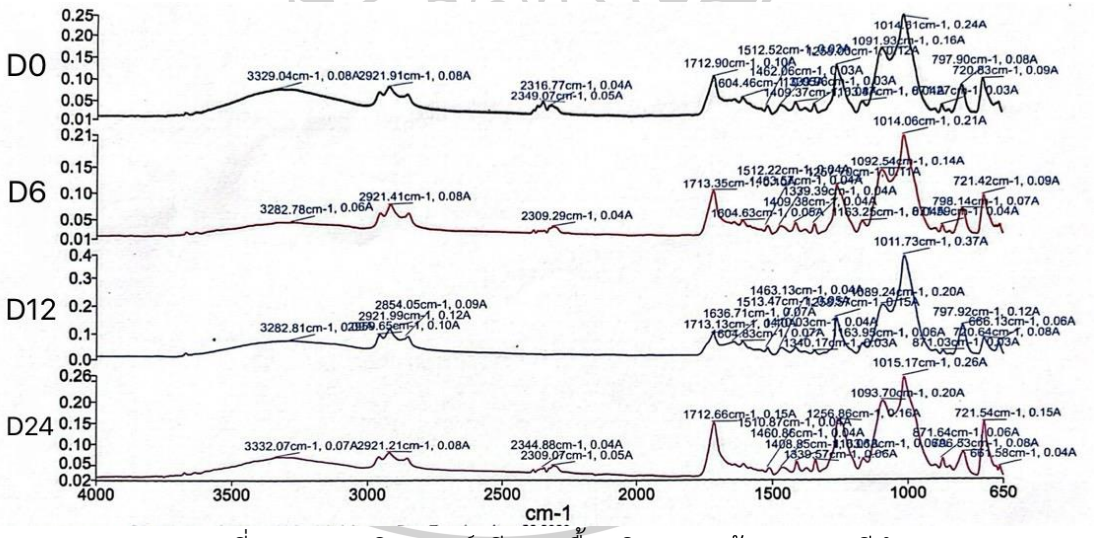
ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด A บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



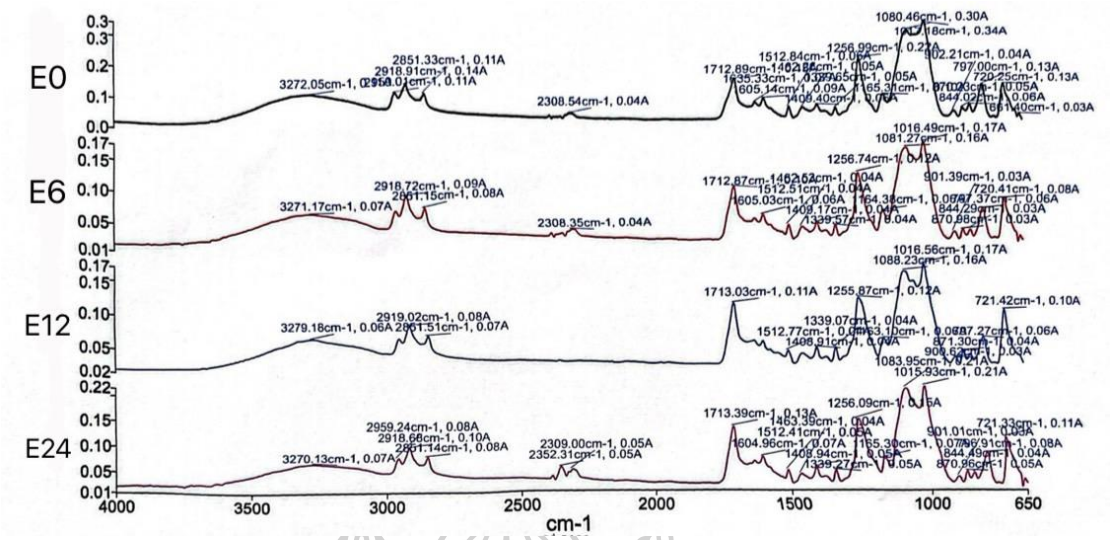
ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด B บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



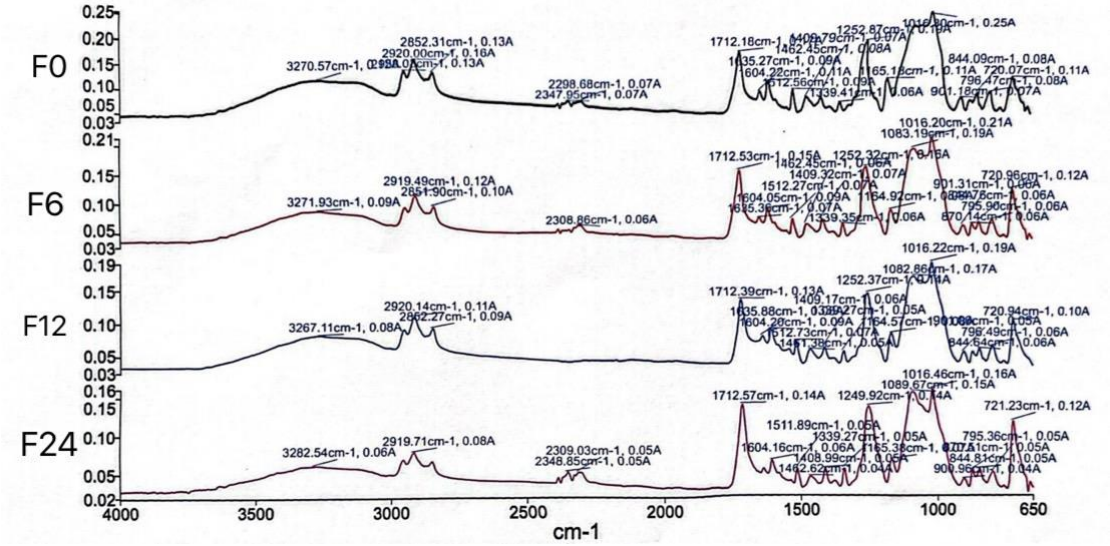
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด C บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



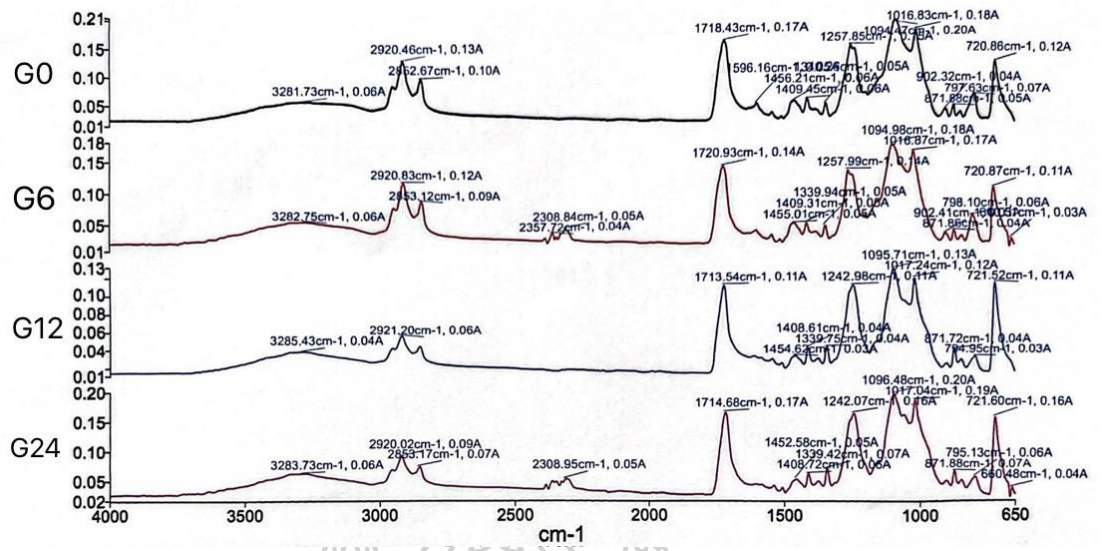
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด D บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



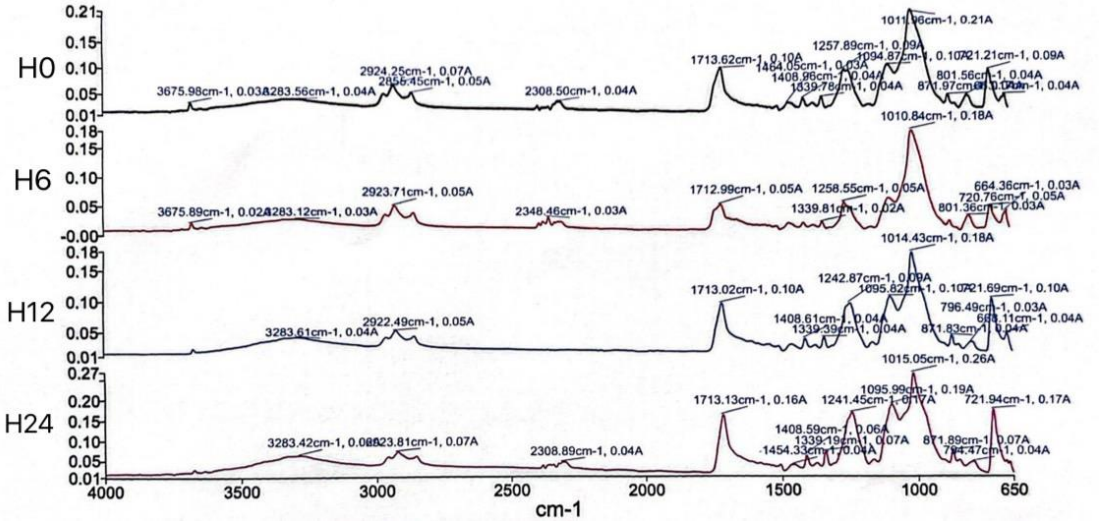
ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด E บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



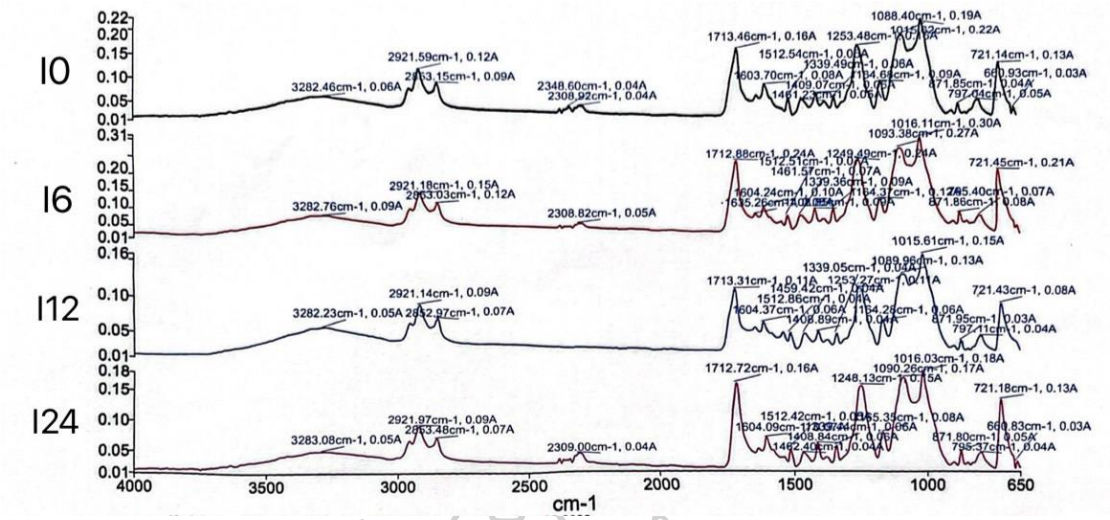
ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด F บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



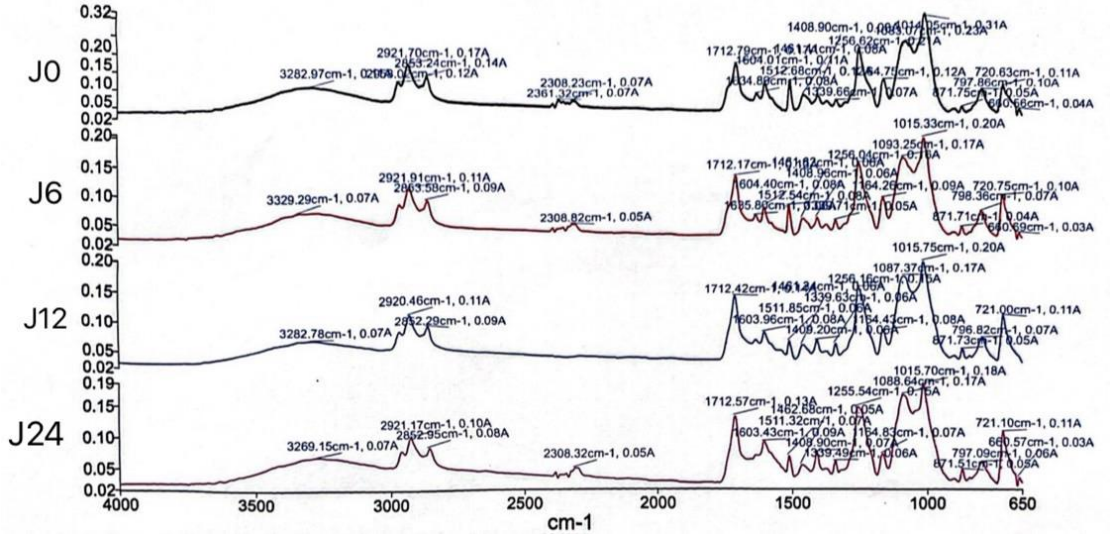
ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด G บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



ภาพที่ 21 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด H บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



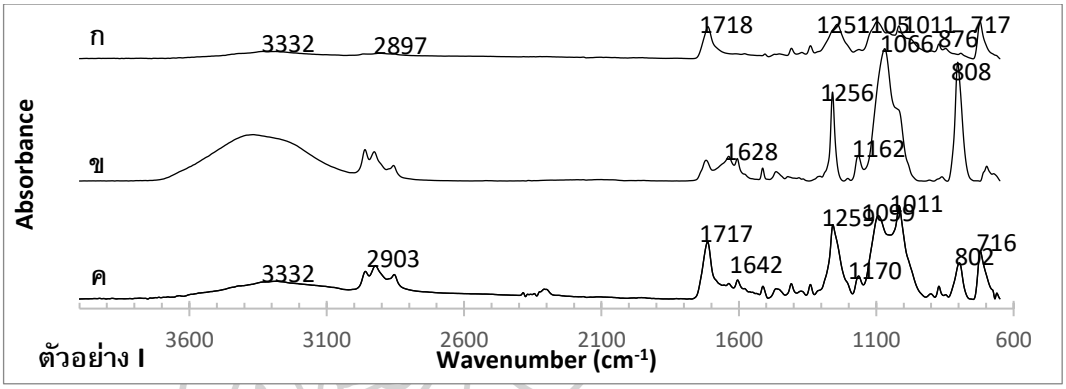
ภาพที่ 22 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด I บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ



ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นชนิด J บนผ้าคอตตอนสีดำ
ที่เวลา 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ

จากการนำผ้าคอตตอนสีดำที่เปื้อนครีมรองพื้นตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR ทำให้พบพีคเลขคลื่นของผ้าคอตตอนสีดำและพีคเลขคลื่นของครีมรองพื้นตัวอย่าง เช่น ภาพที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบครีมรองพื้นตัวอย่าง I ในกราฟ ค พบพีคเลขคลื่นที่ 3332 cm^{-1}, 2903 cm^{-1}, 1717 cm^{-1}, 1099 cm^{-1}, 1011 cm^{-1}, 874 cm^{-1} และ 716 cm^{-1} ซึ่งตรงกับค่าสเปกตรัมของผ้าคอตตอนสีดำที่นำมาทำการวิจัย และ

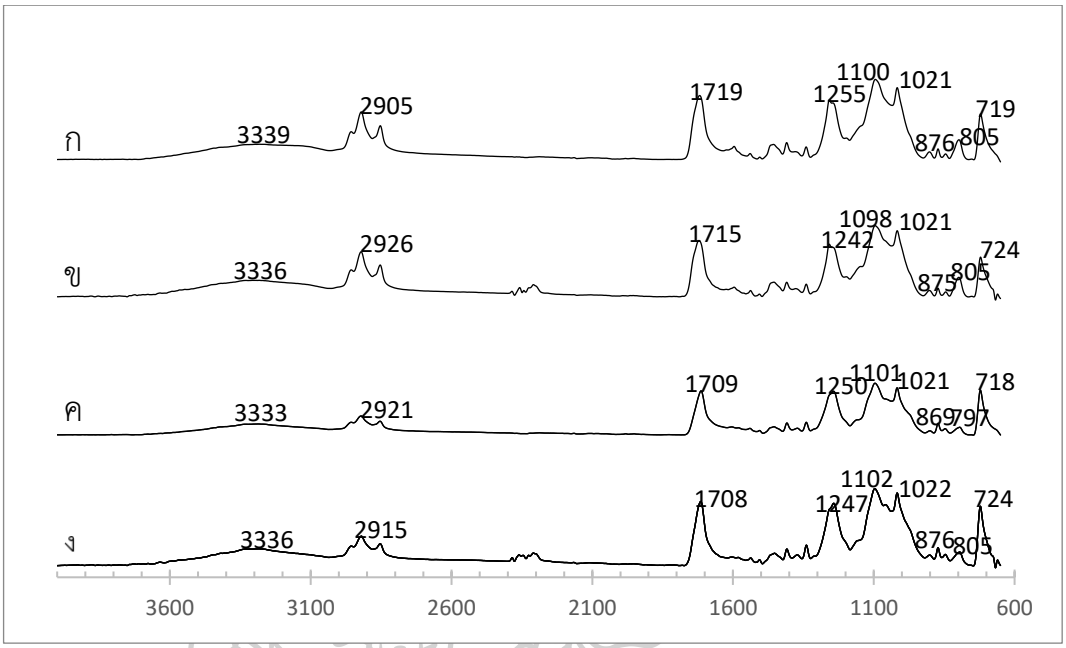
พบพีคเลขคลื่นที่ 1642 cm^{-1}, 1259 cm^{-1}, 1170 cm^{-1} และ 802 cm^{-1} ซึ่งตรงกับค่าสเปกตรัมของครีมรองพื้นตัวอย่าง I จากกราฟ ค ทำให้เห็นได้ชัดเจนเลยว่าเทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้จำแนกครีมรองพื้นออกจากเนื้อผ้าคอตตอนได้ ทั้งๆ ที่เป็นคราบเปื้อนอยู่ก็ตาม เมื่อการวิจัยสามารถยืนยันได้แล้วว่าเทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้ตรวจหาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนได้ ทางนักวิจัยจึงทำการศึกษาต่อว่าเมื่อมีการเก็บตัวอย่างที่เวลานานมากขึ้นจะส่งผลต่อการตรวจหาของเทคนิค ATR-FTIR หรือไม่



ภาพที่ 4 พีคเลขคลื่นของการวิเคราะห์หาครีมรองพื้นบนผ้าคอตตอนสีดำ ก) ผ้าคอตตอนสีดำ,

ข) ครีมรองพื้นตัวอย่าง I, ค) ครีมรองพื้นที่เปื้อนบนผ้าคอตตอนสีดำ

ครีมรองพื้นตัวอย่าง G ที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR พบว่า กราฟ ก คือครีมรองพื้นที่เปื้อนบนผ้าคอตตอนสีดำที่เวลา 0 ชั่วโมง ค่าสเปกตรัมที่ได้ มีการแสดงพีคเลขคลื่นที่ 3339 cm^{-1}, 2905 cm^{-1}, 1719 cm^{-1}, 1255 cm^{-1}, 1100 cm^{-1}, 1021 cm^{-1}, 876 cm^{-1}, 805 cm^{-1} และ 719 cm^{-1} ซึ่งเป็นกลุ่มพีคของเนื้อผ้าคอตตอนและพีคของครีมรองพื้น แสดงให้เห็นถึงการจำแนกได้และตรวจหาได้ เมื่อปล่อยให้เวลาผ่านไปที่เวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับ พบว่าค่าสเปกตรัมที่ได้ยังคงแสดงพีคของเนื้อผ้าและครีมรองพื้นเหมือนเดิม เพราะฉะนั้นในการวิจัยนี้ทำให้เห็นได้ว่าเมื่อมีการเก็บตัวอย่างที่เวลานานมากขึ้น ก็ไม่มีผลต่อการตรวจหาครีมรองพื้นที่เปื้อนบนผ้าคอตตอนได้ เพราะเมื่อเวลาผ่านไปตามกำหนดเทคนิค ATR-FTIR ยังคงตรวจพบพีคของครีมกันแดดและเนื้อผ้าคอตตอนเหมือนเดิม ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ครีมรองพื้นตัวอย่าง G ที่เปื้อนบนผ้าคอตตอนสีดำ ก) ที่เวลา 0 ชั่วโมง, ข) ที่เวลา 6 ชั่วโมง, ค) ที่เวลา 12 ชั่วโมง และ ง) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ครีมรองพื้นด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) ทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยมีการเปรียบเทียบสเปกตรัมที่ได้จากการวิเคราะห์ครีมรองพื้นกับสเปกตรัมครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ พบพีคส่วนใหญ่ที่ปรากฏในตำแหน่งเดียวกัน เป็นพีคขององค์ประกอบหลักของครีมรองพื้น และพีคส่วนน้อยที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นพีคของส่วนผสมอื่นในครีมรองพื้น ดังนั้นเทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้ตรวจจับหรือจำแนกครีมรองพื้นได้ตามบทสรุปในงานวิจัยของนางสาววิจิตร นาไชยเวศน์ เรื่องการวิเคราะห์แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค GC-FID และ ATR-FTIR

และในการเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลาต่างกัน คือ 0, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง การตรวจหาครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำ ยังคงให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนเดิม กล่าวคือตัวอย่างที่เก็บได้ในที่เกิดเหตุ อาจเก็บได้ช้าหรือเร็ว หรืออาจทำการวิเคราะห์ผลช้า ก็ไม่ส่งผลเสียต่อการวิเคราะห์หาครีมรองพื้นที่เปื้อนอยู่บนผ้าคอตตอนสีดำได้ เพราะไม่ว่าเวลาจะผ่านไปนานแค่ไหน การวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิค ATR-FTIR ยังคงตรวจพบและให้ผลวิเคราะห์ดังเดิม

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าเทคนิค ATR-FTIR สามารถใช้ตรวจหาครีมรองพื้นได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องมีการเตรียมตัวอย่างก่อนตรวจ และยังสามารถใช้ยืนยันผลได้อีกด้วยว่าคราบที่เจอในวัตถุพยานเป็นครีมรองพื้นหรือไม่ แม้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากครีมรองพื้นในตลาดมีหลากหลายยี่ห้อ ซึ่งแต่ละยี่ห้อยังมีหลากหลายสูตรที่ต่างกัน ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจศึกษาให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น เพื่อประสิทธิภาพในการระบุครีมรองพื้นว่าเป็นของยี่ห้อใด
2. เพิ่มพื้นผิวให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของเทคนิค ATR-FTIR

รายการอ้างอิง

Gordon, A., & Coulson, S. (2004). The evidential value of cosmetic foundation smears in forensic casework. *J Forensic Sci*, *49*(6), 1244-1252.

Hussain, C. M., Rawtani, D., Pandey, G., & Tharmavaram, M. (2021). Chapter 4 - FTIR and NIR spectroscopy in forensic science. In C. M. Hussain, D. Rawtani, G. Pandey, & M. Tharmavaram (Eds.), *Handbook of Analytical Techniques for Forensic Samples* (pp. 55-73). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822300-0.00004-5

InstaNANO. *FTIR Functional Group Database Table with Search*. https://instanano.com/all/characterization/ftir/ftir-functional-group-search/

OEM, T. (2566). เทคนิคการตั้งตำรับเครื่องสำอาง. https://www.tnpoem.com/content/6333/rdtalk-ep4

Sharma, V., Mahara, M., & Sharma, A. (2024). On the textile fibre's analysis for forensics, utilizing FTIR spectroscopy and machine learning methods. *Forensic Chemistry*, *39*, 100576. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forc.2024.100576

Skobeeva, S., Banyard, A., Rooney, B., Thatti, R., Thatti, B., & Fletcher, J. (2022). Near-infrared spectroscopy combined with chemometrics to classify cosmetic foundations from a crime scene. *Science & Justice*, *62*(3), 327-335. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.03.002

Srihong, N. (2566). รองพื้นคืออะไร? คู่มือรองพื้นสำหรับมือใหม่ เลือกยังไงให้ปัง. https://rabbitcare.com/blog/beauty-tips/foundation-makeup-101-everything-you-need-to-know

Wang, H., Ding, X., He, X., Guo, G., Yang, J., Zhang, Y., Jia, Z., Zhang, J., Li, J., & Wang, Q. (2024). Application of ATR-FTIR spectroscopy and chemometrics for the forensic discrimination of aged peripheral and menstrual bloodstains. *Microchemical Journal*, *197*, 109933. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.109933

Wei, C.-T., You, J.-L., Weng, S.-K., Jian, S.-Y., Lee, J. C.-L., & Chiang, T.-L. (2024). Enhancing forensic investigations: Identifying bloodstains on various substrates through

ATR-FTIR spectroscopy combined with machine learning algorithms. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *308*, 123755. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.123755

ไทยรัฐออนไลน์. (2567). สถิติอาชญากรรม*2566*. https://www.thairath.co.th/scoop/infographic/2752159

ธนิยผล, ป. (2548). อาชญาวิทยาและทัณฑวิทยา (Vol. 328). มหาวิทยาลัยรามคำแหง. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://old-book.ru.ac.th/e-book/l/LW440(48113)/LW440-1.pdf

นาไชยเวศน์, ว. (2555). การวิเคราะห์แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค *Gas Chromatography-Flame Ionized Detector (GC-FID)* และเทคนิค *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR)* ศิลปากร]. https://sure.su.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/11912/fulltext.pdf?sequence=2&isAllowed=y

นิลโต, ก. (2564). การวิเคราะห์ครีมกันแดดด้วยเทคนิค *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR)* สำหรับการตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ ศิลปากร]. http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4039/1/630720058.pdf

มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2549). การสืบสวนและการสอบสวน (Vol. 104). มหาวิทยาลัยรามคำแหง. http://old-book.ru.ac.th/e-book/l/LW443(49)/LW443(49)-2.pdf

มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ภ. (-). ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์*3*. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. http://old-book.ru.ac.th/e-book/c/CM328/CM328-10.pdf

สารานุกรมเสรี, ว. (2552). ผ้าฝ้าย. https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9C%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%9D%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A2

อิ่มสิน, อ., ศุภลักษณ์นารี, ศ., ชูสกุลเกรียง, ศ., & เขียวพุ่ม, อ. (2016). การตรวจคราบอสุจิบนกระเบื้องและผ้าชนิดต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR).

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ดวงมณี เฟื่องฟู
วัน เดือน ปี เกิด	18 ธันวาคม 2539
สถานที่เกิด	นนทบุรี
วุฒิการศึกษา	ระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ