



การตรวจสอบคราบโลหิตของมนุษย์บนผ้าที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยผสมด้วยวิธีบลูสตาร์

Detection of Human Bloodstains on Natural, Synthetic and Mixed Fabrics by The BlueStar Method

อรอนงค์ ปันทา กัลยาณี มั่นเกษวิทย์ ณัฐกมล ชโยทัย และ พีรพงศ์ บุญฤกษ์
โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Ornanong Panta, Kanlayanee Mongesvit, Natgamon Chayothai, and Pheeraphong Bunroek
Wat Phrasimahadhat Secondary Demonstration School, College of Teacher Education,
Phranakhorn Rajabhat University

Received July 7, 2021 | Revised January 2, 2022 | Accepted April 22, 2022

บทความวิจัย (Research Article)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบการตรวจสอบคราบโลหิตในสภาพอากาศที่ต่างกันด้วยวิธีบลูสตาร์ 2) เพื่อเปรียบเทียบการตรวจสอบคราบโลหิตบนเสื้อผ้าต่างชนิด ได้แก่ เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์และเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ด้วยวิธีบลูสตาร์ และ 3) เพื่อศึกษาความไวของการตรวจสอบคราบโลหิตที่ถูกทิ้งไว้ในระยะเวลาต่างกันด้วยวิธีบลูสตาร์ โดยทำการทดลองด้วยการนำโลหิตมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:100, 1:1,000, 1:10,000 และ 1:100,000 โดยปริมาตร จากนั้นนำมาหยดลงบนตัวอย่างชิ้นงานแบ่งเป็น 2 ชุด เก็บไว้ในสภาพอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย อุณหภูมิเฉลี่ย 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97 และเก็บไว้ในสภาพอากาศหนาว จำลองอากาศที่อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 1.25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 53.56 ± 5.78 และทำการตรวจสอบคราบโลหิตที่ระยะเวลา 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ ตามลำดับ ด้วยวิธีบลูสตาร์ ผลการทดลองพบว่า ในสภาพอากาศหนาวสามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางได้มากกว่าในสภาพอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย โดยเสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์สามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:10,000 โดยปริมาตร เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติและเสื้อผ้าจากเส้นใยผสมสามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:1,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ และในสภาพอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย ที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส พบว่าเสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์สามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:1,000 โดยปริมาตร ในระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ 1 และ 3 สัปดาห์ เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติและเสื้อผ้าจากเส้นใยผสมสามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิ, ชนิดของเส้นใย และความเข้มข้นของโลหิตที่หยดลงบนตัวอย่างชิ้นงาน ล้วนมีผลต่อการตรวจคราบโลหิตด้วยวิธีบลูสตาร์ ทั้งสิ้น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

คำสำคัญ: คราบโลหิตมนุษย์, วิธีบลูสตาร์, เส้นใย

Abstract

The objectives of this research are 1) to compare bloodstains detection in different weather conditions, 2) to compare bloodstains detection on different types of clothing as follows: natural fiber fabrics, synthetic fabrics, and mixed fabrics, and 3) to study the sensitivity of bloodstains detection at different periods using the BlueStar method. According to the experiment, blood was diluted with distilled water in ratios of 1:100, 1:1,000, 1:10,000, and 1:100,000 by volume. The blood solution was then dropped on two sets of specimens. After that, the specimens were separately stored in two weather conditions. The first one was kept in Thailand's tropical weather at 30.14 ± 1.78 °C ($73.75 \pm 6.97\%$ R.H.) and the other was kept in cold weather with 7.58 ± 1.25 °C ($53.56 \pm 5.78\%$ R.H.). The bloodstains were examined after 1, 3, 5, 7, and 9 weeks respectively by using the BlueStar method. The results revealed that diluted bloodstains could be better detected in cold weather than in Thailand's tropical weather. The most diluted bloodstains on the synthetic fabrics were detected at a ratio of 1:10,000 by volume while the most diluted bloodstains on the natural and mixed fabrics were detected at a ratio of 1:1,000 by volume at any period. In Thailand's tropical weather in which the temperature is not over than 40 °C, the most diluted bloodstains on the synthetic fabrics were detected at a ratio of 1:1,000 by volume at one and three weeks after being stored. Meanwhile, the most diluted bloodstains on the mixed fabrics were detected at ratio of 1:100 by volume at any period. Therefore, this research showed that the temperature, types of fabrics, and the concentration of blood solutions had an impact on the BlueStar blood analysis which could be beneficial to forensic examination.

Keywords: Human Bloodstains, BlueStar, Fabrics

บทนำ

จากปัญหาอาชญากรรมในประเทศไทยที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลอาชญากรรมของกองบัญชาการตำรวจนครบาล สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และองค์กรที่มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ สามารถประมวลสาเหตุของการก่ออาชญากรรมได้ดังนี้ ปัญหาการว่างงาน การติดสิ่งเสพติด การเปลี่ยนแปลงทางสังคม ความเสื่อมทางศีลธรรม และค่านิยมที่ผิด ตัวอย่างเช่น การเป็นนักเลง สร้างกลุ่มอิทธิพลอำนาจ สภาพครอบครัว สภาวะเศรษฐกิจฝืดเคือง และสาเหตุจากความบกพร่องทางจิต สาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นนี้ล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุในการก่ออาชญากรรมทั้งสิ้น สถิติคดีอาญาจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศกลาง สำนักงานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ฐานความผิดเกี่ยวกับชีวิต ร่างกาย และเพศ (ภาพรวม) ในสังกัดหน่วยงานทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2562 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2562 รับแจ้งจำนวนทั้งหมด 18,130 ราย แบ่งเป็น คดีฆ่าผู้อื่น (คดีอุกฉกรรจ์) 1,370 ราย คดีทำร้ายผู้อื่นถึงแก่



ความตาย 429 ราย คดีพยายามฆ่า 2,086 ราย คดีทำร้ายร่างกาย 10,283 ราย คดีข่มขืนกระทำชำเรา 1,965 รายและคดีอื่น ๆ 1,997 ราย (Royal Thai Police, 2020) ซึ่งในคดีอาชญากรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามสถานที่ที่มีการก่อคดีเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นคดีข่มขืน ฆาตกรรม หรือทำร้ายร่างกาย คนร้ายมักทั้ง ร่องรอยและวัตถุพยานต่าง ๆ เอาไว้ ซึ่งร่องรอยและวัตถุพยานสำคัญอย่างหนึ่งที่พบได้ในที่เกิดเหตุ คือ วัตถุพยานทางชีวภาพ เช่น คราบน้ำลาย คราบน้ำอสุจิ คราบโลหิต หรือแม้กระทั่งเส้นผมหรือเส้นขน (Purimano, 2012)

ในจำนวนของเหลวจากร่างกายทั้งหมด โลหิตเป็นชีววัตถุพยานที่สำคัญที่สุดในการนำไปใช้ตรวจหาหมู่โลหิตและดีเอ็นเอ เพื่อบ่งบอกว่าเป็นโลหิตของผู้ใด และยังสามารถใช้เป็นหลักฐานในการเชื่อมโยงผู้เสียหาย ผู้ต้องสงสัย และสถานที่เกิดเหตุเข้าไว้ในเหตุการณ์เดียวกัน โดยอาศัยลักษณะของคราบโลหิตที่ปรากฏในที่เกิดเหตุ เช่น ปริมาณโลหิต ขอบเขตการกระจายของโลหิต รอยป้าย รอยลาก เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะรูปร่างของหยดโลหิต ยังสามารถบ่งบอกถึงระยะและทิศทางของโลหิตที่มาตกกระทบพื้นผิวได้ ข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณาถึงพฤติการณ์ของคดีที่เกิดขึ้น (Pansri, 2006) และเมื่อเวลาผ่านไป คราบโลหิตจะแห้งและมักมีสีน้ำตาลแดง ผิวมัน และอาจเลือนหายไปได้เมื่อถูกแสงแดด ความร้อน หรือถูกชะล้าง ซึ่งคราบโลหิตที่แห้งมาก ๆ ก็อาจมีสีเปลี่ยนเป็นเขียวหรือฟ้าก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุที่คราบโลหิตนั้นติดอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เสื้อผ้าของผู้ต้องหา หรือผู้ต้องสงสัยเป็นวัตถุชนิดหนึ่งที่มีโอกาสพบโลหิตของผู้เสียชีวิตได้โดยง่ายซึ่งปัจจุบันบุคคลทั่วไปจะสวมใส่เสื้อผ้าในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่ผลิตมาจากเส้นใยที่นำมาทอเป็นผืนผ้าได้เป็น 3 ประเภทดังนี้ เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์และเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม เมื่อคนร้ายสวมใส่เสื้อผ้าระหว่างกระทำความผิดอาจจะทำให้คราบโลหิตติดอยู่บนเส้นใยของเสื้อผ้าที่มีลักษณะแตกต่างกัน จากการศึกษาข้อมูลพบว่า การตรวจพิสูจน์คราบโลหิตในสถานที่เกิดเหตุที่น่าเชื่อถือวิธีหนึ่ง คือ วิธีบลูสตาร์ (BlueStar) เป็นวิธีที่มีประโยชน์สำหรับสถานที่เกิดเหตุซึ่งเป็นที่มืดหรือพื้นผิวที่ถูกล้างคราบโลหิตออกเพื่ออำพรางคดีและพื้นผิวที่กลมกลืนกับพื้นผิววัตถุที่พบในที่เกิดเหตุ (Somburut & Saksiri, 2019) สารบลูสตาร์ (BlueStar) เป็นสารที่ถูกพัฒนาจากลูมินอล (Luminol) ในปี ค.ศ. 2000 โดย Dr. Loic Blum เป็นสารที่มีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนในการเตรียมสารน้อย และสะดวกต่อการใช้ในสถานที่เกิดเหตุ (Kornthong et.al., 2015)

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าการตรวจคราบโลหิตจากเสื้อผ้าสามารถทำได้และเป็นข้อมูลที่สามารถพิสูจน์หลักฐานทางที่เกิดเหตุได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะตรวจคราบโลหิตบนเสื้อผ้าชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์และเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ด้วยวิธีบลูสตาร์ ซึ่งเป็นวิธีที่มีประโยชน์สำหรับสถานที่เกิดเหตุที่เป็นที่มืดหรือพื้นผิวที่ถูกล้างคราบโลหิตออกเพื่ออำพรางคดี และพื้นผิวที่กลมกลืนกับพื้นผิววัตถุที่พบในที่เกิดเหตุ ซึ่งวิธีดังกล่าวมีวิธีการเตรียมที่ง่าย สะดวก และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานโดยศึกษาในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาหาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการปรากฏของคราบโลหิต ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์ในการสืบหาผู้กระทำความผิดได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

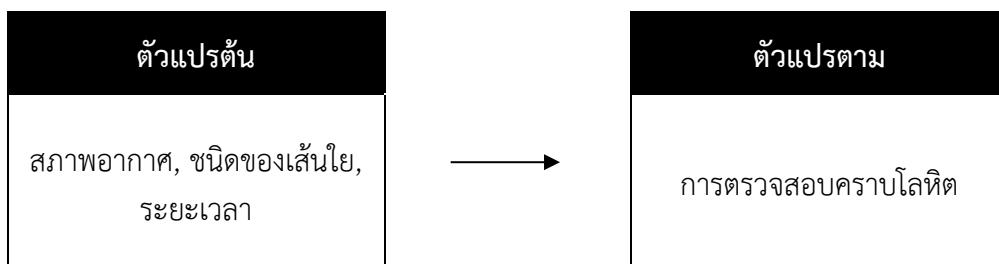
วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเปรียบเทียบการตรวจสอบคราบโลหิตในสภาพอากาศที่ต่างกันด้วยวิธีบลูสตาร์

- 2) เพื่อเปรียบเทียบการตรวจสอบคราบโลหิตบนเสื้อผ้าต่างชนิด ได้แก่ เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์และเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ด้วยวิธีบลูสตาร์
- 3) เพื่อศึกษาความไวของการตรวจสอบคราบโลหิตที่ถูกทิ้งไว้ในระยะเวลาต่างกันด้วยวิธีบลูสตาร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาการตรวจคราบโลหิต โดยวิธีบลูสตาร์ โดยศึกษาด้วยผ้าจากเส้นใย 3 ชนิด ได้แก่ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยผสม และศึกษาในสภาพอากาศร้อนชื้นและอากาศเย็น ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ตามแนวทางงานวิจัยของเสาวรส ปุริมโน (Purimano, 2012)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการพิสูจน์หลักฐานและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ในคดีให้ได้ผลที่ถูกต้องแท้จริงตามหลักวิทยาศาสตร์ ต้องมีการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ เพื่อประกอบการพิจารณาคดี การบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษในคดีอาญาตามกระบวนการยุติธรรมได้อย่างถูกต้องคือ กระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบที่เกิดเหตุ (Crime Scene Investigation) การตรวจเอกสาร (Document) เช่น ตรวจลายเซ็น ลายมือเขียน การตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า (Fingerprint, Palmprint, Footprint) การตรวจอาวุธปืนและกระสุนปืน (Forensic Ballistics) การตรวจทางเคมี (Forensic Chemistry) เช่น ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารต่าง ๆ การตรวจทางฟิสิกส์ (Forensic Physics) เช่น ตรวจร่องรอยการฉีกฉีกขาด การตรวจทางชีววิทยา (Biological Trace Evidence) เช่น ตรวจเส้นผม โลหิต อสุจิ และการตรวจทางนิติเวช (Forensic Medicine) ได้แก่ งานนิติพยาธิ งานนิติวิทยา งานชีวเคมี งานพิสูจน์บุคคล งานภาพการแพทย์ (Bara Scientific Co., Ltd., 2551) สำหรับการตรวจทางชีววิทยาที่สำคัญชนิดหนึ่งคือการตรวจสอบคราบโลหิตในที่เกิดเหตุหรือบนวัตถุพยาน โดยสามารถใช้สารบลูสตาร์ (BlueStar) ได้รับการพัฒนามาจากลูมินอล (Luminol) โดย Dr.Loic Blum เมื่อปี ค.ศ. 2000 ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเม็ดเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน โดยมีหลักการคือ เหล็ก (Fe^{2+}) จะปฏิกิริยาสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จากนั้นเหล็ก (Fe^{2+}) จะกระตุ้นเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและปล่อยพลังงานออกมาในรูปแสงสีฟ้า ทำให้เห็นว่ามีสารเรืองแสงสีฟ้าเมื่อมีคราบโลหิตอยู่บนวัสดุที่นำมาทดสอบ เมื่อนำบลูสตาร์ (BlueStar) มาทดสอบคราบโลหิตพบว่ามีคุณสมบัติดีกว่าลูมินอล (Luminol) โดยบลูสตาร์ (BlueStar) เมื่อทำปฏิกิริยากับโลหิตทำให้เกิด



การเรืองแสงที่สว่างและนานกว่าลูมินอล (Luminol) และสามารถสังเกตเห็นการเรืองแสงได้แม้ในที่ไม่มีดิสทิง (Purimano, 2012)

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบคราบโลหิตนั้นมีการศึกษาจากบริเวณที่หลากหลายเพื่อจำลองพฤติการณ์ของคราบที่ก่อเหตุในพื้นที่ต่าง ๆ และเปรียบเทียบวิธีการทดสอบคราบโลหิตเจือจางที่มีความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ 1:100,000,000 โดยปริมาตร ด้วยวิธีต่าง ๆ สำหรับบนพื้นผิวที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุนทดสอบด้วยวิธีฟีนอล์ฟทาไลน์ เตตระเมทิลเบนซิไดน์ ลูมินอล และบลูสตาร์ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 2 4 6 และ 8 สัปดาห์ตามลำดับพบว่า วิธีฟีนอล์ฟทาไลน์และวิธีเตตระเมทิลเบนซิไดน์ สามารถตรวจคราบโลหิตที่เจือจางได้ที่มีความเข้มข้นต่ำที่สุดบนพื้นผิวที่มีรูพรุน คือ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว (80 แกรม) กระดาษร้อยปอนด์ ของจดหมาย ผ้าป่านมัสลิน ผ้าฝ้าย และพรม สำหรับพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนนั้น พบว่าวิธีเตตระเมทิลเบนซิไดน์ ตรวจคราบโลหิตที่เจือจางได้มากกว่าวิธีฟีนอล์ฟทาไลน์ บนพื้นผิวกระเบื้อง กระฉก และไม้อัด ซึ่งวิธีบลูสตาร์สามารถตรวจคราบโลหิตที่เจือจางได้มากกว่าวิธีลูมินอลในทุกพื้นผิว และให้ผลจากการตรวจสอบคราบโลหิตเช่นเดียวกันบนพื้นผิวผ้าป่านมัสลิน ไม้อัด พรม และกระดาษร้อยปอนด์ จึงสามารถนำวิธีบลูสตาร์มาใช้ในการทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Purimano, 2012) และยังพบว่าบลูสตาร์ สามารถตรวจคราบโลหิตของมนุษย์และกระต่ายที่เจือจางในอัตราส่วน 1:10,000 โดยปริมาตร ได้ดีบนพื้นผิวไม้สัก ส่วนพื้นผิวกระฉกและแผ่นโฟมพลาสติก Luminol และบลูสตาร์ ให้ประสิทธิภาพการตรวจที่เท่ากันแต่บลูสตาร์ ให้ผลความเข้มของสีในที่มีดที่สว่างกว่า (Kornthong et.al., 2015) สำหรับพื้นผิวของวัสดุที่ใช้ทำพื้นรองเท้าซึ่งเป็นบริเวณที่สามารถสัมผัสกับคราบโลหิตที่เกิดเหตุได้ง่าย เมื่อทดสอบด้วยวิธีฟีนอล์ฟทาไลน์ ลูมินอล และฟลูออเรสซิน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องไว้นาน 8 สัปดาห์ พบว่า คราบโลหิตที่หยดลงบนพื้นรองเท้าที่ทำจากเอทิลีนไวนิลอะซิเตด ยางธรรมชาติ และใบก้นสามารถตรวจพบได้โดยวิธีลูมินอล แต่พื้นผิวที่ทำจากไม้ไม่สามารถใช้ในการตรวจด้วยวิธีฟลูออเรสซินได้ ซึ่งถ้าหากว่าเลือกวิธีที่เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ทำพื้นรองเท้าจะสามารถพบคราบโลหิตเก่าได้ (Yimnoon, 2016)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาการตรวจคราบโลหิต โดยวิธีบลูสตาร์ ซึ่งศึกษาด้วยผ้าจากเส้นใย 3 ชนิดและในสภาพอากาศร้อนชื้นและอากาศเย็น โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

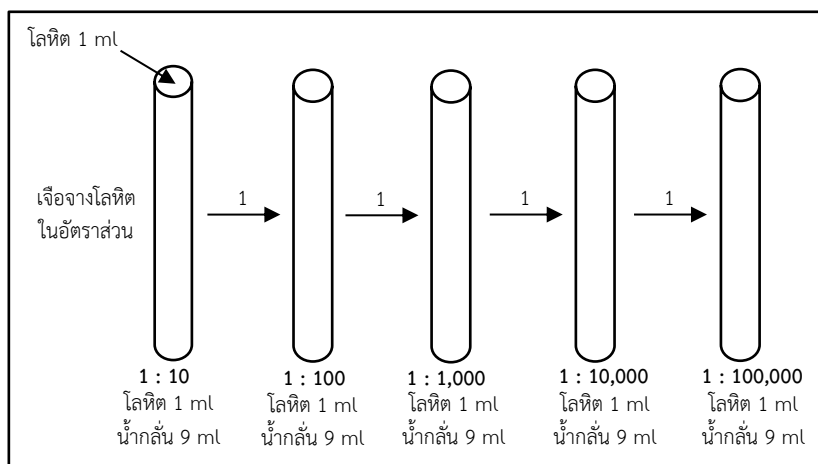
1) การเตรียมผ้าที่ใช้ในการวิจัย

ผ้าที่ใช้ในการทดสอบในงานวิจัยนี้มี 3 ชนิด ได้แก่ ผ้าเส้นใยธรรมชาติโดยใช้ผ้าสาหลู ผ้าเส้นใยสังเคราะห์โดยใช้ผ้าพอลิเอสเตอร์และผ้าเส้นใยผสมโดยใช้พอลิเอสเตอร์ 65% ผสมคอตตอน 35% ตัดตัวอย่างผ้าขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร และยาว 2 เซนติเมตร

2) การเตรียมตัวอย่างโลหิตมนุษย์

(1) เก็บตัวอย่างโลหิตของมนุษย์จากผู้ทำวิจัยครั้งละ 5 มิลลิลิตร บรรจุในหลอดเคลือบด้วยสาร EDTA (Ethylene diamine tetra-acetic acid) ที่มีคุณสมบัติจับกับแคลเซียม (Ca) เพื่อยับยั้งการแข็งตัวของโลหิต เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดจะคงสภาพในสาร EDTA ได้ 24 ชั่วโมง

(2) นำโลหิตมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:100 1:1,000 1:10,000 และ 1:100,000 โดยปริมาตร โดยมีวิธีการเตรียมดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วิธีการเจือจางโลหิตในอัตราส่วนต่าง ๆ ด้วยน้ำกลั่น

3) การเตรียมชิ้นงานสำหรับทดสอบ

หยดโลหิตความเข้มข้นต่าง ๆ ลงบนผ้าทั้ง 3 ชนิด นำตัวอย่างชิ้นงานมาตั้งไว้ให้แห้งแล้วบรรจุเก็บในกล่องสำหรับนำมาทดสอบการเรืองแสงด้วยวิธีบลูสตาร์ โดยศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาเป็น 5 ระยะ ได้แก่ 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ โดยเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 สภาวะ ดังนี้

3.1 อากาศร้อนชื้นในประเทศไทย

ผู้วิจัยนำกล่องบรรจุตัวอย่างผ้าทั้ง 3 ชนิด ชุดที่ 1 มาเก็บในสภาพอากาศที่อุณหภูมิห้อง สถานที่ทำปฏิบัติการคือโรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์และไฮโกรมิเตอร์ วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทุกวันและค่าหาเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บได้อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97

3.2 การจำลองสภาพอากาศเย็นในประเทศที่มีสภาพอากาศหนาว

ผู้วิจัยนำกล่องบรรจุตัวอย่างผ้าทั้ง 3 ชนิด ชุดที่ 2 มาเก็บในสภาพอากาศเย็นโดยทำการจำลองสภาพอากาศเย็นในประเทศที่มีสภาพอากาศหนาวโดยใช้ตู้เย็น ผู้วิจัยติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์และไฮโกรมิเตอร์ วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เย็นทุกวันและค่าหาเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บได้อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 1.25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 53.56 ± 5.78

4) การทดสอบคราบโลหิตด้วยวิธีบลูสตาร์

เตรียมสารละลายบลูสตาร์ โดยนำบลูสตาร์อัดเม็ดจำนวน 1 ซอง ละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 125 มิลลิลิตร คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันและนำมาใช้งานทันที โดยพ่นเป็นละอองลงบนผ้าตัวอย่างที่หยดโลหิตและเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างกันและระยะเวลาต่าง ๆ ถ่ายภาพในที่มืดเพื่อให้สังเกตผลการเรืองแสงที่ชัดเจนและบันทึกผลการทดลอง

5) การวิเคราะห์ผลการตรวจคราบโลหิต

ในการวิเคราะห์ผลการตรวจคราบโลหิตบนเสื้อผ้าจากเส้นใยชนิดต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าที่จากวิธีบลูสตาร์ โดยกำหนดความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าไว้ 6 ระดับ (Yimnoon, 2016) ดังนี้



ความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าสูงที่สุด	แทนด้วย	+++++
ความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าสูง	แทนด้วย	++++
ความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าปานกลาง	แทนด้วย	+++
ความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าต่ำ	แทนด้วย	++
ความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้าต่ำที่สุด	แทนด้วย	+
ไม่ปรากฏความสว่างของการเรืองแสงสีฟ้า	แทนด้วย	-

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการตรวจสอบคราบโลหิตด้วยวิธีบลูสตาร์ ในสภาพอากาศที่ต่างกัน แบ่งเป็น 2 สภาวะ ได้แก่ เก็บไว้ในที่อากาศร้อนในประเทศไทย อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97 และเก็บไว้ในสภาพอากาศหนาว จำลองสภาพอากาศเมืองหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 1.25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 53.56 ± 5.78 เปรียบเทียบการตรวจสอบคราบโลหิตที่อยู่บนเสื้อผ้าจากเส้นใยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยผสม และเส้นใยสังเคราะห์ และศึกษาความไวของการตรวจสอบคราบโลหิตที่ถูกทิ้งไว้ในระยะเวลาต่างกันด้วยการตรวจสอบคราบโลหิตที่ระยะเวลา 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ ตามลำดับ ในการทดลองนำโลหิตมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:100, 1:1,000, 1:10,000 และ 1:100,000 โดยปริมาตร จากนั้นนำมาหยดลงบนตัวอย่างชิ้นงาน เมื่อทดสอบด้วยสารบลูสตาร์โดยการพ่นลงบนชิ้นงานตัวอย่างผ้าแต่ละชนิด บันทึกและถ่ายรูปผลการเรืองแสงของสารบลูสตาร์ ผลการศึกษาพบว่า เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์ที่เก็บไว้ในสภาพอากาศหนาวโดยจำลองสภาพอากาศเมืองหนาวได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้าของสารบลูสตาร์ เก็บไว้ในสภาพอากาศหนาว

ชนิดเส้นใยผ้า	ระยะเวลา	ความเข้มข้น			
		1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000
เส้นใยธรรมชาติ	1 สัปดาห์	+++	++	-	-
	3 สัปดาห์	+++	++	-	-
	5 สัปดาห์	+++	++	-	-
	7 สัปดาห์	+++	+	-	-
	9 สัปดาห์	+++	+	-	-
เส้นใยผสม	1 สัปดาห์	++++	++	-	-
	3 สัปดาห์	++++	++	-	-
	5 สัปดาห์	++++	++	-	-
	7 สัปดาห์	++++	++	-	-
	9 สัปดาห์	++++	++	-	-

ชนิดเส้นใยผ้า	ระยะเวลา	ความเข้มข้น			
		1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000
เส้นใยสังเคราะห์	1 สัปดาห์	+++++	++++	+	-
	3 สัปดาห์	+++++	++++	+	-
	5 สัปดาห์	+++++	++++	+	-
	7 สัปดาห์	+++++	+++	+	-
	9 สัปดาห์	+++++	++	+	-

เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์สามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:10,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่ได้มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ตั้งแต่ 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ โดยเสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์มีความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติและเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ขณะที่เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติและเสื้อผ้าจากเส้นใยผสมให้ผลที่แตกต่างกันออกไป โดยเสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาตินั้น ตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:1,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่ได้มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ตั้งแต่ 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ และมีความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้าน้อยที่สุด ส่วนเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:1,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่ได้มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ตั้งแต่ 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ และมีความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้าในระดับปานกลาง โดยสามารถศึกษาได้จากภาพดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเรืองแสงสีฟ้าของสารบลูสตาร์ เก็บไว้ในสภาพอากาศหนาว

ระยะเวลา	ความเข้มข้นของโลหิต											
	1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000	1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000	1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000
	เส้นใยธรรมชาติ				เส้นใยผสม				เส้นใยสังเคราะห์			
1 สัปดาห์												
3 สัปดาห์												
5 สัปดาห์												
7 สัปดาห์												
9 สัปดาห์												

จะเห็นว่าการเรืองแสงสีฟ้าของสารบลูสตาร์นั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้น ชนิดของเส้นใยและระยะเวลาในการเก็บรักษา แต่เป็นการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องทำให้ยังสามารถสังเกตเห็นการ



เรื่องแสงสีฟ้าได้ชัดเจนในความเข้มข้นของโลหิตที่สูง โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาผ้า ที่ได้มีการหยดโลหิตลงในสภาพอากาศร้อนขึ้นดังเช่นในประเทศไทย สำหรับกรณีของการตรวจสอบ คราบโลหิตบนชิ้นงานตัวอย่างที่เก็บในสภาพอากาศร้อนในประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97 นั้นได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้าของสารบลูสตาร์ เก็บไว้ในอากาศร้อนขึ้นในประเทศไทย

ชนิดเส้นใยผ้า	ระยะเวลา	ความเข้มข้น			
		1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000
เส้นใยธรรมชาติ	1 สัปดาห์	++	-	-	-
	3 สัปดาห์	++	-	-	-
	5 สัปดาห์	++	-	-	-
	7 สัปดาห์	++	-	-	-
	9 สัปดาห์	+	-	-	-
เส้นใยผสม	1 สัปดาห์	+++	-	-	-
	3 สัปดาห์	+++	-	-	-
	5 สัปดาห์	+++	-	-	-
	7 สัปดาห์	+++	-	-	-
	9 สัปดาห์	++	-	-	-
เส้นใยสังเคราะห์	1 สัปดาห์	+++	+	-	-
	3 สัปดาห์	+++	+	-	-
	5 สัปดาห์	+++	-	-	-
	7 สัปดาห์	++	-	-	-
	9 สัปดาห์	+	-	-	-

ผลการศึกษาพบว่า บนเสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์สามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:1,000 ในระยะเวลาที่หยดคราบโลหิตทิ้งไว้เพียง 1 และ 3 สัปดาห์เท่านั้นและมีความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติและเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ขณะที่เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติและเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม ให้ผลที่แตกต่างกันออกไป โดยเสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาตินั้น ตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่ได้มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ และมีความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้าน้อยที่สุด ส่วนเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม สามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางที่สุดได้ในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ และมีความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้าในระดับปานกลาง สามารถศึกษาได้จากภาพดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเรืองแสงสีฟ้าของสารบลูสตาร์ เก็บไว้ในอากาศร้อนชื้นในประเทศไทยที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	ความเข้มข้นของโลहित											
	1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000	1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000	1:100	1:1,000	1:10,000	1:100,000
	เส้นใยธรรมชาติ				เส้นใยผสม				เส้นใยสังเคราะห์			
1 สัปดาห์												
3 สัปดาห์												
5 สัปดาห์												
7 สัปดาห์												
9 สัปดาห์												

เมื่อศึกษาความไวของการตรวจสอบคราบโลहितที่ถูกทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ ด้วยการตรวจสอบโลहितบนเสื้อผ้าจากเส้นใยชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธีบลูสตาร์ ที่ระยะเวลา 1, 3, 5, 7 และ 9 สัปดาห์ตามลำดับ ในสภาพอากาศร้อนในประเทศไทย อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97 และในสภาพอากาศหนาว จำลองสภาพอากาศเมืองหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 1.25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 53.56 ± 5.78 พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปมากขึ้น การเรืองแสงของสารบลูสตาร์จะลดลง โดยสามารถสังเกตได้ชัดที่สุดในสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งในสภาพอากาศเย็นจะสามารถรักษาสภาพของโลहितไว้ได้ดีกว่า สามารถสังเกตการเรืองแสงได้ในระยะเวลามากกว่าอากาศร้อนที่ความเข้มข้น 1:1,000 จนถึงสัปดาห์ที่ 3 – 5 ในเส้นใยชนิดต่าง ๆ สำหรับการเปรียบเทียบอุณหภูมิพบว่าการตรวจสอบโลहितบนชิ้นงานตัวอย่างที่เก็บในสภาพอากาศหนาว จำลองสภาพอากาศเมืองหนาว สามารถตรวจพบโลहितที่เจอจางได้มากกว่าในสภาพอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย บนเสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ เสื้อผ้าจากเส้นใยผสม และเสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สภาพอากาศมีผลต่อการตรวจคราบโลहित โดยการตรวจคราบโลहितบนชิ้นงานตัวอย่างที่เก็บในสภาพอากาศหนาว จำลองสภาพอากาศเมืองหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 1.25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 53.56 ± 5.78 สามารถตรวจพบโลहितที่เจอจางได้มากกว่าในสภาพอากาศร้อนชื้นในประเทศไทยอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97 ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรืองแสงของ



สารบิลูสตาร์ ได้แก่ ความเข้มข้นของโลหิต ระยะเวลา และชนิดของเส้นใย โดยระยะหลังจากการหยดโลหิตลงบนชิ้นงานทดสอบ เมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การเรืองแสงลดลง ความเข้มข้นของโลหิตที่นำมาหยดลงบนชิ้นงานตัวอย่างแปรผันตรงกับการเรืองแสงของสารบิลูสตาร์ เมื่อพิจารณาชนิดของเส้นใยผ้า สามารถเปรียบเทียบการเรืองแสงที่ปรากฏหลังการทดสอบด้วยสารบิลูสตาร์ได้โดยเส้นใยสังเคราะห์สามารถสังเกตพบการเรืองแสงของสารบิลูสตาร์ได้ชัดเจนมากที่สุด ในลำดับถัดมาคือเส้นใยผสม และเส้นใยธรรมชาติ สามารถพบการเรืองแสงได้น้อยที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารบิลูสตาร์ในการตรวจสอบคราบโลหิตบนวัตถุ โดยการตรวจสอบคราบโลหิตด้วยวิธีบิลูสตาร์นั้นสามารถตรวจสอบคราบโลหิตที่เจือจางได้ดีกว่าใช้วิธีลูมินอลทั้งพื้นผิวที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุน เช่น ผ้าป่านมัสลิน ไม้อัด พรหมและกระดาษร้อยปอนด์ (Purimano, 2012) โดยจากข้อสรุปที่กล่าวมานั้นสามารถอภิปรายผลการศึกษาดังนี้

1) การตรวจสอบคราบโลหิตในสภาพอากาศที่ต่างกัน

สภาพอากาศมีผลต่อการตรวจคราบโลหิต โดยอุณหภูมิตำ่จำลองอากาศหนาวที่อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 7.58 ± 1.25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 53.56 ± 5.78 เปรียบเทียบกับสภาพอากาศร้อนชื้นในประเทศไทยอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.14 ± 1.78 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 ± 6.97 พบว่าคราบโลหิตที่อยู่ในอุณหภูมิตำ่สามารถพบการเรืองแสงได้มากกว่าอุณหภูมิสูง เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้โลหิตเสื่อมสภาพได้ง่ายกว่า ทำให้เหล็กไอออน (Fe^{2+}) ซึ่งจะกระตุ้นเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและปล่อยพลังงานออกมาในรูปแสงสีฟ้า ทำให้เห็นการเรืองแสงสีฟ้าเมื่อมีคราบโลหิตอยู่บนวัสดุที่นำมาทดสอบอาจเสื่อมได้ง่ายกว่าเพราะในการเก็บรักษาโลหิตนั้นควรเก็บในอุณหภูมิระหว่าง $+2$ ถึง $+6$ องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพของโลหิตให้คงสภาพในการนำมาทดสอบ (Charoonruangrit & Bhakbhumpong, 2008, p.235–241)

2) การตรวจสอบคราบโลหิตบนเสื้อผ้าต่างชนิด ได้แก่ เสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์และเสื้อผ้าจากเส้นใยผสม

เมื่อพิจารณาสภาพอากาศหนาวเปรียบเทียบชนิดของเส้นใยแล้วพบว่า เสื้อผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์มีการเรืองแสงสีฟ้ามากที่สุด โดยระดับความสว่างสูงสุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ที่ระดับสูงที่สุด (+++++) โดยจะพบในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่ศึกษา และระดับความสว่างต่ำสุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ในระดับที่ไม่ปรากฏความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้า (-) สามารถพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100,000 โดยปริมาตร และเสื้อผ้าจากเส้นใยผสมมีการเรืองแสงสีฟ้าน้อยกว่าเส้นใยสังเคราะห์ โดยระดับการเรืองแสงสีฟ้าสูงสุดที่สามารถพบได้อยู่ในระดับสูง (+++++) สามารถพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ และระดับความสว่างที่ต่ำที่สุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ในระดับที่ไม่ปรากฏความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้า (-) ซึ่งสามารถพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:10,000 โดยปริมาตร และ 1:100,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่ศึกษา และเสื้อผ้าจากเส้นใยธรรมชาติมีการเรืองแสงสีฟ้าน้อยที่สุด โดยระดับความสว่างที่สูงที่สุดที่สามารถตรวจพบได้นั้น อยู่ในระดับปานกลาง (++++) ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ และระดับความสว่างที่ต่ำที่สุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ที่ระดับที่ไม่ปรากฏความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้า (-) ซึ่งพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:10,000 โดยปริมาตร และ 1:100,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้

เมื่อพิจารณาในสภาพอากาศร้อนในประเทศไทยเปรียบเทียบกับชนิดของเส้นใยพบว่า เส้นผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์มีการเรืองแสงสีฟ้ามากที่สุด โดยระดับความสว่างสูงสุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ที่ระดับปานกลาง (+++) ซึ่งพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ 1, 3, และ 5 สัปดาห์ และระดับความสว่างที่ต่ำที่สุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ในระดับที่ไม่ปรากฏความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้า (-) ซึ่งพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:1,000 โดยปริมาตร ในระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ 5, 7 และ 9 สัปดาห์ และตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:10,000 โดยปริมาตร ในระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ เส้นผ้าจากเส้นใยผสมมีการเรืองแสงสีฟ้ารองลงมา โดยระดับการเรืองแสงสีฟ้าที่สูงที่สุดที่สามารถพบได้อยู่ในระดับปานกลาง (+++) ซึ่งพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในระยะเวลาที่มีการหยดโลหิตทิ้งไว้ 1, 3, 5 และ 7 สัปดาห์ และระดับความสว่างต่ำที่สุดที่สามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ในระดับที่ไม่ปรากฏความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้า (-) ซึ่งสามารถพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:1,000, 1:10,000 และ 1:100,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่หยดโลหิตทิ้งไว้ และเส้นผ้าจากเส้นใยธรรมชาติมีการเรืองแสงสีฟ้าน้อยที่สุด โดยระดับความสว่างสูงสุดที่สามารถตรวจพบได้นั้น อยู่ในระดับต่ำ (++) ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่หยดโลหิตทิ้งไว้ และระดับความสว่างที่ต่ำที่สุดที่มีสามารถตรวจพบได้นั้นอยู่ที่ระดับที่ไม่ปรากฏความสว่างในการเรืองแสงสีฟ้า (-) ซึ่งพบได้ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วน 1:1,000, 1:10,000 และ 1:100,000 โดยปริมาตร ในทุกระยะเวลาที่หยดโลหิตทิ้งไว้

ทำให้ทราบว่าเมื่อเกิดเหตุร้ายที่ต้องตรวจสอบคราบโลหิตบนเสื้อผ้าของผู้ต้องสงสัยนั้นสามารถที่จะตรวจสอบได้บนเสื้อผ้าที่ผลิตจากเส้นใยทั้ง 3 ชนิด โดยสมบัติการดูดซับที่แตกต่างกัน คือ เส้นใยธรรมชาติมีการดูดซับน้ำและโลหิตได้ดี (Praharn, 2002, p.30-34) จึงซึมลงไปภายในเส้นใยมากกว่าทำให้ติดอยู่บนพื้นผิวน้อยกว่าเส้นใยสังเคราะห์ ดังนั้น เมื่อทดสอบด้วยการพ่นสารบลูสตาร์ลงบนพื้นผิวจึงทำให้พบการเรืองแสงบนผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์มากกว่าเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยผสม

3) ความไวของการตรวจสอบคราบโลหิตที่ถูกทิ้งไว้ในระยะเวลาต่างกัน

คราบโลหิตบนวัตถุที่เก็บไว้ในระยะเวลามากกว่านั้นทำให้การเรืองแสงของสารบลูสตาร์ลดลง ซึ่งสามารถสังเกตพบการเรืองแสงของสารบลูสตาร์ในระยะแรกชัดเจนมากที่สุด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอีโมโกลบินที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงทำให้การเรืองแสงนั้นลดลง โดยได้มีการศึกษาการประมาณอายุของคราบโลหิตจากการเปลี่ยนแปลงของอีโมโกลบินโดยใช้เครื่อง UV-Visible Spectrometer ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันจากพื้นที่ผิวที่แตกต่างกัน โดยหยดโลหิตลงบนกระຈก กระดาษ 80 แกรม ผ้า Cotton 100% และไม้อัด โดยศึกษาช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง พบว่าค่าการดูดกลืนแสงของคราบโลหิตบนพื้นที่ผิว กระຈก กระดาษ 80 แกรม ผ้า Cotton 100% และไม้อัด ที่ระยะเวลาดังแต่ 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง นั้นมีค่าการดูดกลืนของแสงมากที่สุด นั่นคือคราบโลหิตยังเข้มข้นมากที่สุด (Ngamkam & Mahacharoen, 2018, p.215-229.)

ดังนั้นในการตรวจสอบคราบโลหิตด้วยวิธีบลูสตาร์นั้นสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบวัตถุพยานที่คาดว่ามึคราบโลหิตอยู่บนพื้นผิว เพราะสามารถพบการเรืองแสงได้บนพื้นผิวที่มีคราบโลหิตในความเข้มข้นต่ำและอุณหภูมิสูง แม้ระยะเวลาผ่านไปมากกว่า 3 สัปดาห์ ยังสังเกตเห็นการเรืองแสงของสาร



บลูสตาร์ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพิสูจน์หลักฐานและการสอบสวนในคดีความในประเทศเขตร้อนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรทำการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการตรวจคราบโลหิตด้วยวิธีอื่นเพิ่มเติมบนพื้นผิววัตถุที่หลากหลายชนิดขึ้น
- 2) ควรควบคุมความชื้นในขณะทำการศึกษา
- 3) ทำการศึกษาความเข้มข้นของโลหิตในอัตราส่วนอื่น ๆ และในระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Bara Scientific Co., Ltd. (2551). *Forensic Science*. Retrieved May 15, 2021. From <http://www.barascientific.com/article/Forensice/forensic.php>. (In Thai).
- Charoonruangrit, U. & Bhakbhumpong, T. (2008). Management of Blood Cold Chain Equipment. *Journal of Hematology and Transfusion Medicine*. 18 (3), 235 – 241. (In Thai).
- Kornthong, P., Preecharram, S. & Phutdhawong W., (2015). *Comparison of Bloodstain Detection Using Kastle-Meyer, Luminol and BlueStar® Methods on Porous and Non-porous Substrates*. Proceedings of the 5th STOU Graduate Research Conference, Thailand. (In Thai).
- Ngamkam, P. & Mahacharoen, T. (2018). Age Estimation of Bloodstain by Using UV-Visible Spectrometer. *Suan Dusit Graduate School Academic Journal*. 14(2), 215-229. (In Thai).
- Pansri, S. (2006). Identification of Bloodstains. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci*. 39(3), 25 – 28. (In Thai).
- Prahsarn, C. (2002). Technical textile. *The National Metal and Materials Technology Center (MTEC)*. 30 – 34. (In Thai).
- Purimano, S. (2012). *Detection of Blood strain by Phenolphthalein Test, Tetramethylbenzidine Test, Luminol Test, and Blue Star Test*. Master of Science Thesis Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai).
- Royal Thai Police. (2020). *Statistics on the base of criminal offenses (4 groups of cases) from across the country in 2020*. Retrieved December 31, 2020. From <http://pitc.police.go.th/dirlist/dirlist.php?dir=/crimes>. (In Thai).
- Somburut, W. & Saksiri, N. (2019). The Interactions among the Characteristics of Variables Involving Bloodstain Cleaning on Efficiency of Bloodstain Detection by Luminol and Bluestar Methods). *PBRU Science Journal*. 16(1), 55–68. (In Thai).



Yimnoon, J. (2016). *Detection of Humen Bloodstains on Various Types of Shoe Soles by The Methods of Phenolphthalein, Luminol, and Fluorescein*. Master of Science Thesis Silpakorn University, Nakhon Pathom. (In Thai).

ประวัติผู้เขียน

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล นางสาว อรอนงค์ ปันทา
ตำแหน่ง/สถานะ นักเรียน
ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ
วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ornanong.p06@gmail.com

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล นางสาว กัลยาณี มั่นเกษวิทย์
ตำแหน่ง/สถานะ นักเรียน
ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ
วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ime6550104@gmail.com

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล นางสาว ญัฐกมล ชโยทัย
ตำแหน่ง/สถานะ นักเรียน
ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ
วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ kaohom_mom@hotmail.com

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล อาจารย์ พีรพงศ์ บุญฤกษ์ *

ตำแหน่ง/สถานะ อาจารย์

ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ

วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ pheeraphong@pnru.ac.th

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (Corresponding Author)