

## ผลของแสงแดดต่อการวิเคราะห์ STR บนอโตโทมจากคราบเลือดบนผ้าชนิดต่างๆ

### The Effect of the Sunlight on Autosomal STR Analysis of Bloodstains on Different Types of Clothes

ปวีณา ชฎาทอง (Paweena Chadatong)\* ดร.เขมิกา ลมไธสง (Dr.Khemika Lomthaisong)\*\*

ดร.กัณหา มุขสุข (Dr.Kanha Muisuk)\*\*\*

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแสงแดดต่อการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากคราบเลือดที่อยู่บนผ้าชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยนำตัวอย่างคราบเลือดบนผ้าที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ผ้ายีนส์ ผ้าฝ้าย และผ้าซิด ไปวางไว้กลางแจ้ง เป็นเวลา 9 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างคราบเลือดทุกๆ สัปดาห์ เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอบริเวณ Short tandem repeats (STRs) ด้วยชุดน้ำยาลำเร็จรูป AmpFLSTR® Identifiler® Plus ร่วมกับการวิเคราะห์ขนาดดีเอ็นเอด้วยเครื่อง 3130 Genetic Analyzer เมื่อพิจารณาความความสมบูรณ์ของรูปแบบดีเอ็นเอจากพีคอัลลีลที่ปรากฏ ได้แก่ พีคอัลลีลที่ปรากฏครบทุกตำแหน่ง การปรากฏของพีคอัลลีลแปลกลดลง และการหายไปของพีคอัลลีลบางตำแหน่ง พบว่าแสงแดดและชนิดผ้ามีผลต่อการวิเคราะห์ดีเอ็นเอจากคราบเลือด โดยคราบเลือดบนผ้าฝ้ายที่สัมผัสแสงแดดมากกว่า 5 สัปดาห์ มีแนวโน้มที่จะให้รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอแบบที่พบการหายไปของอัลลีลมากกว่าคราบเลือดบนผ้ายีนส์และผ้าซิด ผลงานวิจัยนี้นำไปใช้ประโยชน์กับนักนิติวิทยาศาสตร์ในการพิจารณาคัดเลือกวัตถุพยานเพื่อใช้ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

#### ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of sunlight on the DNA profile analysis from bloodstains deposited on different types of clothes for forensic application. Bloodstains deposited on three types of clothes including jeans, cottons and spandex were placed outdoor for 9 weeks. All samples were collected every week for DNA profile analysis on STR region using AmpFLSTR® Identifiler® Plus combined with fragment analysis by 3130 Genetic Analyzer. The integrity of DNA profiles were evaluated from allele peaks that are full allelic profile (F), the appearance of allelic drop-in (M) and allelic drop-out (P). Results had shown that DNA analysis of bloodstains had been distinctly affected by sunlight and types of clothes. Unlike bloodstains on jeans and spandex, bloodstains on cotton that had been exposed to sunlight for more than 5 weeks tend to give allelic drop-out STR profile. This study will be useful for forensic scientist to consider which evidence should be selected for STR analysis.

**คำสำคัญ:** รูปแบบเอสทีอาร์ คราบเลือด นิติดีเอ็นเอ

**Keywords:** STR profiles, Bloodstains, Forensic DNA

\* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*\* รองศาสตราจารย์ ภาควิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*\*\* นักวิทยาศาสตร์ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## บทนำ

เลือดเป็นวัตถุพยานทางชีวภาพที่มักพบในสถานที่เกิดเหตุและเป็นหลักฐานสำคัญทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สามารถระบุผู้กระทำความผิดจากการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลด้วยดีเอ็นเอ ความสำเร็จของการวิเคราะห์ดีเอ็นเอจากคราบเลือดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น สารเคมีที่ใช้ทดสอบตัวอย่างเลือดในขั้นตอนแรกก่อนที่จะนำตัวอย่างนั้นไปวิเคราะห์ดีเอ็นเอในขั้นตอนต่อไป (Alenazy et al., 2015) ชนิดของวัสดุที่คราบเลือดติดอยู่ (Horjan et al., 2016) สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดคราบเลือด (Harris et al., 2006) แสงยูวี (Hall et al., 2014) เป็นต้น สาเหตุดังกล่าวนี้จึงทำให้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของปัจจัยต่างๆ ต่อรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากคราบเลือด คุณภาพของรูปแบบดีเอ็นเอมักพิจารณาจากลักษณะของ electropherogram ที่ปรากฏ ได้แก่ (1) การปรากฏของสิ่งรบกวนอันเนื่องมาจากชนิดของวัสดุที่คราบเลือดติดอยู่ซึ่งอาจถูกสกัดออกมาระหว่างขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอ (2) ความสมดุลและความไม่สมดุลของพีคอัลลีลที่ปรากฏแต่ละตำแหน่ง (3) ความสูงและพื้นที่ของพีค (4) การหายไปของอัลลีลบางตำแหน่งที่เรียกว่า allelic drop-out (5) การปรากฏของพีคอัลลีลแปลกปลอม เรียกว่า allelic drop-in (6) การปรากฏของ STR บางตำแหน่งที่มีจะถูกเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอมากกว่าตำแหน่งอื่นๆ และ (7) ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ (Barbaro et al., 2008)

อย่างไรก็ตามการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ดีเอ็นเอจากวัตถุพยานส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาวะการทดลองให้คงที่ ซึ่งต่างจากวัตถุพยานจริงที่พบในสถานที่เกิดเหตุที่มีสภาพแวดล้อมต่างจากห้องปฏิบัติการ เช่น ความชื้น ความผันแปรของอุณหภูมิ แสงแดด ชนิดของวัสดุที่พบวัตถุพยานทางชีวภาพ และการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแสงแดดต่อรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากคราบเลือดบนผ้าชนิดต่างๆ โดยใช้สภาวะการทดลองที่เลียนแบบสภาพจริง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ดีเอ็นเอจากวัตถุพยานประเภทคราบเลือดต่อไป

## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของแสงแดดต่อรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากคราบเลือดบนผ้าชนิดต่างๆ

## วิธีการวิจัย

### 1. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

#### 1.1 เลือด (Blood)

ตัวอย่างเลือดที่นำมาศึกษาได้จากเลือดของผู้มาใช้บริการตรวจดีเอ็นเอที่ห้องปฏิบัติการภาควิชานิติเวช คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 5 ราย โดยตัวอย่างเลือดเหล่านี้ได้รับการยินยอมจากผู้ที่มาใช้บริการตรวจดีเอ็นเอ และผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (เลขที่โครงการ HE591369) โดยไม่มีการใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (anti-coagulant)

#### 1.2 ผ้า (Clothes)

ตัวอย่างผ้าที่ใช้ในการทดลองจะใช้ตัวอย่างผ้าทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ผ้ายีนส์ ผ้าฝ้าย และผ้ายัด โดยตัดผ้าทั้ง 3 ชนิด ให้มีขนาดเท่ากับกระดาษ A4 ชนิดละ 5 ชิ้น

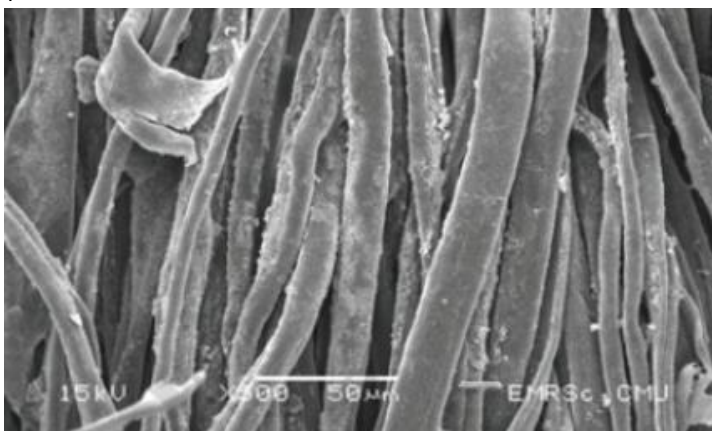
## ชนิดของผ้า

ผ้า (Fabrics) มีลักษณะเป็นแผ่นแบน สามารถผลิตจากสารละลาย เส้นใย เส้นด้าย หรือวัสดุพื้นฐานเหล่านี้รวมกัน เมื่อทำการผลิตผ้าออกมาเป็นผืนผ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในประเภท เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป อุตสาหกรรมเคหะสิ่งทอและการผลิตผ้าผืนเพื่อส่งออก เมื่อแยกผ้าตามลักษณะการผลิตแบ่งประเภทของผ้าแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ ผ้าทอ (Woven fabrics) ผ้าถัก (Knitted) และผ้าอื่นๆ จากการผลิตผ้าจากขบวนการต่างๆออกมาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์นั้น สามารถแบ่งการผลิตได้มาจากแหล่งที่มาของเส้นใยที่นำมาใช้ คือ ผ้าผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ และผ้าผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์

1. ผ้ายืด (Spandex) เป็นเส้นใยยืดประเภทสารยืดหยุ่น (Elastomer) เป็นเส้นใยชนิดใหม่ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของพอลิเอสเตอร์กับไดไอโซไซยานต ทำให้เกิดพอลิเมอร์ลูกโซ่โมเลกุลยาวของพอลิยูรีเทนผลิตขึ้นเพื่อรองรับการยืดตัวในตัวเอง มีน้ำหนักที่เบา ความแข็งแรงสูง ทนต่อเหงื่อ มีคุณสมบัติเด่นคือสามารถดึงออกได้ถึง 450-700% และสามารถคืนตัวกลับได้ทั้งหมดในทันทีที่ปล่อยแรงดึงซึ่งความสามารถนี้ใช้เป็นประโยชน์ต่อเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้ใช้มีการเคลื่อนไหวร่างกายตลอดเวลาตัวอย่างที่ชัดเจนคือผลิตภัณฑ์ชุดว่ายน้ำ เครื่องนุ่งห่ม ชุดชั้นใน ชุดกีฬาต่างๆ เป็นต้น เส้นใยจะดูดซึมความชื้นต่ำมาก ต่ำกว่าเส้นใยพอลิเอสเตอร์ อาจทำให้ผู้ใช้รู้สึกไม่สบาย เมื่อสัมผัสจะพบเส้นใยสเปนเด็กซ์ใช้ผสมกับเส้นใยอื่นเสมอ โดยทำหน้าที่เป็นแกนที่มีเส้นใยอื่นหุ้มไว้หรือแทรกในโครงสร้างผ้าเพื่อให้ด้านนอกมีผิวสัมผัสที่ดี และดูดความชื้นได้

2. ผ้ายีนส์ (Jeans) หรือเดนิมผ้าทอจากฝ้ายชนิดหนึ่งมีความแข็งแรงกระด้างมากกว่าผ้าฝ้ายที่ใช้วิธีทอขึ้นแบบอื่น ถ้าสังเกตให้ดีผ้าจะเห็นด้ายอย่างน้อย 2 เส้นทอขนาดกันเป็นลายทาง ผ้าเดนิมแบบดั้งเดิมจะย้อมด้วยสีคราม (Indigo)

3. ผ้าฝ้าย (Cotton) เป็นเส้นใยที่ได้จากส่วนเมล็ดของพืช ผ้าฝ้ายมีความสำคัญและมีการใช้งานอย่างกว้างขวางมาก เนื้อผ้ามีลักษณะมองดูจะด้าน แต่เนื้อนุ่มไม่กระด้าง เส้นด้ายฟูบาง มีคุณสมบัติยืดหยุ่นสูง ระบายอากาศได้ดี ผ้าฝ้ายสามารถดูดซับความชื้นจากเหงื่อและน้ำได้ดี และสามารถระบายความชื้นได้เร็ว ชับน้ำหรือของเหลวได้ดี ไม่ขึ้นขนหรือเป็นเม็ดแต่จะฟูตามลักษณะของเส้น เหมาะกับผู้ที่ต้องการใช้ในที่กลางแจ้ง และโดนแดดบ่อยๆ เพราะผ้าระบายอากาศได้ดี ไม่ค่อยยับเหงื่อ สวมใส่สบาย ข้อเสียคือผ้าฝ้ายมีราคาสูง ความคืนตัวของผ้าฝ้ายคืนตัวได้ต่ำ ยับง่ายมาก มีการหด และยืดตัวของเนื้อผ้าแต่เทคโนโลยีในปัจจุบันก็ทำให้เกิดปัญหานี้ลดน้อยลงได้ อย่างเก็บผ้าฝ้ายไว้ในที่อับชื้นและอุ่น เพราะผ้าฝ้ายจะขึ้นราง่าย เพราะจะทำให้ผ้าเสื่อมคุณภาพ และขาดเร็วกว่าปกติ เมื่อนำเส้นใยจากผ้าฝ้ายไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นลักษณะภาพ (มลิวรรณ, 2554) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะภาพตามยาวของเส้นใยฝ้าย

(ที่มา: <http://nanozincioxide.blogspot.com/2012/08/1.html>)

## 2. การเตรียมและการเก็บตัวอย่างคราบเลือด

เปิดเลือดตัวอย่างปริมาตร 50  $\mu$ l แล้วหยดลงบนผ้า จากนั้นวางทิ้งไว้จนกระทั่งคราบเลือดแห้ง แล้วนำผ้าที่มีคราบเลือดไปวางไว้บริเวณนอกอาคารที่ไม่มีหลังคาเพื่อให้มีการสัมผัสกับแสงแดดเป็นเวลานาน 9 สัปดาห์ (กุมภาพันธ์-เมษายน พ.ศ.2559) ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆสัปดาห์ โดยตัดเฉพาะบริเวณที่มีหยดเลือดเพื่อนำมาวิเคราะห์ดีเอ็นเอ สำหรับกลุ่มควบคุมจะใช้คราบเลือดที่เก็บไว้ในที่มีคั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกับกลุ่มทดลอง

## 3. การสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่าง

ทำการสกัดดีเอ็นเอจากคราบเลือดตัวอย่างด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป QIAamp DNA Micro Kit

## 4. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอตรงตำแหน่ง STR

เตรียมหลอดปฏิกิริยาพีซีอาร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ STR จำนวน 15 ตำแหน่ง ด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูป AmpFLSTR<sup>®</sup> Identifiler<sup>®</sup> Plus โดยใช้ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากคราบเลือดตัวอย่างเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ จากนั้นนำหลอดปฏิกิริยาพีซีอาร์ไปใส่ในเครื่อง Gene Amp<sup>®</sup> PCR 9700

## 5. การวิเคราะห์รูปแบบดีเอ็นเอ

ทำการวิเคราะห์ขนาดของผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้จากข้อ 3 ด้วยเครื่อง 3130 Genetic Analyzer

## 6. การแปลผลของรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้

- (1) คุณภาพของรูปแบบดีเอ็นเอพิจารณาจากความสมบูรณ์ของจำนวนอัลลีลที่ปรากฏบน STR 15 ตำแหน่ง โดยการปรากฏของอัลลีลครบทุกตำแหน่งจัดเป็น Full profile (F) หากมีการหายไปของอัลลีลบางตำแหน่ง (allelic drop-out) เรียกว่า Partial profile (P)
- (2) จำนวนอัลลีลทั้งหมดที่ปรากฏ

## ผลการวิจัย

### 1. รูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่าง

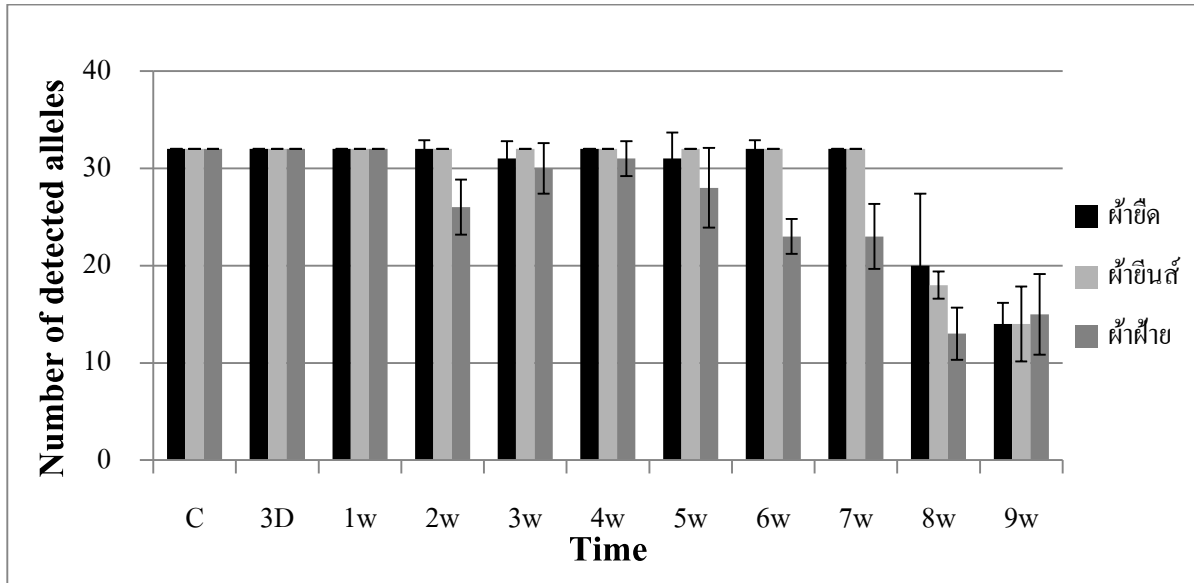
จากการวิเคราะห์รูปแบบดีเอ็นเอของตัวอย่างคราบเลือดของอาสาสมัครจำนวน 5 ราย บนผ้าชนิดต่างๆที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมในระยะเวลาต่างๆกัน โดยพบว่า คราบเลือดที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมเป็นเวลานานๆมีแนวโน้มจะไม่ได้รูปแบบดีเอ็นเอที่สมบูรณ์(F) พบว่าในผ้ายี่ห้อ Partial profile (P) จะปรากฏในสัปดาห์ที่ 3, 6 และ 9 ในผ้ายี่ห้อ Partial profile (P) จะปรากฏในสัปดาห์ที่ 9 และในผ้ายี่ห้อ Partial profile (P) จะปรากฏในสัปดาห์ที่ 2, 3, 8 และ 9 (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** รูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากคราบเลือดตัวอย่างของอาสาสมัครจำนวน 5 ราย บนผ้าที่สัมผัสกับแสงแดด ระยะเวลาต่างๆ กัน

เวลา	จำนวน (คน)					
	ผ้าช็อค		ผ้ายีนส์		ผ้าฝ้าย	
	F	P	F	P	F	P
Control	5	-	5	-	5	-
3D	5	-	5	-	5	-
1w	5	-	5	-	5	-
2w	5	-	5	-	4	1
3w	4	1	5	-	4	1
4w	5	-	5	-	5	-
5w	5	-	5	-	5	-
6w	4	1	5	-	5	-
7w	5	-	5	-	5	-
8w	5	-	5	-	3	2
9w	4	1	4	1	3	2

**2. จำนวนอัลลีลที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างผ้าแต่ละชนิด**

เมื่อวิเคราะห์เฉพาะจำนวนอัลลีลของตัวอย่างคราบเลือดจากอาสาสมัครแต่ละบุคคลที่ปรากฏ โดยคิดเป็น % เทียบจากจำนวนอัลลีลที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดจากตัวอย่างหนึ่งๆ (32 อัลลีล) ผลการทดลองพบว่ารูปแบบของดีเอ็นเอที่พบจากตัวอย่างคราบเลือดบนผ้ายีนส์ยังคงปรากฏอัลลีลครบทุกตำแหน่ง (100%) ในขณะที่รูปแบบของดีเอ็นเอที่พบจากตัวอย่างคราบเลือดบนผ้าช็อคพบจำนวนอัลลีลที่ลดลง (96.87%) ในสัปดาห์ที่ 3 และ 5 จากนั้นจำนวนอัลลีลจะลดลงมาใกล้เคียงกับจำนวนอัลลีลที่พบจากตัวอย่างคราบเลือดบนผ้ายีนส์ในสัปดาห์ที่ 8 และ 9 ในขณะที่จำนวนอัลลีลที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างคราบเลือดจากผ้าฝ้ายมีแนวโน้มการหายไปของอัลลีลมากกว่าตัวอย่างคราบเลือดบนผ้ายีนส์ และผ้าช็อค โดยคราบเลือดที่อยู่บนผ้าฝ้ายที่สัมผัสแสงแดดเป็นเวลา 5 สัปดาห์ขึ้นไปจะพบจำนวนอัลลีลน้อยกว่าที่วิเคราะห์ได้จากคราบเลือดบนผ้ายีนส์และผ้าช็อคอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 1 จำนวนอัลลีลที่ปรากฏในรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างคราบเลือดบนผ้า 3 ชนิด ที่ระยะเวลาต่างๆ เทียบกับกลุ่มควบคุม

### วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

เมื่อวิเคราะห์รูปแบบลายพิมพ์ดีเอ็นเอบริเวณ STR จำนวน 16 ตำแหน่งจากคราบเลือดตัวอย่างด้วยวิธี มัลติเพล็กซ์พีซีอาร์ โดยใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป AmpFLSTR® Identifier® Plus และทำการวิเคราะห์ขนาดดีเอ็นเอด้วยเครื่อง 3310 Genetic Analyzer พบว่าคราบเลือดบนผ้าชนิดที่สัมผัสกับแสงแดดเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ยังสามารถให้รูปแบบดีเอ็นเอแบบ full profile ได้ ในขณะที่คราบเลือดบนผ้าฝ้ายกลับพบความสมบูรณ์ของรูปแบบดีเอ็นเอเพียงแค่ตัวอย่างที่สัมผัสกับแสงแดดเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ และเมื่อเปรียบเทียบการเกิดรูปแบบดีเอ็นเอแบบ Partial profile พบว่าคราบเลือดบนผ้าฝ้ายให้อัตราการเกิด partial profile มากกว่าคราบเลือดบนผ้าชนิดและผ้ายีนส์ แสดงว่าชนิดของผ้าจะมีผลต่อความสมบูรณ์ของรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากคราบเลือด

เมื่อวิเคราะห์จำนวนอัลลีลที่ปรากฏพบว่าคราบเลือดบนผ้าฝ้ายมีแนวโน้มการลดลงของอัลลีลที่ปรากฏ มากกว่าคราบเลือดบนผ้าชนิดอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้จะเป็นผลจากการสลายตัวของดีเอ็นเอในคราบเลือดตัวอย่าง เนื่องจากมีรายงานพบว่าสารเคมีที่ทำให้ดีเอ็นเอสลายตัว เช่น น้ำยาฟอกขาว จะส่งผลให้คุณภาพของรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้ลดลง ในขณะที่สารเคมีที่ไม่ส่งผลต่อการสลายตัวของดีเอ็นเอ เช่น สบู่และน้ำยาฆ่าเชื้อที่ไม่มีคลอรีน กลับไม่มีผลต่อคุณภาพรูปแบบดีเอ็นเอ (Harris et al., 2006) สอดคล้องกับผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าน้ำยาฟอกขาวส่งผลให้ความสามารถที่จะได้รูปแบบดีเอ็นเอที่สมบูรณ์จากตัวอย่างลดลง เนื่องจากน้ำยาฟอกขาวทำให้ดีเอ็นเอในตัวอย่างเกิดการแตกหัก (Bittencourt et al., 2009; Passi et al., 2012)

รังสียูวีในแสงแดดน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างคราบเลือดเพราะรังสียูวีทำให้เกิดความเสียหายของดีเอ็นเอในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ base modification, strand breaks และ photoproducts แต่มีรายงานว่ารังสียูวีไม่ใช่สาเหตุหลักเพียงอย่างเดียวที่ดีเอ็นเอถูกทำลายแล้วส่งผลต่อจำนวนอัลลีลที่วิเคราะห์ได้ เนื่องจากวัตถุภายนอกนิติวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ภายใต้สภาวะการทดลองอย่างเดียวแต่ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ความร้อน แสงแดด ความชื้น และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์สามารถปล่อยเอนไซม์ที่สามารถเข้าไปทำลายดีเอ็นเอในเซลล์ให้สลายได้ ส่วนความชื้นจะไปเพิ่มระดับการคืนกลับของน้ำในดีเอ็นเอซึ่งจะส่งผลต่อการแพร่ของ

Damaging agent (Hall *et al.*, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งใหม่ที่พบว่าคราบเลือดตัวอย่างบนผ้ายีนส์และผ้ายัดถึงแม้จะสัมผัสกับแสงแดดเป็นระยะเวลาจนถึง 6 สัปดาห์ แต่กลับยังให้จำนวนอัลลีลของแต่ละตำแหน่งครบตามรูปแบบดีเอ็นเอของอาสาสมัคร แสดงให้เห็นว่าแสงแดดไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อรูปแบบดีเอ็นเอที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่าง แต่น่าจะเกิดจากปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการสลายตัวของดีเอ็นเอในคราบเลือดตัวอย่าง ซึ่งผ้าฝ้ายสามารถเก็บความชื้นได้ดีกว่าผ้ายีนส์และผ้ายัด ปัจจัยเช่นนี้จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้ดีเอ็นเอของคราบเลือดบนผ้าฝ้ายสลายตัวมากกว่าดีเอ็นเอของคราบเลือดบนผ้ายีนส์และผ้ายัด

### สรุปผลการทดลอง

ชนิดของผ้าและระยะเวลาที่คราบเลือดสัมผัสกับแสงแดดมีผลต่อการวิเคราะห์รูปแบบดีเอ็นเอ โดยคราบเลือดบนผ้าฝ้ายที่สัมผัสแสงแดดเป็นเวลามากกว่า 5 สัปดาห์ จะพบการหายไปของอัลลีลมากกว่าตัวอย่างคราบเลือดบนผ้ายัดและผ้ายีนส์

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย เป็นทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์

### เอกสารอ้างอิง

- Alenazy, N.S., Refaat, A.M. and Rabu, S.R. (2015). Comparison of the effects of two presumptive test reagents on the ability to obtain STR profiles from minute bloodstains. **Egyptian Journal of Forensic Sciences**, 5, 103-108.
- Barbaro, A., Cormaci, P, Teatino, A. and Barbaro, A. (2008). Use of “AnyDirect PCR buffer” for PCR amplification of washed bloodstains: A case report. **Forensic Science International: Genetics Supplement Series**, 1, 11-12
- Bittencourt, E.A.A., Soares-Vieira, J.A., Angeramis, N.G., da Silva, C.E., da Rocha Hirschfeld, R.C. and Iwamura, E. S.M. (2009). The analysis of biological samples from crime scene for a future human DNA profile confrontation. Effects of presumptive test reagents on the ability to obtain STR profiles for human identification. **Forensic Science International: Genetic Supplement Series**, 2, 194-195.
- Hall, A., Sims, L.M. and Ballantyne, J. (2014). Assessment of DNA damage induced by terrestrial UV irradiation of dried bloodstains: Forensic application. **Forensic Science International: Genetics**, 8, 24-32.
- Harris, K.A., Thacker, C.R., Ballard, D. and Syndercombe Court, D. (2006). The effect of cleaning agents on the DNA analysis of blood stains deposited on different substrates. **International Congress Series**, 1288, 589-591.
- Horjan, I., Barbaric, L. and Mrsic, G. (2016). Applicability of three commercially available kits for forensic identification of blood stains. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, 38, 101-105.
- Passi, N., Garg, R.K., Yadav, M., Singh, R.S. and Kharoshah, M.A. (2012). Effect of luminal and bleaching agent on the serological and DNA analysis from bloodstain. **Egyptian Journal of Forensic Science**, 2, 54-61.