

สิ่งเล็กๆ ที่เรียกว่า “เส้นใย”

ดร.แพรว ศุภจริยาวัตร
นักนิติวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มตรวจพิสูจน์ทางเคมี
กองตรวจพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์

ตามทฤษฎี Locard's exchange principle ของ Dr. Edmond Locard กล่าวว่า เมื่อสิ่งของสองสิ่งสัมผัสกัน จะมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนวัตถุซึ่งกันและกัน นั่นคือร่องรอยของหลักฐาน ซึ่งสามารถนำมาทำการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบ เพื่อหาคุณลักษณะเฉพาะของวัตถุนั้นๆ ได้ โดยสามารถบ่งชี้ได้ถึงพฤติกรรม การกระทำ สถานที่ และเวลาของการเกิดเหตุการณ์ได้ ตัวอย่างเช่น การใช้กำลังประทุษร้ายซึ่งกันและกัน โอกาสที่เส้นผม เส้นขนจากร่างกาย และเส้นใยจากเสื้อผ้าของแต่ละฝ่ายจะแลกเปลี่ยนกันเป็นไปได้มาก หรือกรณีคนร้ายทุบกระจกเข้าบ้านไปลักทรัพย์ เศษกระจกที่แตกมีความเป็นไปได้ที่จะติดไปกับตัวคนร้าย หรือกรณีใช้อาวุธปืนก็เช่นกัน ผู้จับหรือสัมผัสอาวุธปืน หรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงรัศมีของการกระจายฟุ้งของเขม่าปืน สามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดชิ้นส่วนร่องรอยหลักฐานกันได้เสมอ เป็นต้น

“เส้นใย” เป็นหนึ่งในพยานหลักฐานประเภท Trace Evidence ที่มีบทบาทสำคัญในงานนิติวิทยาศาสตร์ ที่ในการช่วยสนับสนุนงานการสืบสวนสอบสวนคดีอาญา โดยสามารถใช้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา กับสถานที่เกิดเหตุ หรือระหว่างผู้ต้องสงสัย/ผู้ต้องหา กับเหยื่อ หรือระหว่างสถานที่หนึ่งกับอีกสถานที่หนึ่ง โดยพบว่า “เส้นใย” เป็นพยานหลักฐานที่ถูกพบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุ หรือจากตัวคนร้าย รวมทั้งผู้เสียหาย ในคดีทางอาญาที่เกี่ยวข้องกับชีวิต หรือไม่ถึงแก่ชีวิต

เส้นใยคืออะไร?

เส้นใย (fibers) คือ วัสดุหรือสารใดๆ ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นเส้นยาว และบางอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 เท่า สามารถขึ้นรูปเป็นผ้าได้ และต้องเป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของผ้า ไม่สามารถแยกย่อยในเชิงกลได้อีก [1] เส้นใยมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มาอย่างช้านาน ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมทั่วโลก เช่น การทำเครื่องนุ่งห่ม แพชั่น เคหะสิ่งทอ สิ่งทอในยานยนต์ สิ่งทอเพื่อสุขภาพ สิ่งทอคุณสมบัติพิเศษ เครื่องหนังรองเท้า เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่ง และของชำร่วย เป็นต้น โดยสามารถจำแนกประเภทของเส้นใยได้หลักๆ เป็น 2 ประเภท ได้แก่





เส้นใยธรรมชาติ

1) เส้นใยธรรมชาติ (natural fibers) เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์มาเป็นเวลานาน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติ ได้แก่ พืช สัตว์ และสินแร่ต่างๆ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์จากเส้นใยธรรมชาติได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่น คือ น้ำหนักเบา เป็นฉนวนความร้อนที่ดี สวมใส่สบาย ปลอดภัยจากสารเคมี และมีความสวยงามเฉพาะตัว [2] แบ่งย่อยได้อีก 3 ประเภท คือ

1.1) เส้นใยเซลลูโลสที่พบในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เส้นใยฝ้าย (cotton) หนุ่น (kapok) ป่าน (flax) ปอ (jute) ลิ้นิน (linen) ไยมะพร้าว ไยสับปะรด

- ใยฝ้าย (Cotton) ฝ้ายที่ได้จากเส้นใยฝ้ายนั้นได้มาจากเมล็ดของฝ้าย โดยเมื่อแห้งจะแตกออกมาเป็นใยสีขาวมีความยาวที่แตกต่างกัน แล้วจึงนำมาทอเป็นผ้า ฝ้ายมีคุณสมบัติที่ดีและมีราคาถูกมีความทนทาน เรียบเป็นเงา ดูซับน้ำได้ดี

- ใยหนุ่น (Kapok) ส่วนใหญ่มักนำเส้นใยหนุ่นไปยัดเบาะ พูก หมอน ที่นอน ถูหนุน ตักตา เนื่องจากมีคุณสมบัติดูดความชื้นต่ำ มีน้ำหนักเบา ทนต่อแมลงและเชื้อราได้ดี

- ใยลิ้นิน (Linen) เป็นเส้นใยที่ได้จากส่วนเปลือกของลำต้นแฟลกซ์ (Flax) มีคุณสมบัติคือ ระบายอากาศได้ดีมาก ดูซับเหงื่อได้ดี แต่ยับง่าย

- ใยปอ (Jute) เส้นใยปอมีความสำคัญและถูกนำมาใช้ประโยชน์มากรองจากฝ้าย แม้เป็นเส้นใยที่ไม่เหมาะสำหรับใช้ทำเป็นเสื้อผ้า เพราะมีความหยาบกระด้าง และระคายผิว แต่เหมาะสำหรับใช้ทำเชือก กระสอบ ถู ผ้าตาข่าย และใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมบางชนิด

- ใยสับปะรด (Pine apple) เส้นใยสับปะรดสามารถนำมาใช้ทำเส้นใยสิ่งทอ มีคุณสมบัติเหนียว นุ่ม มักนำมาใช้ทำเชือก ด้ายเย็บ และผ้าเนื้อผ้า

- เส้นใยมะพร้าว (Coir) เป็นเส้นใยที่ได้จากเปลือกของผลมะพร้าว ลักษณะเส้นใยแข็งกระด้าง ทนต่อความเปียกชื้นและการทำลายของจุลินทรีย์ได้ดี สามารถนำมาใช้ทำเบาะ รถยนต์ ที่นอน เชือก เสื้อ แพร และไม้กวาด

1.2) เส้นใยจากสัตว์ (animal hairs) เช่น ขนแกะ ขนแพะ ไยไหม (silks)

- ขนแกะ (wools) เส้นใยขนแกะมีคุณสมบัติที่ดีเหมาะแก่การทำเสื้อผ้าที่ให้ความอบอุ่น และความสบายแก่ผู้สวมใส่ในฤดูหนาว เนื่องจากเป็นฉนวนความร้อนที่ดี ดูดความชื้นได้ดี และไม่ยับ

- ไหม (Silk) เป็นเส้นใยที่ได้จากหนอนไหม มีคุณสมบัติเหมาะแก่การทำเสื้อผ้า เนื่องจากผ้าไหมให้ความสบาย สวยงาม ทำให้มีราคาแพง



เส้นใยขนแกะ

- 1.3) เส้นใยที่ได้มาจากแร่ธาตุ เช่น เส้นใยหิน (asbestos) ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนความร้อนได้สูง มีความเหนียว และไม่นำไฟฟ้า

2) เส้นใยสังเคราะห์ (synthetic fibers) เกิดจากการนำพอลิเมอร์สังเคราะห์มาปั่น โมเลกุลของเส้นใยต้องมีขนาดยาวและมีการเรียงตัวของโมเลกุลเป็นระเบียบตามแนวแกนของเส้นใย เช่น ไนลอน (nylon) พอลิเอสเตอร์ (polyester) สแปนเด็กซ์ (spandex) อะคริลิก (acrylic) เป็นต้น เส้นใยสังเคราะห์มีคุณสมบัติทนทาน ยืดหยุ่นได้ดี ไม่ยับง่าย ไม่ดูดซับน้ำ ชักง่าย แห้งเร็ว ทนต่อเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ สามารถปรับปรุงคุณสมบัติได้หลากหลาย ทำให้นำมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นส่วนใหญ่ แต่มีข้อเสีย คือ การระบายความร้อนไม่ดี จึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำเป็นเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่ม

เส้นใยสังเคราะห์ ประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมาก โมเลกุลเหล่านี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียกว่าพอลิเมอร์ (polymer) ที่เกิดจากการเรียงตัวของหน่วยโมเลกุลเล็กๆ คือมอนอเมอร์ (monomer) และเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีด้วยกระบวนการสังเคราะห์ที่เรียกว่า พอลิเมอไรเซชัน (polymerization) ขนาดของพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับความยาวของโมเลกุลซึ่งบอกได้จากจำนวนของมอนอเมอร์ที่อยู่ในพอลิเมอร์นั้น (degree of polymerization) พอลิเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลยาวจะมีน้ำหนักโมเลกุล มากกว่าพอลิเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลสั้นเนื่องจากจำนวนมอนอเมอร์ที่มากกว่านั่นเอง ซึ่งจะมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นใยที่พอลิเมอร์นั้นเป็นองค์ประกอบอยู่ โมเลกุลหรือพอลิเมอร์ที่อยู่ในเส้นใยจะมีการเรียงตัวแตกต่างกัน เมื่อแต่ละโมเลกุลมีการเรียงตัวอย่างไร้ทิศทาง (random) ก็จะทำให้เส้นใยบริเวณนั้นมีความเป็นอสัณฐาน (amorphous) ส่วนในบริเวณที่โมเลกุลมีการเรียงซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบก็จะเป็นผลึก (crystalline) เกิดขึ้น เส้นใยที่มีความเป็นผลึกมากก็จะมี ความแข็งแรงมากกว่าเส้นใยที่มีความเป็นผลึกน้อย ดังนั้น ความแตกต่างของเส้นใย จึงขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางกายภาพ เช่น ลักษณะพื้นผิวภายนอก ลักษณะหน้าตัดขวางของเส้นใย ความหยิกงอ ความเป็นมันวาว และองค์ประกอบทางเคมี เช่น การเรียงตัวของโมเลกุลแต่ละชนิด เป็นต้น ซึ่งส่วนผสมและความแตกต่างในปัจจัยเหล่านี้ ทำให้อาณาจักรของเส้นใยมีคุณสมบัติที่หลากหลายและแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด โดยคุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด มีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติของผ้า สิ่งทอ หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเส้นใยนั้น [3]

- โพลีเอสเตอร์ (polyester) เสื้อผ้าที่ผลิตจากผ้าโพลีเอสเตอร์ จะมีน้ำหนักเบา ผ้าโปร่งสบาย ระบายอากาศได้ดี เนื้อผ้าเนียนนุ่มละเอียดยืด สัมผัสสบาย มีความยืดหยุ่น สามารถใส่ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมได้โดยไม่ต้องกลัวยับย่น และยังรีดง่าย ผ้าชนิดนี้รีดให้เรียบได้ง่ายด้วยคุณสมบัติยืดหยุ่นคืนตัวของผ้า ที่ช่วยทำให้สามารถรีดได้ง่ายหรือไม่ต้องรีดก็ได้ แม้จะซักบ่อยครั้งสีก็ยังคงสดใสเหมือน

- ไนลอน (nylon) เสื้อผ้าไนลอนเป็นเส้นใยสังเคราะห์เทอร์โมพลาสติก มีความทนทานสูง รูปร่างของผ้าสามารถทรงตัวได้ดี แต่เวลาที่ใส่จะไม่ค่อยสบายตัว ทำให้เสื้อผ้าที่ตัดจากผ้าไนลอนมีราคาไม่สูง ผ้าไนลอน มีคุณสมบัติเด่นคือไม่ยับง่าย อยู่ทรงคงสภาพเดิมได้ดี มีสีที่สดกว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ เนื้อผ้ามีความเหนียวและยืดหยุ่น ทำให้อายุการใช้งานได้ค่อนข้างดี เหมาะสำหรับไปทำกระเป๋าน้ำหนัก



ประเภทของเส้นใยสังเคราะห์

- สเปนเด็กซ์ (spandex) ลักษณะของผ้าสเปนเด็กซ์มีความยืดหยุ่นสูงมาก เป็นผ้าใยสังเคราะห์ รู้จักกันในนามของ Lycra สามารถยืดได้ถึง 6-7 เท่าของความยาวเดิม ทนต่อแรงดึงได้สูง มีความยืดหยุ่นมาก และยังมีน้ำหนักเบา สามารถระบายเหงื่อได้ดี เมื่อสวมใส่แล้วสามารถขยายได้มาก เมื่อหดก็จะกลับมาอยู่ในสภาพคงเดิม

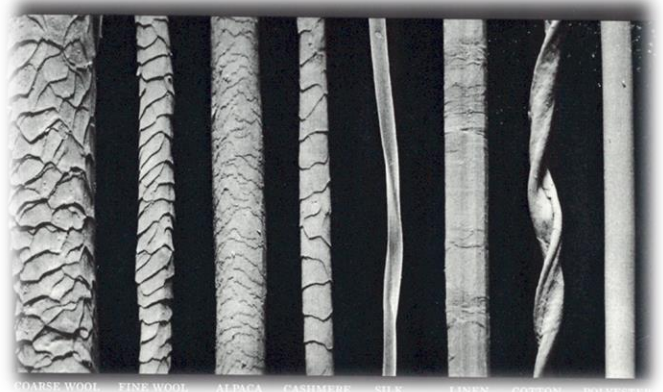
- เรยอน (rayon) ผลิตมาจากเส้นใยสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยเซลลูโลสหรือไหมเทียม เส้นใยไฟเบอร์ที่สร้างขึ้นโดยการนำเอาเปลือกไม้มาย่อยสลายในสารเคมี แล้วเอาเรยอนเหลวฉีดออกมาเป็นไฟเบอร์ จึงทำให้ผ้าเรยอนมีลักษณะ นิ่ม สลื่น ซึ่งต่างจากไหมธรรมชาติ เพราะมีความมันวาวกว่าเส้นใยของผ้าเรยอนมีความมันเงาคล้ายไหม มีความทนทาน สวมใส่สบาย สามารถดูดความชื้นและระบายความร้อนออกได้ดี เนื้อผ้านุ่มสบาย แต่เปื่อยง่าย ผ้าเรยอนยังสามารถทนความร้อนได้ดี นอกจากนี้ผ้าเรยอนยังเป็นผ้าที่ยับง่าย และคลายยับได้ยาก

การตรวจวิเคราะห์เส้นใยทางห้องปฏิบัติการ

หลักการที่สำคัญในการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานประเภท Trace Evidence แต่ละชนิด จำเป็นต้องใช้การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 เทคนิค เพื่อลดปัจจัยเกี่ยวกับข้อจำกัดของแต่ละเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ และเพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือ สอดคล้อง ไปในทิศทางเดียวกัน จากแนวทางการตรวจวิเคราะห์ของเครือข่ายผู้ตรวจวิเคราะห์พยานหลักฐานประเภท Trace Evidence ประเทศสหรัฐอเมริกา (American Society of Trace Evidence Examiners : ASTEE) โดย Scientific Working Group for Materials Analysis (SWGMA) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญการตรวจพยานหลักฐานประเภท Trace Evidence จากหลากหลายหน่วยงานชั้นนำทั่วโลก ได้จัดทำแนวทางการตรวจวิเคราะห์เส้นใย Forensic Fiber Examination Guidelines โดยมีเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

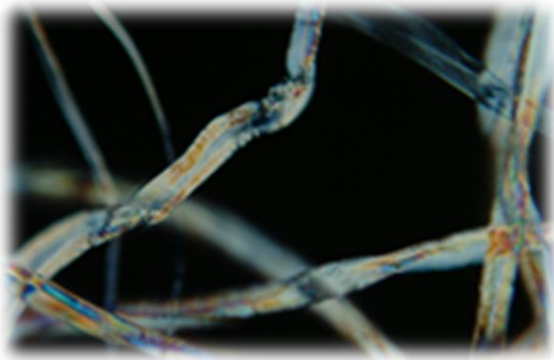
1. เทคนิค scanning electron microscopy and energy dispersive x-ray spectrometry (SEM-EDS)

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope: SEM) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการศึกษาสัณฐานและรายละเอียดของลักษณะพื้นผิวของเซลล์หรือพื้นผิวของตัวอย่างวัตถุที่นำมาศึกษา โดยลำแสงอิเล็กตรอนจะส่องกราดไปกระทบพื้นผิวของวัตถุ เกิดการสะท้อนกลับของพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น back-scatter



เส้นใยและเส้นขน/เส้นผม ภายใต้กล้อง SEM

electron, รังสีเอกซ์ (X-ray) หรือ secondary electron เป็นต้น และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการวัดการกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ (energy dispersive x-ray spectroscopy: EDS) สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุในเชิงคุณภาพ (Qualitative element analysis) ว่าตัวอย่างที่ต้องการศึกษา มีธาตุชนิดใดเป็นองค์ประกอบ และยังสามารถวิเคราะห์ธาตุในเชิงปริมาณ (Quantitative element analysis) ได้เช่นกัน



cotton ภายใต้กล้อง PLM

2. เทคนิค polarized light microscopy (PLM)

โดยอาศัยหลักการดูลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงแสงของสารที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ โดยสารแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงแสงต่างกัน ขึ้นอยู่กับการจัดเรียงตัวของโมเลกุลของสารชนิดต่างๆ จากการศึกษาลักษณะโครงสร้าง และคุณสมบัติเชิงแสงของเส้นใยฝ้าย (cotton) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดต่างๆ พบว่า เส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยที่มีลักษณะบิดเป็นเกลียว รูปร่างหน้าตัดขวางมีลักษณะคล้ายรูปไต หรือเมล็ดถั่ว (bean shape) มีช่องตรงกลางเป็นโพรง เรียกว่า ลูเมน โดย

เส้นใยฝ้ายมีคุณสมบัติเชิงแสงที่แตกต่างจากเส้นใยชนิดอื่นๆ คือ ไม่เกิดปรากฏการณ์ทึบแสง เมื่อดูผ่าน analyzer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงโพลาไรซ์ [4]

3. เทคนิค microspectrophotometry (MSP)

เป็นเทคนิคที่ใช้การวัดสเปกตรัมของตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้ความยาวคลื่นที่แตกต่างกันของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถวัดสเปกตรัมของตัวอย่างที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ในระดับไมครอนได้ดี จึงเหมาะกับการตรวจองค์ประกอบของวัตถุที่มีขนาดเล็ก จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา พบว่าเทคนิค MSP เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ชนิดและเปรียบเทียบสีของเส้นใย เป็นเทคนิคที่สะดวก ใช้งานง่าย และไม่ทำลายตัวอย่าง [5] โดยเทคนิค MSP สามารถใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของสีน้ำเงิน สีแดง และสีดำ จากตัวอย่างเส้นใยฝ้าย สีละ 46 ตัวอย่าง และเส้นใยสีน้ำเงินจากตัวอย่างฝ้ายยืนส์ ผลการวิเคราะห์พบว่า สีน้ำเงินมีค่ากำลังการแยกแยะ (discrimination power) สูงที่สุดด้วยเทคนิค MSP ส่วนสีดำ ให้ค่ากำลังการแยกแยะต่ำสุด เนื่องจากมีความเข้มของสีมาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดของเทคนิคนี้ ส่วนสีน้ำเงินจากฝ้ายยืนส์ พบว่าไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ เนื่องจากฝ้ายยืนส์ส่วนใหญ่ใช้สีจำเพาะชนิดเดียวในการย้อมคือ สี indigo color Index No. 73000 [6] และการศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นใยสีน้ำเงินจำนวน 100 ตัวอย่าง ประกอบด้วย dark blue จำนวน 73 ตัวอย่าง และ mid blue จำนวน 27 ตัวอย่าง จากเครื่องนึ่งหมักชนิดต่างๆ ด้วยเทคนิค MSP ทั้งในช่วงคลื่น visible และ invisible พบว่า เทคนิค MSP สามารถวิเคราะห์แยกสีของตัวอย่างเส้นใยฝ้าย โดยให้กำลังการแยกแยะของกลุ่ม dark blue เป็น 0.87 และกลุ่ม mid เป็น 0.89 ในช่วงคลื่น visible และเมื่อทดสอบในช่วงคลื่น invisible พบว่าค่ากำลังการแยกแยะเพิ่มขึ้น 7% ในทั้งสองกลุ่มสีของเส้นใย คิดเป็นค่ากำลังการแยกแยะ เท่ากับ 0.96 [7] จะเห็นได้ว่าเทคนิค MSP เป็นเทคนิคที่สามารถใช้วิเคราะห์ชนิดของสีและเปรียบเทียบสีของตัวอย่างเส้นใยที่มีขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. เทคนิค fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

เป็นเทคนิคการกระตุ้นสารด้วยพลังงานแสงอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นต่างๆ โดยเมื่อโมเลกุลได้รับพลังงานจากคลื่นรังสีอินฟราเรด ที่มีความถี่ตรงกับความถี่ของการสั่น (stretching) หรือการหมุน (bending) ของพันธะโควาเลนต์ในโมเลกุล จะทำให้โมเลกุลดังกล่าวเกิดการดูดกลืนแสงอินฟราเรด และมีการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนต์ขั้วคู่ (dipole moment) การที่โมเลกุลจะดูดกลืนแสงอินฟราเรดได้นั้นความถี่ของแสงอินฟราเรดต้องเท่ากับความถี่ของการสั่นของโมเลกุลของสารนั้นๆ ซึ่งสารอินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่าความถี่ของ

การสั่นที่จำเพาะและแตกต่างกันไป จึงใช้สันนิษฐานหมู่ฟังก์ชันของสารนั้นได้ สามารถใช้วิเคราะห์และจำแนกประเภทของสารอินทรีย์สารอนินทรีย์และพันธะเคมีหรือหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของสารต่างๆ โดยผลการศึกษาวิเคราะห์ความแตกต่างของเส้นผม เส้นขน และเส้นใยสังเคราะห์ ด้วยเทคนิค ATR FTIR พบว่า เส้นผมมนุษย์ เส้นขนแมว เส้นขนสุนัข และ เส้นใยสังเคราะห์ มีรูปแบบ FTIR spectrum ที่แตกต่างกัน โดยสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างเส้นผมมนุษย์ ออกจากเส้นขนสัตว์ และสามารถแยกเส้นผมมนุษย์จากเส้นใยสังเคราะห์ได้ [8]

ถึงแม้พยานหลักฐานประเภทเส้นใย จะมีขนาดเล็กมาก ง่ายต่อการสูญหาย ยากต่อการตรวจเก็บพยานหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุ และมีความซับซ้อนในกระบวนการตรวจพิสูจน์ที่ต้องใช้หลากหลายเทคนิคในการตรวจยืนยัน แต่อย่างไรก็ตามพยานหลักฐานประเภทเส้นใย มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในคดีที่ไม่สามารถใช้พยานหลักฐานประเภทสารพันธุกรรม และลายนิ้วมือได้ โดยเส้นใยสามารถนำมาใช้เชื่อมโยงความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ระหว่างคนร้ายกับเหยื่อ และกับสถานที่เกิดเหตุได้ เป็นข้อมูลที่ใช้สนับสนุนการสืบสวนสอบสวน และใช้ประกอบการพิจารณาคดีในชั้นศาลได้

เอกสารอ้างอิง

1. J. Robertson, C. Roux, and K. G. Wiggins, *Forensic Examination of Fibres*, 3rd ed. Taylor & Francis, 2017.
2. <http://otop.dss.go.th/index.php/en/home/26-interesting-articles/259-natural-fibers>
3. <https://www.mcshop.com/blog/uncategorized/ผ้าใยสังเคราะห์คืออะไร/>
4. C. W. Hock, R. C. Ramsay, and M. Harris, "Microscopic Structure of the Cotton Fiber," *Text. Res. J.*, vol. 11, no. 4, pp. 200–217, 1941, doi: 10.1177/004051754101100403.
5. C. Hu, H. Mei, H. Guo, and J. Zhu, "Color analysis of textile fibers by microspectrophotometry," *Forensic Chem.*, vol. 18, no. 17, p. 100221, 2020, doi: 10.1016/j.forc.2020.100221.
6. M. C. Grieve, J. Dunlop, and P. Haddock, "An Assessment of the Value of Blue, Red, and Black Cotton Fibers as Target Fibers in Forensic Science Investigations," *J. Forensic Sci.*, vol. 33, no. 6, p. 12577J, 1988, doi: 10.1520/jfs12577j.
7. R. Palmer, W. Hutchinson, and V. Fryer, "The discrimination of (non-denim) blue cotton," *Sci. Justice*, vol. 49, no. 1, pp. 12–18, 2009, doi: 10.1016/j.scijus.2008.07.001.
8. J. Manheim, "Differentiation of Human, Animal and Synthetic Hair by ATR FTIR Spectroscopy," 2015.