



การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมี
เรืองแสง Bluestar และ Luminol จากคราบโลหิต
บนผ้าบนหนูด้ายเดี่ยวและด้ายคู่ที่ถูกทำความสะอาด
ด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง

A Comparative Study on Efficiency of
Bluestar and Luminol Chemiluminescent
Reagents in Bloodstain Detection on
Single-ply and Two-ply Fabrics Laundered
with Detergent.

รัตนากร พงษา*

Rattanakon Phongsa

วีรชัย พุทธวงศ์**

Weerachai Phutdhawong

■ บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอาชญากรรมที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก มีการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุจำนวนมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญต่อสภาพสังคมไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาอาชญากรรมที่เกี่ยวกับชีวิตและทรัพย์สิน อาทิ คดีทำร้ายร่างกาย คดีฆาตกรรม ปล้นหรือชิงทรัพย์ เป็นต้น ซึ่งต้องมีการนำวิธีการตรวจวิเคราะห์สถานที่เข้ามามีส่วนร่วมในการคลี่คลายคดีเนื่องจากสถานที่เกิดเหตุถือเป็นจุดเริ่มแรกของการกระทำความผิด จากสถิติคดีอาญา คดีความผิดเกี่ยวกับชีวิต ร่างกาย และเพศ โดยจากการศึกษาข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าในปี พ.ศ. 2554-2565 คดีความผิดเกี่ยวกับชีวิต ร่างกาย

* หลักสูตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Master of Science (Forensic Science) Program in Forensic Science, Kasetsart University

** ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายนวัตกรรมและกิจการเพื่อสังคม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Assistant Rector for Innovation and Social Enterprise, Kasetsart University

Received: 29 May 2024 Revised: 1 July 2024 Accepted: 12 July 2024

และเพศมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น และแต่ละคดีมีความซับซ้อนและมีการอำพรางคดีด้วยวิธีแปลกใหม่ จากคดีเหล่านี้ทำให้งานด้านนิติวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทในการสืบสวนสอบสวนเพื่อค้นหาผู้กระทำความผิด ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol ในการตรวจหาคราบโลหิตบนผ้าขนหนูด้วยเดี่ยวและด้ายคู่ที่ถูกซักล้างด้วยผงซักฟอกและน้ำยาล้างห้องน้ำ โดยการนำโลหิตหยดลงบนผ้าขนหนูด้วยเดี่ยวและด้ายคู่ทิ้งไว้ 2 นาที ก่อนทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกและน้ำยาล้างห้องน้ำ โดยทำความสะอาดผ้าขนหนูด้วยเดี่ยวและด้ายคู่ จำนวน 10 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งห่างกัน 1 วัน หลังจากทำความสะอาดครบ 10 ครั้ง นำผ้าขนหนูด้วยเดี่ยวและด้ายคู่มาทดสอบปฏิกิริยาการเรืองแสงด้วยสารเคมี Bluestar และ Luminol โดยใช้การถ่ายภาพในการบันทึกผลการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสงของสารเคมี Bluestar และ Luminol ผลการวิจัยพบว่า สารเคมี Bluestar สามารถตรวจพบคราบโลหิตบนผ้าขนหนูด้วยเดี่ยวและด้ายคู่ที่ถูกซักล้างด้วยผงซักฟอกและน้ำยาล้างห้องน้ำได้มากกว่า สารเคมี Luminol อีกทั้งสารเคมี Bluestar มีปฏิกิริยาการเรืองแสง มากกว่าสารเคมี Luminol

คำสำคัญ: คราบโลหิต, ผลิตภัณฑ์ซักล้าง, ผ้าขนหนูด้วยคู่, ผ้าขนหนูด้วยเดี่ยว, บลูสตาร์, ลูมินอล

■ Abstract

Currently, there are many crimes. A number of studies on crime scene investigations have been reported. This indicates a significant problem in Thai society, especially crimes involving life and property, such as assault cases, murder cases, robbery or robbery, etc. There must be a method for location analysis in case solving because the crime scene is considered the starting point of an offense. According to criminal statistics from the National Statistical Office, the rates of crime cases related to life, the body, and sex were found to increase from 2011-2022. Each case was complicated and became an unusual staged crime. In these cases, forensic science plays an important role in the investigation of offenders. Therefore, in this study, the effectiveness of the tested fluorescent chemicals, Bluestar and Luminol, for detecting blood stains on single-ply and two-ply towels washed with detergent was investigated. A drop of blood on single-ply and two-ply towels was prepared, and the samples were washed with washing powder and detergent after being left for 2 minutes before cleaning. The single-thread and double-thread towels were cleaned 10 times,

each time 1 day apart. After 10 washes, the single-ply and two-ply towels were tested for luminescence reactions with Bluestar and Luminol via photocoagulation. Images of the fluorescence reactions of the Bluestar and Luminol chemicals were then recorded. The results showed that the Bluestar can detect bloodstains on single- and two-ply towels that are washed with washing powder and detergent more than Luminol. Moreover, Bluestar exhibits greater luminescence than Luminol does.

Keywords: Bloodstains, Washing detergent, Single-ply towel, Two-ply towel, Bluestar, Luminol

■ บทนำ

ในปัจจุบันอาชญากรรมที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก มีการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสถานที่เกิดเหตุจำนวนมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญต่อสภาพสังคมไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาอาชญากรรมที่เกี่ยวกับชีวิตและทรัพย์สิน อาทิ คดีทำร้ายร่างกาย คดีฆ่าคนตาย ปล้นหรือการชิงทรัพย์ เป็นต้น ซึ่งต้องมีการนำวิธีการตรวจวิเคราะห์สถานที่เข้ามามีส่วนร่วมในการคลี่คลายคดีเนื่องจากสถานที่เกิดเหตุถือเป็นจุดเริ่มแรกของการกระทำความผิดทั้งหลาย รวมทั้งบริเวณที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการกระทำผิดนั้น ๆ ด้วย โดยมีวัตถุประสงค์ที่แสวงหาและรวบรวมพยานหลักฐานต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ในการติดตามตัวคนร้ายและพิสูจน์การกระทำความผิด ผู้ที่

ไปตรวจสถานที่เกิดเหตุ จำต้องตรวจสถานที่เกิดเหตุด้วยความละเอียดรอบคอบ เพื่อให้ทราบเบื้องต้นว่าผู้ใดเป็นผู้กระทำความผิด กระทำอย่างไร ด้วยวิธีการใด วันเวลาที่เกิดเหตุและมีวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการกระทำความผิดอย่างไร

การสืบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์เริ่มต้นจากการตรวจสถานที่เกิดเหตุ (crime scene investigation) หลังจากคนร้ายก่อเหตุและหลบหนีไปแล้ว และคนร้ายมักจะฉวยโอกาสลงมือก่อเหตุในช่วงที่ปลอดภัย ไม่มีใครเห็นเหตุการณ์ จึงไม่มีพยานบุคคลระบุยืนยันตัวคนร้ายได้ จำต้องอาศัยวิธีการสืบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์ มาช่วยในการสืบสวนหาตัวคนร้าย ในต่างประเทศการตรวจสถานที่เกิดเหตุและการจัดทำแผนประทุษกรรมในที่เกิดเหตุตลอดจนพฤติกรรมคนร้ายถือเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะพยานหลักฐานในที่เกิดเหตุตลอดจนพฤติกรรมของคนร้ายในแต่ละคดีที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บรวบรวมไว้ในหน่วยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็น CIA FBI หรือ สถานีตำรวจท้องที่ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของคดี และช่วยกันตรวจสอบเปรียบเทียบลักษณะคดี และพยานหลักฐานที่ได้ว่าตรงกับคดีใดของท้องที่ใดบ้าง เมื่อจับผู้ต้องสงสัยได้ก็จะส่งประวัติ กรู๊ปเลือด เส้นผม น้ำอสุจิ ไปตรวจพิสูจน์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์และเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญด้านนิติวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์มาวิเคราะห์ว่าผู้ต้องหาสงสัยน่าจะเป็นคนร้ายในคดีใดบ้างและเพื่อป้องกันตัวคนร้าย

ความสำคัญในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพิสูจน์หลักฐานเพื่อนำมาใช้

ในกระบวนการยุติธรรม เป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต ตั้งข้อสงสัย และพิสูจน์ โดยการใช้วัตถุพยานหรือสภาพแวดล้อมขณะเกิดเหตุเพื่อช่วยลำดับเหตุการณ์และระบุตัวผู้กระทำผิดเมื่อเกิดอาชญากรรมขึ้น การที่จะเอาตัวผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรมนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะจะต้องมีการรวบรวมพยานหลักฐานมายืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิดได้อย่างชัดเจน ดังนั้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว ได้มีการนำเอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาพัฒนาใช้ในการตรวจพิสูจน์หลักฐานให้ได้ผลที่ถูกต้องแท้จริงตามหลักวิทยาศาสตร์เพื่อติดตามเอาตัวผู้กระทำผิดมาลงโทษ จากประโยชน์ดังกล่าวข้างต้น จึงมีการนำเอานิติวิทยาศาสตร์มาใช้ในขอบเขตโดยทั่วไป ได้แก่ การตรวจสถานที่เกิดเหตุและการถ่ายรูป การตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า การตรวจเอกสาร การตรวจอาวุธปืน และกระสุนปืนของกลาง (Forensic Ballistics) การตรวจทางเคมี (Forensic Chemistry) เช่น ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารต่าง ๆ การตรวจทางฟิสิกส์ (Forensic Physics) เช่น ตรวจร่องรอยการเฉี่ยวชนรถ การตรวจทางชีววิทยา (Biological Trace Evidence) เช่น ตรวจเส้นผม เลือด อสุจิ และตรวจรหัสพันธุกรรม (DNA) เป็นต้น ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นสาขาใดก็ตามของนิติวิทยาศาสตร์นั้น ต่างมีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือการนำความรู้ทางวิชาการผนวกเข้ากับประสบการณ์และความชำนาญมาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ของกระบวนการยุติธรรมในกรณีที่เกี่ยวข้องระหว่างกฎหมายและวิทยาศาสตร์

■ วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol บนผ้าขนหนูด้ายเดี่ยวและด้ายคู่ในการทำความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง

■ สมมติฐานงานวิจัย

1. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพื้นผิวและวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพื้นผิวและจำนวนครั้งที่ทำความสะอาดมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีทำความสะอาดคราบโลหิตและจำนวนครั้งที่ทำความสะอาดคราบโลหิตมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

■ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบว่ปฏิกิริยาการของน้ำยาเคมีเรืองแสง Bluestar ระหว่างคราบโลหิตกับผ้าขนหนูแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน
2. ได้ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตรวจหาคราบโลหิตแฝงในผ้าขนหนูโดยใช้น้ำยาเคมีเรืองแสง Bluestar ในด้านวิชาการ

3. นำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานพิสูจน์หลักฐาน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ เป็นต้น โดยการนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ

4. เป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพในการตรวจหาคราบโลหิตแฝงโดยใช้น้ำยาเคมีเรืองแสง Blue star ในการตรวจสถานที่เกิดเหตุ

■ บอบเบตบานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol บนผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยวและด้ายคู่ในการทำ ความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง เพื่อใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol บนผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยวและด้ายคู่ในการทำ ความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง

■ บอบเบตบอบตัวแปรที่ต้อบการศึกา

1. ตัวแปรต้น

วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต จำนวนครั้งที่ทำความสะอาด และวิธีการตรวจหาคราบโลหิตโดยศึกษาลักษณะพื้นผิว ได้แก่ ลักษณะพื้นผิวของผ้าขนหนูทั้งหมด 2 ชนิด และเปรียบเทียบวิธีการตรวจหาคราบโลหิต ได้แก่ วิธี Luminol และ Bluestar

2. ตัวแปรตาม

การตรวจหาคราบโลหิตเพื่อตรวจหาระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยา และระยะเวลาของการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง

3. ตัวแปรควบคุม

อุณหภูมิห้องที่ใช้ในการทดลอง จำนวนหยดเลือดหรือปริมาณเลือดที่หยดลงพื้นผิว ความเข้มข้นของเลือดที่ใช้ในการทดลอง ขนาดของพื้นผิว ระยะเวลาที่ทิ้งคราบโลหิตให้แห้ง ก่อนทำความสะอาด ปริมาตรของเหลวที่ใช้ในการทำ ความสะอาดคราบโลหิต และแสงสว่าง

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol จากคราบโลหิตบนผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยวและด้ายคู่ที่ถูการทำ ความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง” เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง (Experimental Design) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. พื้นผิววัตถุ

ผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยว/ผ้าขนหนูด้วยคู่ โดยวัดขนาดของพื้นผิวทั้ง 2 ชนิดให้มีขนาด 10 x 10 ซม. โดย

1.1 ผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยว ขนาด 70 * 140 ความหนา 1 มิลลิเมตร ยี่ห้อ V Nano รุ่น nano สถานที่จำหน่าย ตลาดบางใหญ่สโมล์

1.2 ผ้าขนหนูด้วยคู่ ขนาด 40 * 70 ความหนา 3.5 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Saharoj รุ่น Terry Towel สถานที่จำหน่าย บริษัทสหโรจน์เท็กซ์ไทล์ (1991) จำกัด

2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

2.1 อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่

- 1) Beaker
- 2) หลอดทดลอง
- 3) กระบอกตวงสารขนาด 10 ml. และ 100 ml.
- 4) Pipette ขนาด 1 ml.
- 5) Dropper
- 6) ถังมือยาง
- 7) เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ

OHAUS รุ่น PR4202/E (PR)

- 8) กล้องถ่ายภาพ DSLR ยี่ห้อ Cannon รุ่น EOS 4000 D
- 9) ขาดังกล้อง
- 10) ขวดสเปรย์

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 1) Luminol
- 2) Sodium Carbonate
- 3) 3%Hydrogen Peroxide
- 4) Blue star
- 5) Distilled water

3. การเก็บตัวอย่างเลือด

เก็บตัวอย่างเลือดบริจาคของมนุษย์โดยมีสารกันเลือดแข็ง Ethylene Diamine Tetra acetic Acid (EDTA) บันทึกเวลาและวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C

4. การเตรียมสารเคมี

สำหรับชุดทดสอบคราบโลหิตเป็น Bluestar 1 กล่อง ภายในบรรจุ Bluestar อัดเม็ดจำนวน 4 ซอง ซองละ 2 เม็ด เตรียมสารโดยนำ Bluestar อัดเม็ดจำนวน 1 ซอง ละลายด้วยน้ำกลั่น

ปริมาตร 125 มิลลิลิตร ผสมให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารเคมี Bluestar ที่ต้องการ และควรใช้งานทันทีหรือภายใน 3 ชั่วโมง หลังจากที่มีการเตรียมสารเคมีเรียบร้อยแล้ว

5. ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเลือดของมนุษย์หยดลงบนพื้นผิวที่มีรูพรุน ได้แก่ ผ้าขนหนู 2 ชนิด โดยหยดให้มีปริมาตร 1 มิลลิลิตร และหยดให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน คือ บริเวณกลางพื้นผิว

2. หลังจากหยดเลือดลงบนพื้นผิวให้ทิ้งไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 2 นาที (ดัดแปลงมาจากวิธีการทดลองของ Valentina Brenzini & Rahul Path, 2021) ให้ทำความสะอาดพื้นผิวที่ถูกหยดเลือดด้วยวิธีการทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำ ผงซักฟอก และทำความสะอาดด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด โดยนำน้ำยาล้างห้องน้ำ ยี่ห้อ เปิดโปรสึมพู ผงซักฟอก ยี่ห้อ บริสเอกเซล และน้ำเปล่าที่เตรียมไว้ใส่ขวดสเปรย์ จำนวน 10 มิลลิลิตรโดยใช้อัตราส่วนในการผสม 1 : 10 ต่อการทำความสะอาด คราบโลหิตในแต่ละแผ่น โดยฉีดพ่นให้สม่ำเสมอบนพื้นผิว หลังจากนั้นใช้น้ำสะอาดจำนวน 10 ml. เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และนำไปตากให้แห้ง โดยพื้นผิวที่ถูกหยดด้วยคราบโลหิตจะถูกทำความสะอาดซ้ำจำนวน 10 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะห่างกัน 1 วัน (ดัดแปลงมาจากวิธีการทดลองของ Domala Sai Krishna & Samuel, 2017)

3. หลังจากทำความสะอาดพื้นผิวที่หยดคราบโลหิตโดยการฉีดพ่นให้สม่ำเสมอบนพื้นผิวปริมาตร 10 มิลลิลิตร ครบจำนวนทั้ง 10 ครั้งแล้ว ให้นำพื้นผิวดังกล่าวมาตรวจหาคราบโลหิตโดยใช้วิธี Luminol และ Bluestar โดยพื้นผิวทั้งหมดจะถูกวางไว้ในห้องมืด

และใช้สารละลาย Luminol และ Bluestar ที่ผสมไว้ฉีดพ่นให้สม่ำเสมอบนพื้นผิว เพื่อสังเกตการณ์ความไวในการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง ระยะเวลาในการเรืองแสงและความเข้มในการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง โดยใช้กล้องถ่ายภาพ DSLR canon โดยตั้งค่าความไวแสง (ISO) 2500 รูรับแสง (F) 4.0 Speed shutter 10 วินาที ระยะเวลาการถ่ายภาพ ตั้งกล้องถ่ายภาพโดยห่างจากวัตถุ 30 เซนติเมตร และให้บันทึกข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ระดับค่าสีความเข้มของการเกิดปฏิกิริยาการตรวจหาคราบโลหิต โดยนำเข้าภาพถ่ายที่ได้มาทำการตัดด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS 2020 Version v 21.2.4.323 ปี 2020 และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าสี RGB ในโปรแกรม MATLAB Version v9.9.0 ปี 2022

6.1 นำภาพที่บันทึกไฟล์ภาพแล้วมาคำนวณหาค่าสี RGB ในโปรแกรม MATLAB โดยการกรอกชื่อไฟล์ภาพ ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของชื่อไฟล์ได้ หลังจากนั้นจึงทำการกดปุ่ม RUN เพื่อเป็นการอ่านค่า RGB หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าสี RGB เมื่อโปรแกรม MATLAB อ่านค่าสี RGB เสร็จในแต่ละครั้งจะแสดงค่าสีขึ้นมา หลังจากนั้นใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งจะแยกเป็นตารางค่าสีแดง (R) สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) ตามลำดับ

6.2 หลังจากได้ค่าระดับค่าสีออกมาเป็นค่า RGB แล้วให้พิจารณาหาค่าเฉลี่ย RGB ซึ่งค่าเฉลี่ย RGB จะเป็นค่าแทนระดับสีในโหมด RGB ของภาพ ดังนี้

ค่า R (ภาพลำดับที่ n) นำ n ตำแหน่ง
รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย

ค่า G (ภาพลำดับที่ n) นำ n ตำแหน่ง
รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย

ค่า B (ภาพลำดับที่ n) นำ n ตำแหน่ง
รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย

■ ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol บนผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยและด้วยคูในการทำ ความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง โดยมีตัวแปรในการทดสอบ 4 ตัวแปร คือ

1. ลักษณะพื้นผิว
2. วิธีการตรวจหาคราบโลหิต
3. จำนวนวันที่ทำความสะอาด
4. วิธีการตรวจหาคราบโลหิตที่มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิต โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของตัวแปร ได้แก่ ลักษณะพื้นผิว วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต จำนวนครั้งที่ทำความสะอาด และวิธีการตรวจหาคราบโลหิต

4.2 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นผิว วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต จำนวนครั้งที่ทำความสะอาดคราบโลหิต วิธีการตรวจหาคราบโลหิตต่อการตรวจหาคราบโลหิต การทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร สามารถตั้งสมมติฐาน 3 ข้อ ดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระหว่างลักษณะของพื้นผิวและวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพื้นผิวและจำนวนครั้งที่ทำความสะอาด มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีทำความสะอาดคราบโลหิตและจำนวนครั้งที่ทำความสะอาดคราบโลหิต มีผลต่อการตรวจ

หาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพระหว่างวิธีการตรวจหาคราบโลหิตแบบ Luminol และ Bluestar มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดลอง

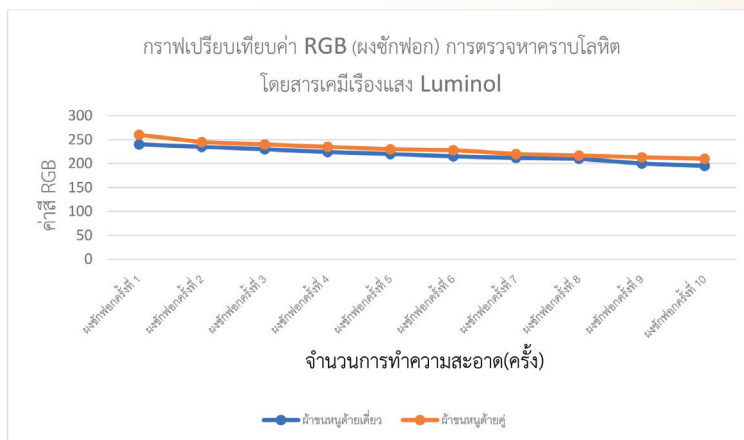
สารเคมีที่ใช้ ในการทดสอบ	วิธีการทำความสะอาด			
	ผงซักฟอก		น้ำยาล้างห้องน้ำ	
	ผ้าขนหนูด้วยเคียว (จำนวนครั้ง/จำนวนวัน)	ผ้าขนหนูด้วยคู่ (จำนวนครั้ง/จำนวนวัน)	ผ้าขนหนูด้วยเคียว (จำนวนครั้ง/จำนวนวัน)	ผ้าขนหนูด้วยคู่ (จำนวนครั้ง/จำนวนวัน)
Luminol	10/10	10/10	5/10	5/10
Bluestar	10/10	10/10	6/10	6/10

จากตาราง 10/10 หมายถึง การทำความสะอาดคราบโลหิตบนผ้าขนหนูด้วยเคียว/ด้วยคู่ โดยการทำความสะอาดจำนวน 10 ครั้ง และใช้ระยะเวลาในการทำความสะอาดทั้งหมด 10 วัน สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบสามารถตรวจหาคราบโลหิตได้ทั้งหมด, 6/10 หมายถึง การทำความสะอาดคราบโลหิตบนผ้าขนหนูด้วยเคียว/ด้วยคู่ โดยการทำความสะอาดจำนวน 10 ครั้ง และใช้ระยะเวลาในการทำความสะอาดทั้งหมด

10 วัน สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบสามารถตรวจหาคราบโลหิตได้เพียงครั้งที่ 6 เท่านั้น, 5/10 หมายถึง การทำความสะอาดคราบโลหิตบนผ้าขนหนูด้วยเคียว/ด้วยคู่ โดยการทำความสะอาดจำนวน 10 ครั้ง และใช้ระยะเวลาในการทำความสะอาดทั้งหมด 10 วัน สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบสามารถตรวจหาคราบโลหิตได้เพียงครั้งที่ 5 เท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย

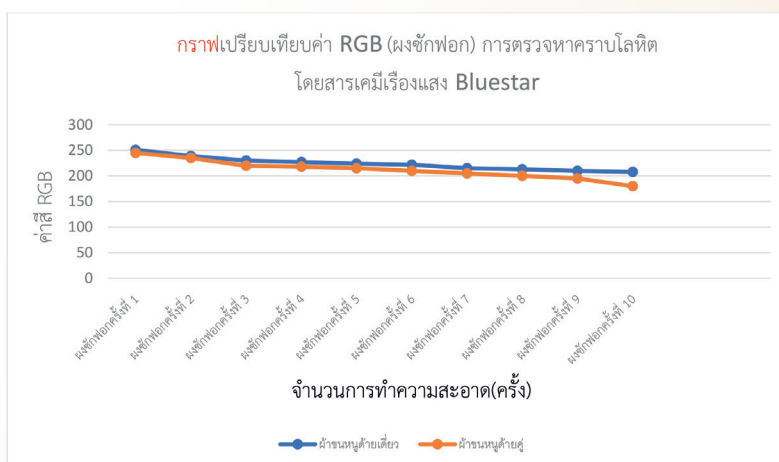
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต
โดยสารเคมีเรืองแสง Luminol (ผงซักฟอก)



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Luminol เมื่อจำแนกตามลักษณะพื้นผิวและวิธีการทำความสะอาด โดยจากกราฟพบว่าวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยผงซักฟอกบนผ้าขนหนูด้วยตัวเอง ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับ

ค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 240 น้อยที่สุด เท่ากับ 200 และพบว่าวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยผงซักฟอกบนผ้าขนหนูด้วยคู่ ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 242 น้อยที่สุด เท่ากับ 205 .

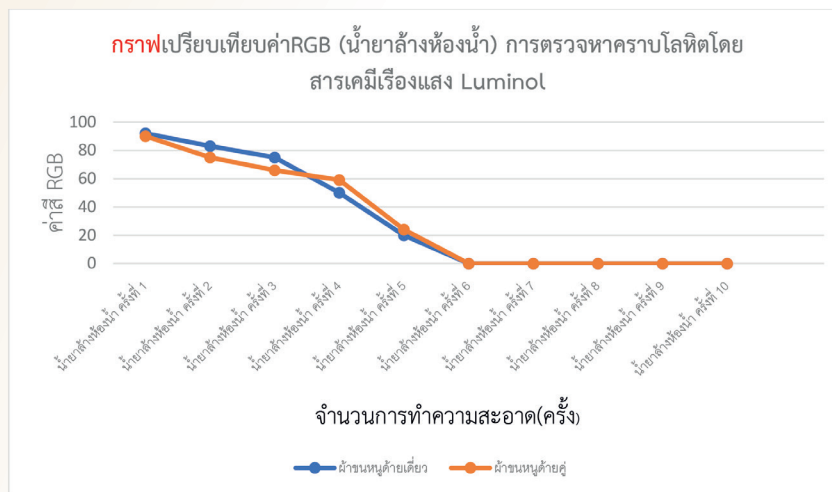
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต
โดยสารเคมีเรืองแสง Bluestar (ผงซักฟอก)



ภาพที่ 2 เป็นการแสดงค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยวิธี Bluestar เมื่อจำแนกตามลักษณะพื้นผิว และวิธีการทำความสะอาดโดยจากกราฟพบว่า วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยผงซักฟอกบนผ้าขนหนูด้วยเคียว ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับ

ค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 251 น้อยที่สุด เท่ากับ 208 และพบว่า วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยผงซักฟอกบนผ้าขนหนูด้วยเคียว ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 255 น้อยที่สุด เท่ากับ 203

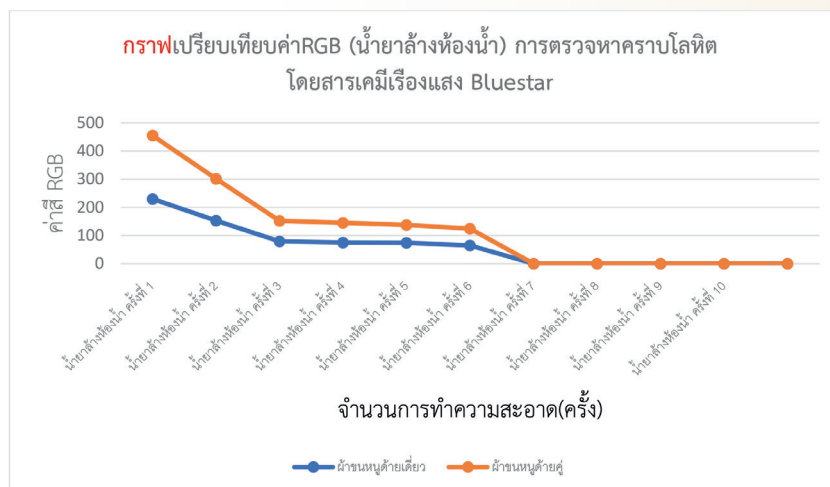
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต โดยสารเคมีเรืองแสง Luminol (น้ำยาล้างห้องน้ำ)



ภาพที่ 3 เป็นการแสดงค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยวิธี Luminol เมื่อจำแนกตามลักษณะพื้นผิว และวิธีการทำความสะอาดโดยจากกราฟพบว่า วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำบนผ้าขนหนูด้วยเคียว ทำให้ค่าเฉลี่ย

ของระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 92 น้อยที่สุด เท่ากับ 0 และพบว่า วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำบนผ้าขนหนูด้วยเคียว ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 90 น้อยที่สุด เท่ากับ 0

ภาพที่ 4 เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต
โดยสารเคมีเรืองแสง *Bluestar* (น้ำยาล้างห้องน้ำ)



ภาพที่ 4 เป็นการแสดงค่าเฉลี่ยระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยวิธี *Bluestar* เมื่อจำแนกตามลักษณะพื้นผิว และวิธีการทำความสะอาด โดยจากกราฟพบว่า วิธีทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำบนผ้าขนหนูดำเดี่ยว ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 230 น้อยที่สุด เท่ากับ 0 และ

พบว่า วิธีทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำบนผ้าขนหนูดำคู่ ทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีของปฏิกิริยาการเรืองแสงสูงมากที่สุดเท่ากับ 225 น้อยที่สุด เท่ากับ 0

การวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรประเภท ลักษณะพื้นผิว วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต จำนวนครั้งที่ทำความสะอาด วิธีการตรวจหาคราบโลหิต

ตัวแปรที่ 1 ประเภทลักษณะพื้นผิว

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการตรวจหาระดับค่าสีของปฏิกิริยา
เรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตจำแนกตามประเภทลักษณะพื้นผิว

ประเภทพื้นผิว	Luminol		Bluestar	
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D
ผ้าขนหนูดำเดี่ยว	220.41	3.02	223.91	6.33
ผ้าขนหนูดำคู่	223.90	2.73	220.52	8.47

ตารางที่ 2 เป็นตารางการตรวจหาระดับค่าสีของปฏิกิริยาเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตจำแนกตามประเภทพื้นผิว พบว่า ระดับค่าสีความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตในผ้าขนหนูดำคู่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

ในวิธีการตรวจหาคราบโลหิตชนิด Luminol เท่ากับ 223.9 และ 220.4 และพบว่า ผ้าขนหนูดำเดี่ยวมีระดับค่าสีความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสงมากที่สุด ในวิธีการตรวจหาคราบโลหิตชนิด Bluestar เท่ากับ 223.9 และ 220.5

ตัวแปรที่ 2 วิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการตรวจหาระดับค่าสีของปฏิกิริยา
เรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตจำแนกตามประเภทวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต

ประเภทพื้นผิว	Luminol		Bluestar	
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D
ผงซักฟอก	222.15	7.62	222.20	6.12
น้ำยาล้างห้องน้ำ	31.70	17.00	65.75	41.39

การตรวจหาระดับค่าสีของปฏิกิริยาเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามวิธีการทำความสะอาด พบว่า ระดับค่าสีความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตตามลักษณะวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต

ผงซักฟอก มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ทั้งวิธีการตรวจหาคราบโลหิตชนิด Luminol และวิธี Bluestar เท่ากับ 222.15 และ 222.2 รองลงมาคือน้ำยาล้างห้องน้ำ เท่ากับ 31.7 และ 65.75

ตัวแปรที่ 3 จำนวนครั้งที่ทำความสะอาด

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการตรวจหาระดับค่าสีของปฏิกิริยาเรืองแสง ในการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามประเภทจำนวนครั้งที่ทำความสะอาดคราบโลหิต

จำนวนครั้งที่ทำความสะอาด		ลักษณะพื้นผิว			
		ผ้าขนหนูด้ายเดี่ยว		ผ้าขนหนูด้ายคู่	
		Luminol	Bluestar	Luminol	Bluestar
วันที่ 1	$\bar{X}$	166.00	251.00	166.00	255.00
	S.D	24.61	6.03	25.33	6.05
วันที่ 2	$\bar{X}$	159.00	239.00	157.00	235.00
	S.D	25.33	5.03	24.30	5.10
วันที่ 3	$\bar{X}$	152.50	230.00	150.00	228
	S.D	26.00	2.42	23.00	2.22
วันที่ 4	$\bar{X}$	137.00	227.00	143.50	224.00
	S.D	29.00	1.36	25.00	1.30
วันที่ 5	$\bar{X}$	120.00	224.00	124.52	220.00
	S.D	33.30	0.36	38.11	0.34
วันที่ 6	$\bar{X}$	108.50	222.00	110.00	217.00
	S.D	36.16	15.20	38.21	14.20
วันที่ 7	$\bar{X}$	107.50	215.00	108.00	210.00
	S.D	35.83	62.04	36.22	58.21
วันที่ 8	$\bar{X}$	106.50	213.00	106.00	208.00
	S.D	35.49	34.79	35.31	30.20
วันที่ 9	$\bar{X}$	105.00	210.00	103.00	205.00
	S.D	35.00	47.20	34.32	40.21
วันที่ 10	$\bar{X}$	100.00	208.00	102.50	203.00
	S.D	33.00	48.00	34.12	46.31

แสดงผลระดับค่าสีของปฏิกิริยาเรืองแสง ในการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยสารเคมีเรืองแสง Bluestar จำแนกตามลักษณะของพื้นผิวและ จำนวนครั้งที่ทำความสะอาดคราบโลหิต พบว่า ระดับค่าสีความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสง ในการตรวจหาคราบโลหิต โดยทำความสะอาด คราบโลหิตจำนวน 10 ครั้ง บนผ้าขนหนูด้วยค่า มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 255.00 และการทำ ความสะอาดคราบโลหิตจำนวน 10 ครั้ง บนพื้นผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 100.00

■ สรุปและอภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพ ของสารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol บนผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยและด้วยค่าในการทำ ความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง ซึ่งมี วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ สารเคมีเรืองแสง Bluestar และ Luminol บนผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยและด้วยค่าในการทำ ความสะอาดด้วยผลิตภัณฑ์ซักล้าง เป็นการวิจัย เชิงทดลอง (experimental Design) โดยนำเลือด มาหยดลงบนพื้นผิวของผ้าขนหนูด้วยค่าและ เตี๋ย และทำความสะอาดด้วยผงซักฟอก ยี่ห้อบริสเอกเซล และน้ำยาล้างห้องน้ำยี่ห้อเปิด โปรสึมพู และถูกทำความสะอาดในระยะเวลา ที่ต่างกัน และตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Luminol และ Bluestar บันทึกผลและสังเกต การมองเห็นการเรืองแสงด้วยสายตา โดยมีการ สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ประเภทลักษณะพื้นผิว มีผลทำให้ระดับ ค่าสีความเข้มของการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง และระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่าง เป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni จากการ วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของระดับ ค่าสีความเข้มของการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง และระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสง ผลการวิเคราะห์พบว่า ประเภทลักษณะพื้นผิว ที่แตกต่างกัน ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าขนหนูด้วยเตี๋ย และผ้าขนหนูด้วยค่า ทำให้ ระดับค่าสีของปฏิกิริยา เรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อจำแนก ตามประเภทลักษณะพื้นผิว พบว่า ระดับค่าสี ความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสง ในการตรวจหา คราบโลหิต โดยลักษณะพื้นผิวประเภทผ้าขนหนู ด้วยค่ามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในวิธีการตรวจหาคราบ โลหิตด้วยสารเคมีเรืองแสง Luminol เท่ากับ 223.9 และ 220.4 และพบว่า ผ้าขนหนูด้วยเตี๋ย มีระดับค่าสีความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสง มากที่สุด ในวิธีการตรวจหาคราบโลหิตด้วย สารเคมีเรืองแสง Bluestar เท่ากับ 223.9 และ 220.5

2. ประเภทวิธีการทำความสะอาดการตรวจหา ระดับค่าสีของปฏิกิริยาเรืองแสงในการตรวจหา คราบโลหิต จำแนกตามวิธีการทำความสะอาด พบว่า ระดับค่าสีความเข้มของปฏิกิริยาเรืองแสง ในการตรวจหาคราบโลหิต ตามลักษณะวิธีการ ทำความสะอาดคราบโลหิต ผงซักฟอก มีค่าเฉลี่ย สูงที่สุด ทั้งวิธีการตรวจหาคราบโลหิตด้วย สารเคมีเรืองแสง Luminol และสารเคมีเรืองแสง

Bluestar เท่ากับ 222.15 และ 222.2 รองลงมา คือน้ำยาล้างห้องน้ำ เท่ากับ 31.7 และ 65.75 ตามลำดับ

■ อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาการตรวจคราบโลหิตด้วยสารเคมีเรืองแสง Luminol และ Bluestar พบว่าการตรวจวัดคราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยวและเตี๋ยวคู่ โดยการทำความสะอาดด้วยผงซักฟอก โดยการทำความสะอาดครั้งที่ 1 ถึง 10 โดยตรวจด้วยสารเคมีเรืองแสง Luminol และ Bluestar พบว่าสามารถมองเห็นคราบโลหิตแฝงบนพื้นผิวผ้าขนหนูทั้งสองชนิดได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง วันที่ 10

2. ผลการศึกษาการตรวจคราบโลหิตด้วยสารเคมีเรืองแสง Luminol และ Bluestar พบว่าการตรวจวัดคราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าขนหนูด้วยเตี๋ยวและเตี๋ยวคู่ โดยการทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำ พบว่า การตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธีการ Bluestar สามารถมองเห็นคราบโลหิตแฝงบนพื้นผิวผ้าขนหนูทั้งสองชนิดได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง วันที่ 6 และการตรวจด้วยวิธี Luminol สามารถมองเห็นคราบโลหิตแฝงบน พื้นผิวผ้าขนหนูทั้งสองชนิดได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 5 เท่านั้น

3. จากการวิเคราะห์ของตัวแปรประเภทวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิต โดยวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตประเภทน้ำยาล้างห้องน้ำ และผงซักฟอก ทำให้มีการตรวจหาระดับค่าสีความเข้มของการเกิดปฏิกิริยาเรืองแสง

ในการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกัน อาจเป็นเพราะในน้ำยาล้างห้องน้ำมีส่วนประกอบเป็นกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งกรดชนิดนี้เป็นส่วนผสมหลักที่เป็นสารออกฤทธิ์ทำความสะอาดในน้ำยาล้างห้องน้ำ สามารถจัดคราบสกปรกและรอยเปื้อน เนื่องจากมีฤทธิ์เป็นกรดที่ทำปฏิกิริยากัดกร่อนคราบสกปรก ทั้งคราบหินปูน คราบสนิม คราบดำบนยาแนวกระเบื้อง รวมถึงคราบโลหิตให้หลุดออกมาได้ จึงทำให้ส่งผลให้เมื่อใช้น้ำยาล้างห้องน้ำจึงส่งผลให้ คราบโลหิตถูกชะล้างออกไป นอกจากนี้ ในน้ำยาล้างห้องน้ำยังมีสารช่วยลดแรงตึงผิว จึงทำให้สามารถจัดการคราบโลหิตได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yuan, C. L. และคณะ (Yuan et al., 2014) โดยระบุว่า สารลดแรงตึงผิวเป็นองค์ประกอบหลักในผงซักฟอกในครัวเรือน สบู่ น้ำยาทำความสะอาดบ้าน ซึ่งสารลดแรงตึงผิวเพื่อส่งเสริมน้ำยาทำความสะอาดต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น ส่วนวิธีการทำความสะอาดคราบโลหิตด้วยน้ำเปล่า อย่างที่ทราบว่าเป็นของเหลวสีแดง เนื่องจากสารประกอบที่มีธาตุเหล็กในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ใช้ในการส่งออกซิเจนไปทั่วร่างกายของเรา เรียกว่าเฮโมโกลบิน เมื่อถูกความร้อนโมเลกุลเหล่านี้จะแตกตัวและยึดติดกับโมเลกุลเฮโมโกลบินอื่น ๆ ที่สลายตัวลง หากสิ่งนี้เกิดขึ้นในเนื้อผ้าที่มีโครงสร้างที่มีอยู่ เช่น เส้นใยผ้า ก็จะทำให้โซ่ของโมเลกุลที่แนบมาจะถูกผสมเข้ากับเส้นใยและเมื่อทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าก็อาจจะทำให้คราบโลหิตบางส่วนหลุดหายไป และยังมีบางส่วนที่อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าแต่ยังสามารถตรวจพบคราบโลหิตได้

4. จากการวิเคราะห์วิธีการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Luminol และ Bluestar พบว่ามีความแตกต่างกันของปฏิกิริยาเรืองแสงในการตรวจจับคราบโลหิต พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับค่าสี และระยะเวลาทั้งหมดของการเกิดปฏิกิริยาการเรืองแสงในการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Bluestar สูงกว่าวิธี Luminol ซึ่งสอดคล้องกันกับงานวิจัยของ Luczak S. และคณะ (Luczak s. et al., 2006) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Luminol และ Bluestar ในการตรวจจับคราบโลหิต โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีสองชนิดคือ Bluestar และ Luminol ในการตรวจหาคราบโลหิต ทำการทดลองเพื่อทดสอบความไวในการตรวจจับคราบโลหิต ความเสถียรทางเคมี และเพื่อศึกษาผลของทั้งสองวิธีในการตรวจหาคราบโลหิต ในระหว่างนี้ผู้วิจัยได้เตรียมการแจกแจงต่อเนื่อง ตั้งแต่อัตราส่วน 1:2 ถึง 1:10, 000, 000 ของเลือด ซึ่งการทดลองของทั้งสองวิธีนี้แสดงผลลัพธ์ที่คล้ายกันมาก โดยสารละลาย Bluestar พิสูจน์แล้วว่ามีความเสถียรภาพมากขึ้น เมื่อเทียบกับ Luminol โดยวิธีการทั้งสองชนิดนี้มีความไวสูงกว่าสำหรับคราบโลหิตที่เจือจาง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Webb, S. K. (2006) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารฟอกขาวต่อความสามารถของ Luminol และ Bluestar เลือดจะเจือจางที่ความเข้มข้น 1 : 100,000 และ 1 : 1,000,000 โดยพบว่าระยะเวลาของการเรืองแสงของ Bluestar ใช้เวลานานกว่าการเรืองแสงของ Luminol

■ ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1.1 การตรวจคราบโลหิตด้วยวิธี Luminol และ Bluestar โดยการมองด้วยตาเปล่าในห้องมืด เพื่อเห็นการเรืองแสง ดังนั้น ควรใช้กล้องถ่ายภาพคุณภาพสูงในการถ่ายภาพเพื่อทำให้ได้ภาพคราบโลหิตได้ชัดเจนมากขึ้น

1.2 การหยดโลหิต ในแต่ละครั้งจะต้องมีการควบคุมตัวแปรควบคุม เพื่อให้ปริมาณของเลือดในทุกพื้นผิวมีปริมาณที่เท่ากัน เมื่อทำความสะอาดอาจจะทำให้คราบโลหิตมีปริมาณไม่เท่ากัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

2.1 หน่วยงานได้แก่สถาบันนิติวิทยาศาสตร์สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการตรวจหาคราบโลหิตในสถานที่เกิดเหตุ อาจพบปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถเลือกใช้วิธีการต่างๆ ระหว่าง Luminol และ Bluestar ในการตรวจหาคราบโลหิตบนพื้นผิวผ้า ได้ตามความเหมาะสม

2.2 เนื่องจากวิธีการตรวจวัดคราบโลหิต Luminol และ Bluestar โดยวิธี Luminol ต้องเสียเวลาในการผสมสารเคมีหลายชนิด และอาจทำให้เสียเวลา ในส่วน Bluestar จะมีรูปแบบที่เป็นเม็ดสำเร็จรูป สามารถใช้งานได้ง่าย แต่เมื่อเทียบราคาของทั้งสองชนิดจะพบว่า Luminol นั้นมีราคาถูกกว่า อีกทั้งการปฏิบัติงานจริงจะนิยมใช้ Bluestar มากกว่า เนื่องจากสะดวกในการใช้งานและการเกิดปฏิกิริยาเร็วกว่า Luminol

3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรศึกษาวิธีการตรวจคราบโลหิต และเปรียบเทียบวิธีการตรวจหาคราบ โดยการนำเลือดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทดสอบ แทนเลือดมนุษย์หรือเลือดสัตว์

3.2 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบ การทำความสะอาดพื้นผิวให้มีระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น เช่น ทำความสะอาดทุก ๆ 2 วัน จนครบ 30 วัน

3.3 ควรทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติขจัดคราบโลหิต เพื่อให้มีการเปรียบเทียบเพิ่มมากขึ้น

■ บรรณานุกรม

- Adair, T. W. (2006). Experimental detection of blood under painted surfaces. *IABPA News*, 12-19.
- Adair, T. W. (2006). Experimental detection of blood under painted surfaces. *International Association of Bloodstain Pattern Analysts News*, 12-19.
- Arkaraphon Aieorattanawadee (2015). *A comparison of the luminol and Bluestar methods in bloodstain detection*. (Master of Science). Nakhon Pathom. Kasetsart University
- BETZ, W. R., MAPOLDO, S. G., WACHOB, G. D., & FIRTH, M. C. (1989). Characterization of carbon molecular sieves and activated charcoal for use in airborne contaminant sampling. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 50(4), 181-187.
- Chuen, L. W., & Eea, K. B. (2010). Forensic light sources for detection of biological evidences in crime scene investigation: a review. *Malaysian Journal of Forensic Sciences*, 1, 17-28.
- Cox, M. (1991). A study of the sensitivity and specificity of four presumptive tests for blood. *Journal of Forensic Sciences*, 36(5), 1503-1511.
- Domala Sai Krishna, & Samuel, S. (2017). Development of Latent Blood Stain Using Luminol from Four Different Surfaces after Subjecting to Different Agents over Periods of Time. *International Journal of Applied Biology and Forensics*, 1(2), 68-71.
- Jutamas Yimnoon. (2016). *Detection of human bloodstains on various types of shoe soles by the methods of phrnlphthaleiin, luminol and fluorescein* (Master of Science). Nakhon Pathom, Silpakorn University.
- Klasey, D., & Levine, G. (1992). Using ultraviolet to enhance blood. *Journal of Forensic Identification*, 42(5), 45-50.
- Krishna, D. S., & Samuel, S. (2017). Development of Latent Blood Stain Using Luminol from Four Different Surfaces after Subjecting to Different Agents over Periods of Time. *International Journal of Applied Biology and Forensics*, 1, 268-271.
- Luczak, S., Wozniak, M., Papuga, M., Stopiniska, K., & Sliwka, K. (2006).

- A comparison of the Bluestar and luminol effectiveness in bloodstain detection. *Forensic Science International*, **56**, 239-245.
- Sahs, P. T. (1992). DAB: an advancement in blood print detection. *Journal of Forensic Identification*, **42**(5), 412-420.
- Sawarod Purimano. (2012). *Detection of bloodstain by phenolphthalein test, tetramethylbenzidine test, luminol test and BlueStar test*. (Master of Science). Nakhon Pathom, Silpakorn University.
- Valentina, B., & Rahul, P. (2021). A comparison study of the detection of bloodstains on painted and cleaned surfaces with luminol. *Forensic Science International*, **75**-82.
- Waraporn Somburut. (2018). *The interactions among the characteristics of variables that affect luminol and BlueStar in detecting bloodstain*. (Master of Science). Nakhon Pathom, Silpakorn University.
- Webb, J. L., Creamer, J. I., & Quickenden, T. I. (2006). A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. *Luminescence*, **21**(4), 214-220.
- Yuan, C. L., Xu, Z. Z., Fan, M. X., Liu, H. Y., Xie, Y. H., & Zhu, T. (2014). Study on characteristics and harm of surfactants. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, **6**(7), 2233-2237.

