

## การประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์จากภาพถ่ายและวิเคราะห์ด้วย โปรแกรม MATLAB

เบญจศิลป์ เปลี่ยนสันเทียะ<sup>1</sup>, ณัฐกมล ภัทรสว่างภพ<sup>1\*</sup>, ธัญญารัตน์ ฉาโสง<sup>1</sup>, นภาพร ถาวรกุล<sup>1</sup>  
และธนพงษ์ ผุยบัวค้อ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

<sup>2</sup>ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 3

\*s64122229161@ssr.ac.th

### บทคัดย่อ

คราบเลือดเป็นหลักฐานทางกายภาพที่พบได้บ่อยที่สุดในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดยังถือเป็นการสืบสวนสอบสวนที่น่าสนใจอีกด้วย โดยในงานวิจัยนี้ศึกษาการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC โดยใช้เลือดปริมาณ 100 ไมโครลิตร หยดลงบนหนังสังเคราะห์และทำการจัดเก็บไว้ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ สภาวะที่มีรังสี UV กำหนดระยะเวลา ดังนี้หลังจากการหยดทันที, 15 นาที, 30 นาที, 45 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 4 ชั่วโมง, 8 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, 48 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง, 96 ชั่วโมง, 120 ชั่วโมง, 144 ชั่วโมง และ 168 ชั่วโมง เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดนำตัวอย่างมาถ่ายภาพ จากนั้นวิเคราะห์ค่าสี RGB ด้วยโปรแกรม MATLAB บนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC ในทั้ง 3 สภาวะ พบว่าค่าเฉลี่ยสีแดงมีการลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ 4 ชั่วโมงแรก และเมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีแดงเปรียบเทียบกับระยะเวลาบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU พบว่าค่าเฉลี่ยสีแดงที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ มีการลดลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยที่ระยะเวลาสุดท้ายค่าเฉลี่ยสีแดงมีค่าต่ำที่สุดในสภาวะที่มีรังสี UV และค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ PVC ในทั้ง 3 สภาวะ พบว่าค่าเฉลี่ยสีแดงมีการลดลงใกล้เคียงกัน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น โดยแบ่งเป็น 2 สมการ ได้แก่ สมการระยะสั้น (ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 45 นาที) และสมการระยะยาว (ระยะเวลา 1 ชั่วโมงถึง 4 ชั่วโมง) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการนำไปใช้ในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่ไม่ทราบระยะเวลาจริง

**คำสำคัญ:** เลือดสุกร หนังสังเคราะห์ชนิด PU หนังสังเคราะห์ชนิด PVC สภาวะ MATLAB

## Estimation of bloodstain age on synthetic leather from photographs and analysis using MATLAB

Benjasine Pliensantia<sup>1</sup>, Nattakamon Pattarasawangpop<sup>1\*</sup>, Thanyarat Chathaisong<sup>1</sup>,  
Napaporn Thawornkul<sup>1</sup> and Thanapong Phuybuakor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Forensic Science, Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

<sup>2</sup>Scientific Crime Detection Center<sup>3</sup>

\*s64122229161@ssr.ac.th

### Abstract

Bloodstains are among the most common forms of physical evidence found at crime scenes. Estimating the age of a bloodstain is an important and intriguing aspect of forensic investigation. This study investigates the estimation of bloodstain age on two types of synthetic leather PU (polyurethane) and PVC (polyvinyl chloride). A volume of 100 microliters of blood was applied to the surface of each material and stored under three different environmental conditions: shaded (indoor), natural outdoor, and UV-exposed environments. Observations were made at the following time intervals: immediately after deposition, 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes, 1 hour, 2 hours, 4 hours, 8 hours, 24 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours, 120 hours, 144 hours, and 168 hours. At each time point, samples were photographed, and the RGB color values were analyzed using MATLAB software. The results showed that the average red (R) value decreased rapidly within the first 4 hours for both PU and PVC synthetic leather under all three conditions. A graph was created to illustrate the relationship between average red values and time on PU synthetic leather. It was observed that the red values under shaded and natural outdoor conditions showed a similar decreasing trend. By the final time point, the lowest red value was recorded in the UV-exposed condition. For PVC synthetic leather, the average red values in all three environmental conditions showed a comparable decreasing trend. The data were then analyzed using linear regression, separated into two models: a short-term model (from initial deposition to 45 minutes) and a long-term model (from 1 hour to 4 hours). Both models yielded correlation coefficients close to 1, indicating strong reliability and the potential application of this method for estimating the age of unknown bloodstains.

**Keywords:** Porcine blood, PU synthetic leather, PVC synthetic leather, Environmental factors, MATLAB

### 1. บทนำ

ปัจจุบันแนวโน้มการก่ออาชญากรรมในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และมักเกิดในที่รโหฐานหรือเกิดขึ้นในยามวิกาลซึ่งอาจไม่มีพยานบุคคลเห็นเหตุการณ์ ประกอบกับพยานบุคคลอาจมีความจำผิดพลาดคลาดเคลื่อนไปจากเดิมได้เมื่อเวลาล่วงเลยไป ทำให้การพิสูจน์ความผิดของผู้ต้องหาหรือจำเลยนั้นทำได้ยาก ด้วยเหตุนี้ในกระบวนการยุติธรรมทางอาญา จึงเริ่มหันมาให้

ความสำคัญกับวัตถุดิบที่มีการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพิสูจน์หลักฐานให้ถูกต้องแท้จริงตามหลักวิทยาศาสตร์ [1]

ซึ่งเลือดเป็นพยานหลักฐานทางชีววิทยาที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ได้หลายรูปแบบ เช่น การพิสูจน์ตัวบุคคลจากการทำ DNA Profiling, การวิเคราะห์เลือดจากรูปร่างของคราบเลือด, ลักษณะการกระจายตัวของคราบเลือด, ตำแหน่งที่พบเลือด และปริมาณของเลือด ที่พบในที่เกิดเหตุเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น [2] เลือดสามารถใช้ประเมินระยะเวลาของคราบเลือดเพื่อวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งไม่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของคราบเลือดได้ด้วยตาเปล่า ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์จึงมีการใช้ทฤษฎี ค่าสี RGB ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน [3] เนื่องจากระบบสี RGB เป็นระบบปริภูมิสี คือสีที่ปรากฏตามการรับรู้ของมนุษย์ถูกสร้างขึ้นโดยนักวิจัยของ Hewlett Packard เป็นการกำหนดค่าสีภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพ ทั้งนี้ในปัจจุบันมีการนำค่าสี RGB ของภาพถ่าย มาประยุกต์ใช้ในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุ [4]

การเกิดเหตุอาชญากรรมในปัจจุบันมีรถยนต์เป็นยานพาหนะที่ใช้ในการหลบหนีหรือเป็นสถานที่ที่ก่อเหตุ รวมถึงใช้ในการเคลื่อนย้ายศพซึ่งพบเห็นได้ตามสื่อโทรทัศน์ สื่อออนไลน์ และหนังสือพิมพ์อย่างต่อเนื่อง โดยเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานมักตรวจพบคราบเลือดบริเวณเบาะที่อยู่ภายในรถยนต์ บริเวณที่จับประตู ซึ่งส่วนใหญ่เป็นส่วนใหญ่ที่ถูกหุ้มด้วยหนังสังเคราะห์ ในการตรวจพบนี้ไม่เพียงแต่พบคราบเลือดทันทีหลังเกิดเหตุ ยังรวมถึงในสถานการณ์ที่พบคราบเลือดที่ถูกทิ้งไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาระยะเวลาของคราบเลือดที่อยู่บนหนังสังเคราะห์จากภาพถ่าย โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ ค่าเฉลี่ยสีแดงจากโปรแกรม MATLAB และศึกษาลักษณะทางกายภาพของคราบเลือดที่ระยะเวลาและสภาวะแตกต่างกัน เพื่อเป็นแนวทางในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ที่พบในที่เกิดเหตุจากการอ่านค่าสีแดงของคราบเลือด

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

#### 2.1.1 การเตรียมหนังสังเคราะห์

นำหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC ตัดให้ได้ขนาด 6 x 6 เซนติเมตร จำนวน 430 แผ่น เพื่อทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง

#### 2.1.2 การเตรียมสภาวะการจัดเก็บตัวอย่าง

สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ : ตัดฟิวเจอร์บอร์ดให้ได้ขนาด 50 x 60x 60 เซนติเมตร พร้อมเจาะรูและปิดด้วยฟิล์มใสจัดวางในพื้นที่แสงแดดส่องถึง

สภาวะในที่ร่ม : ตัดฟิวเจอร์บอร์ดให้ได้ขนาด 50 x 60 x 60 เซนติเมตร พร้อมเจาะรูและปิดด้วยฟิล์มใส จัดวางไว้ในห้องอุณหภูมิปกติ

สภาวะที่มีรังสี UV : ตัดฟิวเจอร์บอร์ดให้ได้ขนาด 50 x 60 x 120 เซนติเมตร พร้อมติดไฟฟอสฟอรัสภายในกล่อง จัดวางไว้ในห้องพร้อมเปิดไฟตลอดระยะเวลาการทดลอง

### 2.2 ขั้นตอนการทดลอง

หยดเลือดบนหนังสังเคราะห์ PU และ PVC จำนวน 430 แผ่น ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เมื่อหยดเลือดครบทั้งหมด 3 สภาวะ นำตัวอย่างใส่ตามกล่องจัดเก็บตัวอย่างของแต่ละสภาวะ ได้แก่ สภาวะในที่ร่ม อุณหภูมิปกติ, สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด 15 ช่วงเวลา ได้แก่ ทันทีหลังจากการหยด, 15 นาที, 30 นาที, 45 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 4 ชั่วโมง, 8 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, 48 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง, 96 ชั่วโมง, 120 ชั่วโมง, 144 ชั่วโมง และ 168 ชั่วโมง จากนั้นก่อนครบระยะเวลาที่กำหนด 5 นาทีทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นของตัวอย่างในแต่ละระยะเวลาและสภาวะโดยในสภาวะในที่ร่มมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส มีความชื้นอยู่ระหว่าง 58-66% ในสภาวะกลางแจ้ง

ธรรมชาติมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 29-31 องศาเซลเซียส มีความชื้นอยู่ระหว่าง 55-67% และในสภาวะที่มีรังสี UV มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 29-33 องศาเซลเซียส มีความชื้นอยู่ระหว่าง 50-65% จากนั้นเริ่มทำการถ่ายภาพตัวอย่าง [5]

### 2.3 ขั้นตอนการถ่ายภาพและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MATLAB

2.3.1 ตั้งค่ากล้องดิจิทัลเป็นโหมดอัตโนมัติ และเลือกใช้ความยาวโฟกัส 55 มิลลิเมตร โดยในการถ่ายแต่ละครั้งวางตัวอย่างในกล่องที่ภายในมีการจัดไฟ ตั้งกล้องทำมุม 90 องศา โดยสูงจากตัวอย่าง 60 เซนติเมตร [6]

2.3.2 นำตัวอย่างมาทำการถ่ายภาพตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ข้างต้น โดยจัดให้ตัวอย่างอยู่ตรงกลางภาพ

2.3.3 ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ในการตัดภาพ ปรับขนาดภาพให้มีขนาด 45 x 45 พิกเซล เพื่อให้ขนาดเท่ากันทุกภาพ และไม่มีการปรับแต่งสีของภาพ เพื่อคงค่าสีเดิมสำหรับการวิเคราะห์ จากนั้นบันทึกภาพเป็นนามสกุล .BMP ตั้งชื่อไฟล์เดอร์และชื่อไฟล์ภาพให้เป็นชื่อเดียวกัน เพื่อเตรียมนำไปวิเคราะห์ค่าสีด้วยโปรแกรม MATLAB

2.3.4 วิเคราะห์ค่าสีด้วยโปรแกรม MATLAB จากนั้นเขียน script ในการวิเคราะห์ค่าสี

2.4.5 นำผลค่าสีที่โปรแกรม MATLAB อ่านได้ ส่งเข้าโปรแกรม Excel และไปทำการวิเคราะห์ผลการทางคณิตศาสตร์

### 2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล

2.4.1 นำค่าสีแดงที่โปรแกรม MATLAB อ่านได้ในแต่ละตัวอย่างมาสร้างตารางเปรียบเทียบค่าสีและระยะเวลาที่ตรวจเก็บ จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยสีแดงของแต่ละตัวอย่างในช่วงเวลาและสภาวะที่กำหนด และสร้างกราฟมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงกับระยะเวลาของคราบเลือด เพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้น

2.4.2 นำค่าเฉลี่ยสีแดงที่นำมาสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสีแดง โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้ [6]

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยสีแดง} = \frac{\left| \text{ค่าสีที่อ่านได้ในเวลาที่ 2} - \text{ค่าสีที่อ่านได้ในเวลาที่ 1} \right|}{\text{เวลาที่ 2} - \text{เวลาที่ 1}}$$

การหาระยะเวลาที่ประมาณได้ใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาที่ประมาณได้} = \frac{\left| \text{เวลาที่ 1} + \text{เวลาที่ 2} \right|}{2}$$

จากสูตรข้างต้นจะได้อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยสีแดงกับระยะเวลาที่ประมาณได้ นำข้อมูลตัวเลขที่ได้มาสร้างตาราง และกราฟมาตรฐานเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยสีแดงที่อ่านได้เทียบกับระยะเวลาที่ตรวจเก็บคราบเลือด เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดจากนั้นนำมาสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงที่อ่านได้ในแต่ละช่วงเวลา และสภาวะเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่พบในที่เกิดเหตุที่ไม่ทราบระยะเวลาที่ชัดเจน

## 3. ผลการวิจัย

### 3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี RGB จากโปรแกรม MATLAB

#### 3.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี RGB บนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC

จากการนำตัวอย่างคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MATLAB และสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสี RGB กับระยะเวลาที่ตรวจเก็บที่อยู่ในสภาวะแตกต่างกัน พบว่าค่าสีแดงเฉลิ้นนั้นมีการลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ระยะเวลาเริ่มต้นจนถึง 4 ชั่วโมงแรก และเมื่อหลังจาก 4 ชั่วโมงแรกไปนั้นค่าสีแดงลดลง

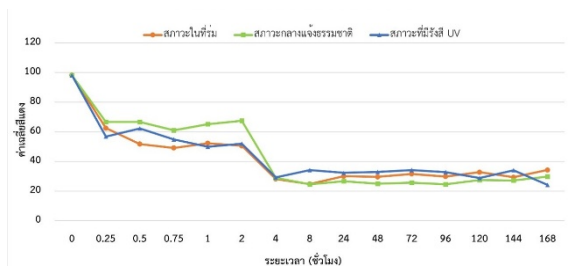
น้อยมาก หรือแทบจะคงที่ ส่วนค่าสีเขียว และสีน้ำเงินนั้นค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะเวลาเริ่มต้นจนถึงระยะเวลาสุดท้าย เนื่องจากค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสีแดงมีการเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดเมื่อนำมาเทียบกับค่าเฉลี่ยสีเขียว และค่าเฉลี่ยสีน้ำเงิน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมาความสนใจในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสีแดงเพียงสีเดียว

### 3.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีแดงเฉลี่ยของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU

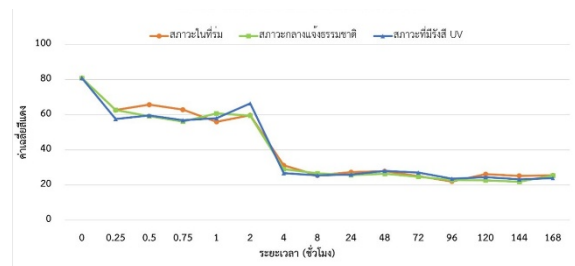
เมื่อนำค่าเฉลี่ยสีแดงของหนังสังเคราะห์ชนิด PU ในทั้ง 3 สภาวะ มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของสีแดงของคราบเลือดกับระยะเวลาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม และสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ เมื่อระยะเวลาผ่านไปค่าเฉลี่ยสีแดงมีการลดลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยลดลงในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นถึง 4 ชั่วโมงแรก และหลังจากผ่าน 4 ชั่วโมงแรกไปนั้นค่าเฉลี่ยสีแดงลดลงเพียงเล็กน้อย จนแทบคงที่ ซึ่งต่างจากค่าเฉลี่ยสีแดงในสภาวะที่มีรังสี UV ที่มีการลดลงตลอดจนถึงระยะเวลาสิ้นสุด โดยในระยะเวลาสิ้นสุดนั้นค่าเฉลี่ยสีแดงในสภาวะที่มีรังสี UV มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับสภาวะในที่ร่ม และสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติแสดงให้เห็นว่า ความร้อน และรังสี UV นั้นมีผลกระทบอย่างเห็นได้ชัดกับคราบเลือด

### 3.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสีแดงเฉลี่ยของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PVC

เมื่อนำค่าเฉลี่ยสีแดงของหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ในทั้ง 3 สภาวะ มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของสีแดงของคราบเลือดกับระยะเวลา พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV นั้นลดลงในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นถึง 4 ชั่วโมงแรก โดยค่าเฉลี่ยสีแดงในสภาวะในที่ร่มจะลดลงน้อยกว่าสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV และหลังจากผ่าน 4 ชั่วโมงแรกไปนั้นค่าเฉลี่ยสีแดงลดลงเพียงเล็กน้อยจนเกือบคงที่เมื่อถึงระยะเวลาสุดท้ายค่าเฉลี่ยสีแดงทั้ง 3 สภาวะมีค่าใกล้เคียงกัน



(a)



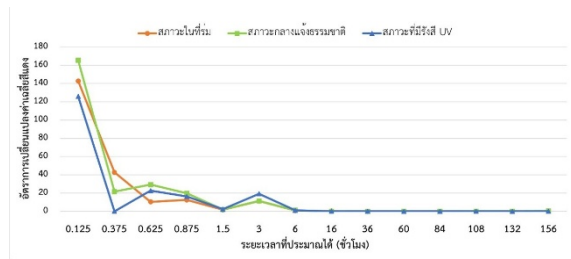
(b)

ภาพที่ 1 ค่าสีแดงเฉลี่ยของคราบเลือดที่ระยะเวลาจัดเก็บและสภาวะที่แตกต่างกัน (a) บนหนังสังเคราะห์ชนิด PU (b) บนหนังสังเคราะห์ชนิด PVC

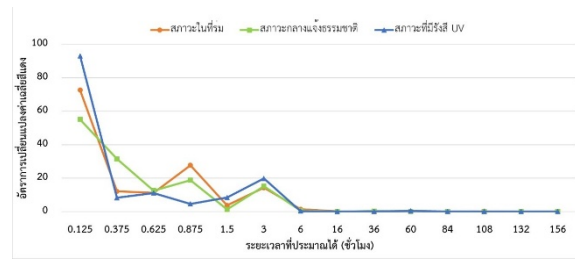
### 3.1.4 ผลการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC

นำค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC มาวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยสีแดงเทียบกับระยะเวลาที่ประมาณได้เพื่อสังเกตแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดเทียบกับระยะเวลาของคราบเลือด แสดงให้เห็นว่ามีการลดลงของอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC สอดคล้องกับกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC เทียบกับระยะเวลาจึงทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดงของคราบเลือดที่ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 4 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดได้อย่างชัดเจน โดยทำการสร้างกราฟเพื่อหาสมการความสัมพันธ์

ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงเทียบกับระยะเวลาของคราบเลือดที่มีประสิทธิภาพในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่อยู่บน  
หนังสือกระดาษชนิด PU และ PVC



(a)



(b)

ภาพที่ 2 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PU และ PVC (a) บนหนังสือกระดาษชนิด PU (b) บนหนังสือกระดาษชนิด PVC

### 3.1.5 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PU

เมื่อสร้างกราฟเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงเทียบกับระยะเวลาของคราบเลือดที่มีประสิทธิภาพในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่อยู่บนหนังสือกระดาษชนิด PU แบ่งกราฟออกได้เป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงระยะเวลานั้น (ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 45 นาที) และช่วงระยะเวลายาว (ตั้งแต่ระยะเวลา 1 ถึง 4 ชั่วโมง)

ตารางที่ 1 สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงเทียบกับระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PU

| สภาวะ                 | สมการระยะสั้น<br>(ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 45 นาที) |                | สมการระยะยาว<br>(ระยะเวลา 1 ถึง 4 ชั่วโมง) |                |
|-----------------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------|----------------|
|                       | สมการ                                          | R <sup>2</sup> | สมการ                                      | R <sup>2</sup> |
| สภาวะในที่ร่ม         | $Y = -63.11x + 89.092$                         | 0.8121         | $Y = -8.4862x + 63.522$                    | 0.9293         |
| สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ | $Y = -44.612x + 89.902$                        | 0.7255         | $Y = -13.1x + 84.437$                      | 0.8558         |
| สภาวะที่มีรังสี UV    | $Y = -49.796x + 86.731$                        | 0.6244         | $Y = -7.5558x + 61.344$                    | 0.8387         |

จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของหนังสือกระดาษชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่มมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.8121 ซึ่งมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของหนังสือกระดาษชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติและสภาวะที่มีรังสี UV แสดงถึงประสิทธิภาพในการนำสมการดังกล่าวมาใช้ในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่ไม่ทราบระยะเวลาที่ชัดเจนได้

### 3.1.6 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PVC

เมื่อสร้างกราฟเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงเทียบกับระยะเวลาของคราบเลือดที่มีประสิทธิภาพในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่อยู่บนหนังสือกระดาษชนิด PU แบ่งกราฟออกได้เป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงระยะเวลานั้น (ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 45 นาที) และช่วงระยะเวลายาว (ตั้งแต่ระยะเวลา 1 ถึง 4 ชั่วโมง)

ตารางที่ 2 สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงเทียบกับระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU

| สภาวะ                     | สมการระยะสั้น<br>(ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 45 นาที) |                | สมการระยะยาว<br>(ระยะเวลา 1 ถึง 4 ชั่วโมง) |                |
|---------------------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------|----------------|
|                           | สมการ                                          | R <sup>2</sup> | สมการ                                      | R <sup>2</sup> |
| สภาวะในที่ร่ม             | $Y = -20.282x + 75.626$                        | 0.5741         | $Y = -9.1272x + 70.251$                    | 0.8073         |
| สภาวะ<br>กลางแจ้งธรรมชาติ | $Y = -31.123x + 76.345$                        | 0.8198         | $Y = -11.211x + 75.917$                    | 0.9140         |
| สภาวะที่มีรังสี UV        | $Y = -27.907x + 74.19$                         | 0.6185         | $Y = -11.769 + 77.86$                      | 0.7390         |

จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ที่อยู่ในสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.8198 ซึ่งมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่มและสภาวะที่มีรังสี UV แสดงถึงประสิทธิภาพในการนำสมการดังกล่าวมาใช้ในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่ไม่ทราบระยะเวลาที่ชัดเจนได้

โดยในงานวิจัยนี้ไม่ได้มีการทดลองกับตัวอย่างชุดที่ไม่ทราบระยะเวลา ทำให้ไม่สามารถทดสอบสมการที่เกิดขึ้นได้ การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลาที่ผ่านมาเท่านั้น

### 3.2 การสังเกตลักษณะทางกายภาพของคราบเลือด

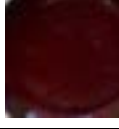
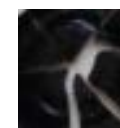
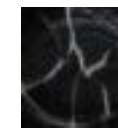
#### 3.2.1 ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU

พบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม บริเวณขอบของคราบเลือดเริ่มแห้งในช่วงระยะเวลา 2 ชั่วโมงแรก และเริ่มแห้งสนิทในช่วงระยะเวลา 4 ชั่วโมงเป็นต้นไป เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าเริ่มมีการแตกที่เด่นชัดในช่วงระยะเวลา 4 ชั่วโมง และในช่วงระยะเวลา 24-168 ชั่วโมงนั้น คราบเลือดไม่เพียงแต่แตกลาย ยังหลุดร่อนออกจากพื้นผิวของหนังสังเคราะห์อีกด้วย ในสภาวะกลางแจ้งธรรมชาตินั้น บริเวณขอบของคราบเลือดเริ่มแห้งในช่วงระยะเวลา 2 ชั่วโมง และเริ่มแห้งสนิทในช่วงเวลา 2-4 ชั่วโมง จากนั้นเริ่มแตกที่ระยะเวลา 4-168 ชั่วโมง และในสภาวะที่มีรังสี UV บริเวณขอบเริ่มแห้งในช่วงระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง เริ่มแห้งสนิทในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าในช่วงระยะเวลาที่ 4 ชั่วโมง มีการแตกและหลุดร่อนออกจากพื้นผิวของหนังสังเคราะห์ และในช่วงระยะเวลา 72-168 ชั่วโมง มีการแตกและหลุดร่อนอย่างคงที่

ตารางที่ 3 ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV ตามระยะเวลาที่กำหนด

| ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะห์ชนิด PU |                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| สภาวะ                                        | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 0                                                                                   | 0.25                                                                                | 0.50                                                                                 | 0.75                                                                                  | 1                                                                                     |
|                                              |                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะในที่ร่ม                                |                       |  |  |  |  |  |
| สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ                        |                       |  |  |  |  |  |

**ตารางที่ 3** ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะหฺชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV ตามระยะเวลาที่กำหนด (ต่อ)

| ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะห์ชนิด PU |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|----------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |  | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง)                                                               |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  | 0                                                                                   | 0.25                                                                                | 0.50                                                                                 | 0.75                                                                                  | 1                                                                                     |
| สภาวะ                                        |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะที่มีรังสี UV                           |  |    |    |    |    |    |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง)                                                               |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  | 2                                                                                   | 4                                                                                   | 8                                                                                    | 24                                                                                    | 48                                                                                    |
| สภาวะ                                        |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะในที่ร่ม                                |  |    |    |    |    |    |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ                        |  |   |   |   |   |   |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะที่มีรังสี UV                           |  |  |  |  |  |  |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง)                                                               |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  | 72                                                                                  | 96                                                                                  | 120                                                                                  | 144                                                                                   | 168                                                                                   |
| สภาวะ                                        |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะในที่ร่ม                                |  |  |  |  |  |  |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ                        |  |  |  |  |  |  |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| สภาวะที่มีรังสี UV                           |  |  |  |  |  |  |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                              |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |

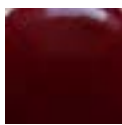
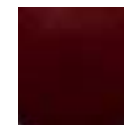
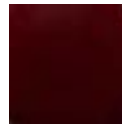
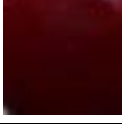
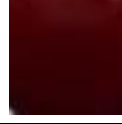
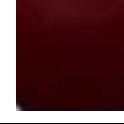
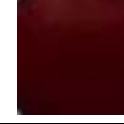
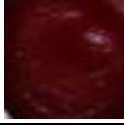
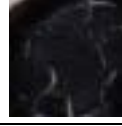
### 3.2.2 ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะหฺชนิด PVC

พบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะหฺชนิด PVC ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม บริเวณขอบของคราบเลือดเริ่มแห้งในช่วงระยะเวลา 2 ชั่วโมง และเริ่มแห้งสนิทในช่วงระยะเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นเริ่มมีการแตกที่เด่นชัดในช่วงระยะเวลาที่ 8 เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าในช่วงระยะเวลา 24-168 ชั่วโมงนั้น มีการแตกที่คงที่และไม่มี การหลุดร่อนออกจากพื้นผิวของหนังเคราะหฺ ในสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติบริเวณขอบของคราบเลือดเริ่มแห้ง



ในช่วงระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง และเริ่มแห้งสนิทในช่วงเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นเริ่มแตกที่ระยะเวลา 4-168 ชั่วโมง ไม่มีการหลุดร่อนออกจากพื้นผิวของหนังสังเคราะห์ และในสภาวะที่มีรังสี UV บริเวณขอบของคราบเลือดเริ่มแห้งในช่วงระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง และเริ่มแห้งสนิทในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นเริ่มแตกในช่วงระยะเวลาที่ 4-168 ชั่วโมง ไม่มีการหลุดร่อนออกจากตัวหนังสังเคราะห์

**ตารางที่ 4** ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะห์ชนิด PVC ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV ตามระยะเวลาที่กำหนด

| ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะห์ชนิด PVC |                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|-----------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 0                                                                                   | 0.25                                                                                | 0.50                                                                                 | 0.75                                                                                  | 1                                                                                     |
|                                               | สภาวะในที่ร่ม         |    |    |    |    |    |
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 0                                                                                   | 0.25                                                                                | 0.50                                                                                 | 0.75                                                                                  | 1                                                                                     |
|                                               | สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ |    |    |    |    |    |
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 0                                                                                   | 0.25                                                                                | 0.50                                                                                 | 0.75                                                                                  | 1                                                                                     |
|                                               | สภาวะที่มีรังสี UV    |   |   |   |   |   |
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 2                                                                                   | 4                                                                                   | 8                                                                                    | 24                                                                                    | 48                                                                                    |
|                                               | สภาวะในที่ร่ม         |  |  |  |  |  |
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 2                                                                                   | 4                                                                                   | 8                                                                                    | 24                                                                                    | 48                                                                                    |
|                                               | สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ |  |  |  |  |  |
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 2                                                                                   | 4                                                                                   | 8                                                                                    | 24                                                                                    | 48                                                                                    |
|                                               | สภาวะที่มีรังสี UV    |  |  |  |  |  |
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 72                                                                                  | 96                                                                                  | 120                                                                                  | 144                                                                                   | 168                                                                                   |
|                                               | สภาวะในที่ร่ม         |  |  |  |  |  |

**ตารางที่ 4** ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะห้ชนิด PVC ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV ตามระยะเวลาที่กำหนด (ต่อ)

| ลักษณะกายภาพของคราบเลือดบนหนังเคราะห้ชนิด PVC |                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| สภาวะ                                         | ระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | 72                                                                                | 96                                                                                | 120                                                                                | 144                                                                                 | 168                                                                                 |
|                                               |                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ                         |                       |  |  |  |  |  |
| สภาวะที่มีรังสี UV                            |                       |  |  |  |  |  |

#### 4. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้นำค่าเฉลี่ยสี RGB ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MATLAB นั้นมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสี RGB เทียบกับระยะเวลานั้นพบว่าค่าเฉลี่ยสีแดงนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดที่สุดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยสีเขียว และสีน้ำเงิน ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค่าเฉลี่ยสีแดงเพียงค่าเดียว โดยนำค่าเฉลี่ยสีแดงนั้นมาทำการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีแดงของคราบเลือดเทียบกับระยะเวลาพบว่าค่าสีแดงนั้นลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นถึง 4 ชั่วโมงแรก จึงนำค่าเฉลี่ยสีแดงมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น โดยได้ทำการแบ่งเป็น 2 ช่วงระยะเวลา คือช่วงระยะสั้น และช่วงระยะยาว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของหนังสังเคราะห์ทั้ง 2 ชนิดเข้าใกล้ 1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattrathip Laohabutr [6] ได้ทำการศึกษาระยะเวลาของคราบเลือดที่ผ่านระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นนำค่าสีแดงมาวิเคราะห์ด้วย สมการถดถอยเชิงเส้น และแบ่งช่วงการวิเคราะห์เป็น 2 ช่วงได้ ช่วงระยะสั้น และช่วงระยะยาว มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการนำไปประมาณระยะเวลาของคราบเลือดที่ไม่ทราบเวลาที่ชัดเจน [6]

จากการศึกษาระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC โดยในการศึกษานี้ใช้เป็นหนังสังเคราะห์ที่มีสีครีมสว่างจนเกือบเป็นสีขาว เก็บไว้ตามระยะเวลา ที่กำหนดในสภาวะที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์ค่าสีแดงด้วยโปรแกรม MATLAB ผลการศึกษาพบว่าสามารถประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU ที่อยู่ในสภาวะในที่ร่มที่ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 4 ชั่วโมงแรกโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.8121 และการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสังเคราะห์ชนิด PVC นั้นสามารถประมาณระยะเวลาได้ดีในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นจนถึง 4 ชั่วโมงแรกในสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.8198 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Poonyanissara Chubsree [7] ได้ทำการศึกษาการประมาณอายุของคราบเลือดบนพื้นผิวประเภทต่าง ๆ โดยเทคนิค UV Visible spectrometry ผลการประมาณระยะเวลาคราบเลือดบนหนังหุ้มเบาะ จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าหนังหุ้มเบาะสามารถใช้ในการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดได้ดีในช่วงระยะเวลา 1 ถึง 5 ชั่วโมง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.9599

#### 5. สรุปผลการวิจัย

**5.1 ค่าสีแดงของคราบเลือดในระยะเวลาและสภาวะที่แตกต่างกันบนหนังสังเคราะห์ชนิด PU และ PVC โดยวิเคราะห์โปรแกรม MATLAB**

คราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PU ค่าเฉลี่ยสีแดงที่อยู่ในสภาวะในที่ร่ม สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ มีการลดลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยที่ระยะเวลาสุดท้ายค่าเฉลี่ยสีแดงที่มีค่าต่ำที่สุด คือ สภาวะที่มีรังสี UV และบนหนังสือกระดาษชนิด PVC พบว่า ค่าเฉลี่ยสีแดงทั้ง 3 สภาวะมีค่าใกล้เคียงกันทางผู้วิจัยจึงได้ทำการแบ่งช่วงระยะเวลาออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงระยะสั้นที่ระยะเวลาเริ่มต้นถึง 45 นาที และ ช่วงระยะยาวที่ระยะเวลา 1 ถึง 4 ชั่วโมง โดยนำมาหาสมการถดถอยเชิงเส้น จะเห็นได้ว่าบนหนังสือกระดาษชนิด PU ในสภาวะในที่ร่ม ช่วงระยะสั้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.8121 และระยะยาว มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.9293 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 ทั้ง 2 ช่วงระยะเวลา และบนหนังสือกระดาษชนิด PVC ในสภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ ช่วงระยะสั้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.8198 และช่วงระยะยาว มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.9140 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 ทั้ง 2 ช่วงระยะเวลา สมการแสดงว่าสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยสีแดงเปรียบเทียบกับระยะเวลาสามารถนำไปประมาณหาระยะเวลาจริงของคราบเลือดที่ไม่ทราบระยะเวลาที่เกิดขึ้น

## 5.2 ลักษณะของคราบเลือดในระยะเวลาและสภาวะที่แตกต่างกันบนหนังสือกระดาษชนิด PU และ PVC

การเปลี่ยนแปลงของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PU ที่ระยะเวลาดั้งเดิม 4 ชั่วโมงขึ้นไปคราบเลือดจะแตกกระจายออกจากกัน และเมื่อระยะเวลาผ่านไปคราบเลือดที่แตกนั้นจะหลุดร่อนออกมาจากพื้นผิวของหนังสือกระดาษชนิด PU โดยสภาวะที่คราบเลือดเกิดการแตก และหลุดออกจากพื้นผิวมากที่สุดคือ สภาวะกลางแจ้งธรรมชาติ และสภาวะที่มีรังสี UV เนื่องจากเป็นพื้นผิวที่มันวาว และกันน้ำ คราบเลือดจึงไม่สามารถซึมซับลงไปบนหนังสือกระดาษได้ และการเปลี่ยนแปลงของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PVC พบว่าที่ระยะเวลาดั้งเดิม 4 ชั่วโมงขึ้นไปนั้น คราบเลือดที่อยู่บนหนังสือกระดาษชนิด PVC เริ่มเกิดรอยแตกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ คล้ายกับ คราบเลือดบนหนังสือกระดาษชนิด PU แต่คราบเลือดที่อยู่บนหนังสือกระดาษชนิด PVC นั้นจะไม่หลุดร่อนออกจากพื้นผิวเนื่องจากหนังสือกระดาษชนิด PVC นั้นมีความกระด้างกว่า PU เล็กน้อย

## 6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการประมาณระยะเวลาของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษจากภาพถ่ายและวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MATLAB นี้สามารถสำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาอนุเคราะห์จากอาจารย์เบญจศิลป์ เปลี่ยนสันเทียะ และร้อยตำรวจเอก ธนพงษ์ ผุยบัวค้อ

## 7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของคราบเลือดบนหนังสือกระดาษทั้ง 2 ชนิดด้วยการสังเกตจากลักษณะภายนอก ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์พื้นผิว เช่น SEM imaging เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ให้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

7.2 การศึกษาครั้งนี้ได้ตั้งค่ากล้องเป็นโหมดอัตโนมัติ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรกำหนดค่า ISO, การตั้งค่ารับแสง หรือการตั้งค่าอื่น ๆ เพื่อให้ภาพที่ได้มามีสีที่สอดคล้องกับคราบเลือดจริงที่สุด

## 8. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] The Secretariat of The House of Representatives, Thai Parliament Radio and Television (TPTV, 2020) (In Thai)
- [2] Jinnipa Pawaphinun. (2021). *The age estimation of the bloodstains by the color measurement on spectrophotometer and attenuated total reflectance fourier transform infrared spectroscopy (atr-ftir) technique* [Master of Science]. Silpakorn University. (In Thai)
- [3] Hassan, M. R., Ema, R. R., & Islam, T. (2017). Color image segmentation using automated K-means clustering with RGB and HSV color spaces. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 17(2), 25-33



- [4] vmount reena. (2022, July 12). *Color space*. <https://vmountandtrim.com>
- [5] Nuwara Jumnonggit and Parinya Seelanan. (2024). A study of bacterial growth with age of bloodstain for forensic application. *Journal of Science and Technology*, 7(1), 107-117.
- [6] Pattrathip Laohabutr. (2016). *Estimation of the age of bloodstain on cloth by the method of image analysis* [Master of Science]. Silpakorn University. (In Thai)
- [7] Poonyanissara Chubsree. (2023). *Estimating of the age of bloodstain on various surface by uv-visible spectrometry* [Master of Science]. Silpakorn University. (In Thai)