



คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

วารสารวิชาการ
อาชญาวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์
Journal of
Criminology and Forensic Science

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1: มกราคม - มิถุนายน 2568
Vol. 11 No. 1: January - June 2025



ISSN 2408-2430
E-ISSN 2673-0588



ISSN 2408-2430



วารสารวิชาการ

อาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์

Journal of Criminology and Forensic Science

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม - มิถุนายน 2568

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

วัตถุประสงค์

1) เป็นช่องทางเผยแพร่ผลงานวิชาการ และองค์ความรู้ของคณาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษา ให้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับชาติ

2) กระตุ้นให้เกิดการวิจัย การสร้างสรรค์นวัตกรรม และการพัฒนาองค์ความรู้นิติวิทยาศาสตร์ อาชีวศึกษา การสืบสวนอาชญากรรม และกระบวนการยุติธรรม ในลักษณะสหวิทยาการ

ที่ปรึกษาบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ กัลป์ยะจิตร คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บรรณาธิการวารสาร

พันตำรวจโท ดร.อัศวินุต แสงทองดี คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

กองบรรณาธิการภายใน

- 1) รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.เสกสัน เครือคำ คณะสังคมศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกหญิง ดร.ศิพร โกวิท คณะนิติศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
- 3) พันตำรวจโทหญิง ดร.เบญญาภา เมืองทองกลาง คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

กองบรรณาธิการภายนอก

- 1) รองศาสตราจารย์ พลตำรวจตรี ดร.พงษ์พิชญ์ รักดีณรงค์ กองบังคับการตำรวจน้ำ
สำนักงานตำรวจแห่งชาติ
- 2) รองศาสตราจารย์ ดร.วินัยกานต์ รุจิภักดี คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
- 3) รองศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ สหพัฒนา คณะรัฐประศาสนศาสตร์
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ.ศักดิ์ สติรเรืองชัย คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล
- 5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปรมฤดี เพ็ชรกุล คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ

- 1) ร้อยตำรวจเอก ศรวรรษ ศิวกาญจน์



กำหนดการเผยแพร่: ปีละ 2 ฉบับ ได้แก่ มกราคม - มิถุนายน และ กรกฎาคม - ธันวาคม

ที่อยู่สำนักงาน: สำนักงานคณบดี คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

เลขที่ 90 หมู่ 7 สามพราน นครปฐม 73110

โทรศัพท์/โทรสาร: 034-312-009 ต่อ 412

อีเมล: jcfs@rpca.ac.th

เว็บไซต์: <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/forensic>



วารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์ ผ่านการรับรองคุณภาพวารสาร

จัดอยู่ในวารสารกลุ่มที่ 2 ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย

Thai -Journal Citation Index Centre (TCI)

ทุกบทความได้รับการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) หลายหลายสถาบัน ในลักษณะผู้พิจารณา
ไม่ทราบชื่อผู้แต่ง และผู้แต่งไม่ทราบชื่อผู้พิจารณา (Double-Blind Peer Review) ก่อนตีพิมพ์ลงในวารสาร

ทัศนะและข้อคิดเห็น ที่ปรากฏในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน ทางกองบรรณาธิการเปิดเสรี
ในด้านความคิด และไม่ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของกองบรรณาธิการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ (Peer Reviewers)

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชดาภรณ์ เบญจวัฒนานนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารณีย์ วิวัฒนาภรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติยาพร สิงห์สัมพันธ์

ดร.อมรรัตน์ เล็กวิชัย

ดร.ธนสิริ ยกเชื้อ

ดร.แพรว ศุภจริยาวัตร

ดร.สุรีย์ฉาย พลวัน

ดร.เยาวรินทร์ นครภักดี

ดร.สกลกฤษณ์ เอกจักรวาล

ดร.ธเนศ เกษศิลป์

รองศาสตราจารย์(พิเศษ) พลตำรวจโท ดร.ณรงค์ กุลนิเทศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.สฤณี สืบพงษ์ศิริ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจโทหญิง ดร.ศลิษา พรหมมะกฤต

พันตำรวจโท ดร.ปริญญ์ สีสานนท์

พันตำรวจโท ดร.วงศ์ยศ เกิดศรี

พันตำรวจโท ดร.ภิญโญ มีเปี่ยม

ดร.กฤษฎา แสงเจริญทรัพย์

ดร.พิเชษฐ พิณทอง

ดร.ธีรจุฑาชาติ ยงสวัสดิ์

ดร.จิราวัฒน์ ปรัตถกรกุล

โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
Royal Police Cadet Academy





สารจากบรรณาธิการ

สวัสดีผู้อ่านและผู้สนใจทั้งที่เป็นครูอาจารย์ นักเรียน นักศึกษา นักวิจัย ตลอดจนข้าราชการตำรวจทุกท่าน เราเผยแพร่ต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2558 ปีนี้ครบถ้วนเป็นเล่มปีที่ 11 ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2568 ได้รวบรวมบทความที่ครบถ้วนด้วยเนื้อหาและสาระอย่างครบครัน จำนวน 8 เรื่อง แบ่งเป็น บทความวิจัยจำนวน 5 เรื่อง และบทความวิชาการ จำนวน 3 เรื่อง ผู้อ่านสามารถเลือกหัวข้อที่สนใจโดยพิจารณาจากหน้าสารบัญที่อยู่ถัดไป

งานเขียนด้านนิติวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 5 เรื่อง ซึ่งสะท้อนถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนกระบวนการยุติธรรม งานวิจัยเหล่านี้ครอบคลุมตั้งแต่การตรวจพิสูจน์ร่องรอยของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ไปจนถึงการศึกษาธาตุองค์ประกอบและลักษณะของเขม่าดินปืนจากการเหนียวไกด้วยนิวเทรียโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด อีกทั้งยังมีการทบทวนภาพรวมของพัฒนาการในการตรวจหาลายนิ้วมือ การประยุกต์ใช้คลื่นเทอร์เฮิรตซีในงานนิติวิทยาศาสตร์ซึ่งสะท้อนถึงเทคโนโลยีล้ำสมัยในปัจจุบัน ตลอดจนการวิเคราะห์สารพันธุกรรมเพื่อการติดตามแหล่งที่มาของสัตว์ป่าของกลาง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงบทบาทของนิติวิทยาศาสตร์ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติควบคู่ไปกับการบังคับใช้กฎหมาย

ขณะเดียวกัน กลุ่มบทความด้านอาชญวิทยาในฉบับนี้ ได้เปิดมุมมองเชิงสังคมและกระบวนการยุติธรรมผ่าน 3 งานวิจัยที่น่าสนใจ ได้แก่ การออกแบบและทดสอบสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยในสถานศึกษาในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (บทความภาษาอังกฤษ) การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศซึ่งสะท้อนถึงโอกาสในการพัฒนาเชิงนโยบาย และการสำรวจความรู้และทัศนคติของนักศึกษาต่อการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติด ที่สะท้อนถึงพลวัตของสังคมต่อการปรับเปลี่ยนนโยบายยาเสพติด ทั้งหมดนี้สะท้อนถึงบทบาทของศาสตร์อาชญวิทยาในการทำความเข้าใจปัญหาและการพัฒนากระบวนการยุติธรรมอย่างรอบด้าน

สุดท้ายนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารวิชาการอาชญวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านทุกท่านทั้งในทางวิชาการและวิชาชีพ หากมีข้อเสนอแนะหรือข้อติชมประการใด กองบรรณาธิการยินดีรับฟังทุกความคิดเห็น อันจะนำไปพัฒนาคุณภาพของวารสารให้ตรงตามความต้องการของสังคมไทยต่อไป

พันตำรวจโท ดร.อัศวิน ฤกษ์ทองดี

บรรณาธิการวารสาร





สารบัญ

CONTENTS

	หน้า
สารจากบรรณาธิการ	iii

บทความวิจัย (Research Article)

การออกแบบและทดลองใช้สื่อการสอนเพื่อป้องกันการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ปลอดภัยใน สถานศึกษาเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล อรรถพล กาญจนพงษ์พร และ กิตติพงษ์ เพียรพิทักษ์	1
การศึกษาปริมาณธาตุองค์ประกอบและสัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนอาวุธปืนยาวที่เกิด จากการเหนียวไคด้วยนิ้วเท้าโดยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ฉัตรชนก ธรรมกาย และ จิตติ มหาเจริญ	20
ความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติของนักศึกษา คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัยรังสิต: กรณีการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 พีรกานต์ บุษยพรรณพงศ์ มูฮำหมัด นิยมเดชา และ กิตติศักดิ์ เหมือนดาว	39
การศึกษาเปรียบเทียบการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศ: แนวทาง พัฒนาระบบการยุติธรรม จิรัตน์ สอนกระต่าย และ วรวัช วิชชุวาณิชย์	53
การตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี กนกพร บัวดอก และ จิตติ มหาเจริญ	69



สารบัญ

CONTENTS

	หน้า
บทความวิชาการ (Academic Article)	
ภาพรวมการพัฒนาวิธีในการตรวจหาลายนิ้วมือในทางนิติวิทยาศาสตร์	85
สุนทรต์ ชูลักษณะ	
การประยุกต์ใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์: ความก้าวหน้า ความท้าทาย และ	104
แนวโน้มในอนาคต	
กัณฑ์เอนก โกศากรเงิน พัฒน์ศรีบุญ เลหาไฟบูลย์ และ อรณิชา คงวุฒิ	
การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมสำหรับใช้ติดตามและตรวจสอบแหล่งที่มาของสัตว์ป่าของกลาง	122
กิตติยา เพ็ญชาติ ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง และ ณัฐพจน์ วาฤทธิ์	



การออกแบบและทดลองใช้สื่อการสอนเพื่อป้องกันการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ปลอดภัยใน
สถานศึกษาเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
Design and Test of Instructional Media to Prevent Unsafe Technology Use
in Educational Institutions in Bangkok and the Metropolitan Region

อรรถพล กาญจนพงษ์พร¹ และ กิตติพงษ์ เพียรพิทักษ์^{2,*}

¹ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

² คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Attapol Kanjanapongporn¹, and Kittipong Pearnpitak²

¹ Faculty of Social Sciences and Humanities, Mahidol University

² Faculty of Political Science, Ubon Ratchathani University

Received: November 3, 2024 | Revised: March 19, 2025 | Accepted: March 30, 2025

บทความวิจัย (Research Article)

Abstract

This study had the objective to design and try out instructional media to prevent the use of unsafe technologies in educational institutions in Bangkok and the Metropolitan Region since these areas are at risk of crime in many aspects due to the highest rate of technology use in Thailand. A mixed-method research approach was employed, including a literature review, in-depth interviews, focus group discussions with 22 administrators, teachers, and personnel, and data collection from questionnaires with 341 lower secondary school students, and the try out with 136 students. The results discovered that appropriate instructional media should be animated to cover three areas: test cheating, online gambling, and raising awareness. After the try out, positive opinions were obtained on the application in learning and factors affecting the misuse of technology from students' motivation, awareness, attitudes, and perceptions. However, this study highlights the importance of developing effective instructional media to sustainably cope with social and technological changes. Future research should focus on designing instructional methods along with the development of policy

* Corresponding Author, Email: kittipong.p@ubu.ac.th



mechanisms and enforcing laws to prevent corruption in educational institutions as a start of widespread social crimes.

Keywords: Design and Test of Instructional Media; Prevention Guidelines; Unsafe Technology; Bangkok and Metropolitan Region

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดลองใช้สื่อการสอนเพื่อป้องกันการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ปลอดภัยในสถานศึกษาเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมได้ในหลายแง่มุมอันเป็นผลมาจากอัตราการใช้เทคโนโลยีที่สูงที่สุดในประเทศไทย โดยใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสานเริ่มต้นจากการทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์เชิงลึก และสนทนากลุ่มกับผู้บริหาร ครู และบุคลากร 22 คน รวมถึงการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามกับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 341 คน พร้อมทั้งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 136 คน ผลการศึกษาพบว่าสื่อการสอนที่เหมาะสมควรเป็นรูปแบบอนิเมชันและมีเนื้อหาครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ การโกงข้อสอบ การพนันออนไลน์ และการปลุกจิตสำนึก หลังจากนำไปทดลองทำให้ทราบถึงความคิดเห็นเชิงบวกที่มีต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีในทางที่ผิดจากแรงจูงใจ การรู้เท่าทัน ทัศนคติ และการรับรู้ของนักเรียน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเทคโนโลยีได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้ แนวทางการวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นการออกแบบวิธีการสอนควบคู่ไปกับการพัฒนากลไกเชิงนโยบายและการบังคับใช้กฎหมายเพื่อป้องกันการทุจริตในสถานศึกษาซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการก่ออาชญากรรมทางสังคมในวงกว้าง

คำสำคัญ: การออกแบบและทดลองสื่อการสอน, แนวทางการป้องกัน, เทคโนโลยีที่ไม่ปลอดภัย, กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

INTRODUCTION

The transition to information technology has introduced challenges to the educational environment, posing risks to student safety and data reliability. This underscores the need for instructional media designed with precision and tailored to each age group to mitigate potential dangers while enhancing learning outcomes (Lee et al., 2023). In Thailand, slow educational development stems from unequal infrastructure, limited digital resources, insufficient teacher readiness, and inadequate policy follow-up or investment aligned with national strategies (OECD/UNESCO, 2016). Compounding these issues is the lack of awareness among administrators and teachers about the importance of safe technology use, alongside insufficient planning, collaboration, and training budgets (Mangkharat et al., 2024). Addressing these gaps requires the design of instructional media that meets the diverse needs of



educational institutions and fosters a shared understanding of safe and effective technology use.

According to statistics on the use of information technology by Thai students from 2019 to 2023, each age group tended to increase, especially in the age group between 12-14 years old studying in lower secondary school. They all had smartphones, and the internet usage rate has increased from 91.8% to 99.1%. Moreover, considering deeply into the area aspect, in the Bangkok Metropolitan Region, students mostly used the internet in the country, accounting for 98.9 percent (National Statistical Office, 2024). Access to information technology by students through the internet is both a learning opportunity and a security risk. The direction of instructional model development must keep up with shifts and context. The responsibility of creatively using all media channels is also crucial so that hidden threats in society and educational fields can be exposed.

However, unsafe technology use in educational institutions poses risks that can escalate to societal and national issues, undermining trust in the education system and technology adoption. Analyzing students' behavior provides insights into its impact on peers, teachers, and parents, helping to prevent online rights violations and corruption. Understanding the factors driving unsafe technology use is essential for prioritizing the design of instructional media that aligns with rapidly changing social trends.

Accordingly, the research team recognizes the importance of the influence of unsafe technology use in educational institutions, especially in the Bangkok Metropolitan Region, where technology use is likely to be higher than in other areas in Thailand. Additionally, lower secondary students are still in the age of learning and are open to new things all the time. Without proper and correct technology use guidelines, it will inevitably affect their perception on a large scale. Raising students' awareness of the root causes of crime and misconduct in schools is critically important. Therefore, the design of instructional media must be carefully reviewed and tested to develop appropriate media for each school context. Furthermore, the effort to foster participation from all sectors is essential so that social organizations play a role in building robust learning measures and ecosystems.

LITERATURE REVIEW AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

The educational gap in Thai society underscores information technology as a key factor driving inequality between rich and poor students. Addressing this requires analyzing students' technology behaviors and evaluating institutional readiness to adapt, monitor usage, and



implement tools to prevent misuse. Promoting awareness, fostering anti-corruption values, and encouraging transparent technology use are essential for cultivating responsible behavior. The STRONG model, focusing on sufficiency, transparency, realization, progress, knowledge, and generosity, offers a framework for cultivating responsible technology use through consistent evaluation and monitoring (Heliany et al., 2023; Tenissara & Ruangsarn, 2021). However, the result measurement requires an evaluation and monitoring mechanism to specify guidelines for appropriate instructional media development for students.

Moreover, as digital crimes such as academic dishonesty, cyber fraud, and unauthorized data access become more prevalent, integrating crime prevention strategies into instructional media is essential. The misuse of technology in educational settings can serve as an entry point for more severe forms of misconduct, reinforcing the need for early intervention and digital ethics education. Schools must adopt preventive mechanisms that not only address technology misuse but also mitigate risks associated with cybercrime, fraud, and online exploitation. This study examines behaviors and environmental factors in Thai schools, highlighting four key elements from Chuangcham et al. (2021) attitudes toward technology use, perceived ability, technology literacy, and motivation. These factors are essential for addressing unsafe technology use and developing instructional media suited to current needs. Institutions must support teaching with modern tools, create prevention guidelines, and produce effective media. Teachers play a crucial role and should engage in training and seminars to meet societal demands (Ediyani et al., 2020; Mfreke et al., 2020). The research team designs a conceptual framework as shown below:

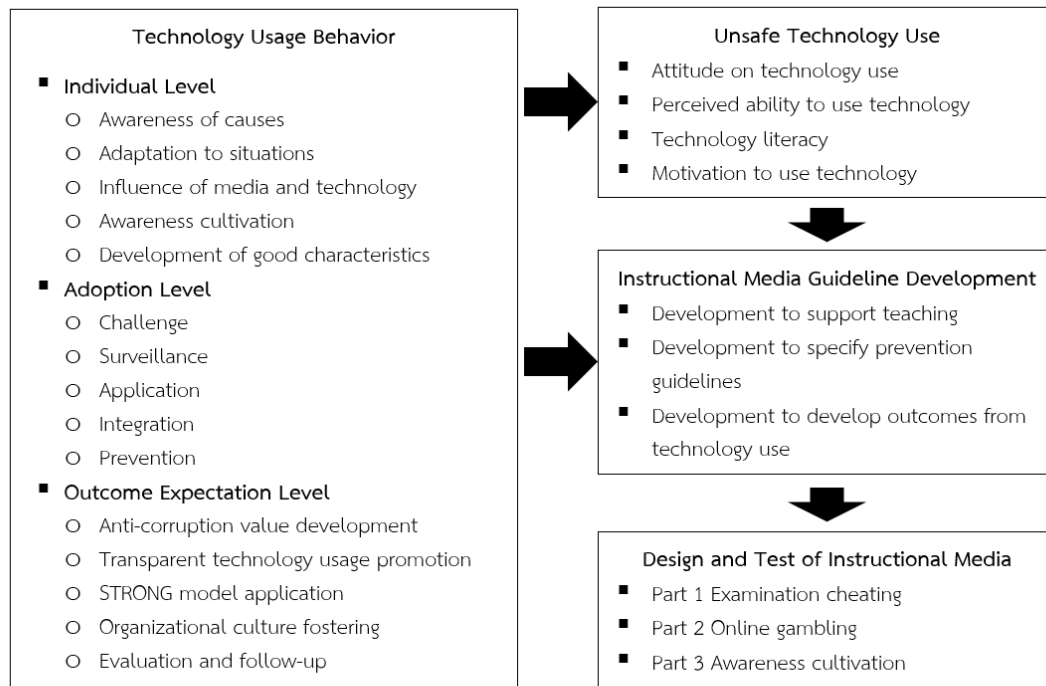


Figure 1 Conceptual Framework

The arrows illustrate the progression from analyzing technology usage behavior to preventing technology-facilitated crimes in education. Individual awareness and adoption strategies influence unsafe technology use, necessitating instructional media for prevention. This framework guides media development to curb academic fraud, online gambling, and digital misconduct, fostering ethical awareness and digital responsibility among students.

METHODOLOGY AND RESEARCH DESIGN

The objectives were achieved through mixed-method research, beginning with a field survey on unsafe technology use in educational institutions. The survey revealed that student behaviors influenced societal expectations, particularly through technology altering the value of the learning process. Developing age-appropriate instructional media emerged as a key mechanism. After identifying challenges, target groups, and research areas, a systematic design was conducted with the study guidelines as follows:

1) Study Area: Data collection began at the National Anti-Corruption Commission (NACC) to explore policy implementation addressing unsafe technology use, particularly cybersecurity risks in educational institutions. This includes exposure to online gambling, misinformation, academic dishonesty through digital tools, and social engineering threats. Three model schools recognized for technology adoption were selected: two under the Secondary Education Service Area Office in Bangkok and one under the Office of the Basic Education Commission (OBEC).



2) Key Informant: Purposive sampling selected 22 participants based on their direct roles in preventing technology-related crimes in education. This included 10 NACC executives overseeing cybersecurity policies, 3 school executives managing digital safety, and 9 teachers promoting ethical technology use. Executives provided policy insights via interviews, while school personnel discussed real-world challenges in focus groups.

3) Population and Sample: The lower secondary student population across the three schools totaled 2,280. Using Yamane's formula (1973), a sample of 341 students was determined, with proportions adjusted for each school. Class teachers selected participants for questionnaires to minimize learning disruption.

4) Design and Test of Instructional Media: Design and Testing of Instructional Media: Three storyboards were developed based on findings from prior analysis and aligned with educational crime prevention objectives. These were reviewed by external experts specializing in cybersecurity education and instructional design to validate content accuracy, ethical considerations, and pedagogical effectiveness. Upon expert validation, the finalized media were produced and pilot-tested with 136 students to assess engagement, comprehension, and applicability. Feedback from both students and experts was integrated to refine the final instructional materials before broader implementation.

However, the research objectives required diverse methods: behavior analysis on unsafe technology use utilized surveys, interviews, focus groups, and observation; factors influencing instructional media development were examined through these methods, desk research, and expert-reviewed questionnaires, with results analyzed via stepwise regression; and the design and testing of instructional media employed experimental design, action research, and evaluation. This approach aims to create age-appropriate instructional media and advance Thailand's educational model globally.

RESULT AND DISCUSSION

The conceptual framework in Figure 1 guided the research methodology and design, focusing on factors influencing unsafe technology use and their impact on shifting student behavior through instructional media design. The study results and result discussions are delivered with each research objective as follows:

1) Analysis of Unsafe Technology Use Behavior in Educational Institutions

1.1) Individual Level



(1) *Awareness of causes*: Students and educational personnel must understand the causes of unsafe technology use or corruption, often linked to a lack of control, knowledge, and ethics. Social pressure and irresponsibility exacerbate these issues, negatively impacting education (Aydin, 2024). Awareness serves as a foundation for changing unsafe behaviors within the context of each institution.

(2) *Adaptation to situation*: Rapid technological shifts require students to adapt creatively and responsibly. Educational institutions should promote technology use to enhance learning while fostering awareness to prevent corruption. Continuous learning helps students navigate high-risk situations, such as careless social media use, minimizing negative societal impacts.

(3) *Influence of media and technology*: Technology advancements bring both benefits and risks, such as exposure to cheating, plagiarism, and online gambling, which harm learning. Schools must regulate and educate students on safe technology use, ensuring personnel guide them to mitigate risks.

(4) *Awareness cultivation*: Building responsibility from a young age, combined with corruption prevention knowledge, fosters moral values and ethical technology use (Muhammad et al., 2023). Institutions must instill ethics throughout education, enabling students to distinguish correct from incorrect technology use and apply it in daily life.

(5) *Development of good characteristics*: All youth should have opportunities to develop safe technology use skills. Institutions should reflect on the pros and cons of technology, promoting literacy, analytical thinking, and problem-solving. Indicators must evaluate academic outcomes and creative, ethical technology use to prevent corruption.

1.2) Adoption Level

(1) *Challenge*: Technology adoption in educational institutions faces challenges such as budget constraints, limited tools, personnel gaps, and a lack of understanding of safe technology use. Students with learning difficulties are particularly affected in this digital age. Institutions must develop modern instructional media to address societal issues like online fraud and inappropriate content while promoting safe technology use and effective learning.

(2) *Surveillance*: Monitoring students' online behavior is essential to address concerns such as addiction, distraction, and emotional impacts (Berges-Puyo, 2024). Proactive surveillance, including behavior monitoring systems and technology safety measures, should involve cooperation among all sectors and focus on raising awareness among teachers and students.



(3) *Application*: Information technology enhances learning by building knowledge and skills but must be carefully regulated to prevent misuse. As students increasingly use AI tools like ChatGPT, proper guidance is needed to ensure technology supports learning without causing pressure or dependency (Javaid et al., 2023).

(4) *Integration*: Modern technology should be systematically integrated into learning to develop analytical thinking, problem-solving, and awareness. Teachers must adapt to students' diverse backgrounds and maintain meaningful connections to prevent detachment in the learning process.

(5) *Prevention*: Clear policies and measures are essential to prevent unsafe technology use, including appointing teacher inspectors, installing CCTVs, filtering internet access, and training personnel. These measures help minimize risks and ensure safe and ethical technology practices in schools.

1.3) Outcome Expectation Level

(1) *Anti-corruption value development*: Developing anti-corruption values is crucial for shielding students and personnel from unethical influences. Predicting the impact of wrongdoing before involvement is key, supported by training, instructional media, and daily practices. Sarmini et al. (2017) highlighted the role of instructional media in fostering awareness and reducing corruption, creating a better educational ecosystem.

(2) *Transparent technology use promotion*: Schools must use technology to prevent corruption, employing tools like LMS (e.g., Google Classroom, Moodle) to monitor progress, assignments, and attendance systematically. Real-time tracking through ID cards enhances data management and communication, reducing corruption risks and promoting transparency, ensuring tangible accountability and integrity in educational institutions.

(3) *STRONG model application*: The STRONG model focuses on sufficiency, transparency, awareness, and compassion to foster morality and ethics. Revised to STRONGER with Excellence and Reformity, it strengthens students' adaptability to rapid social changes, involving community collaboration to monitor and report inappropriate behaviors like cheating and online gambling.

(4) *Organizational culture fostering*: Building a sustainable, ethical school culture takes time and effort. Embedding safe technology practices into school environments ensures students, teachers, and parents understand the importance of responsible use. Despite differing school limitations, strengthening culture can mitigate challenges like access to inappropriate content (Martin et al., 2023).



(5) *Evaluation and follow-up*: Continuous evaluation ensures the effectiveness of instructional methods and technology use. Media design must be relatable and inclusive for all students, fostering awareness through interconnected episodes. Evaluation should measure real outcomes, enabling students to actively contribute to a society free from corruption and technology misuse.

2) Factors affecting instructional media development to prevent unsafe technology use in educational institutions

The design of instructional media involves studying factors influencing successful technology adoption in educational institutions. These include appropriate media selection for the target group and support from stakeholders like teachers, students, and parents, ensuring instructional methods align with the digital age. Table 1 presents an overview of the key factors in instructional media development as follows:

Table 1 The factors affecting the success of teaching media adoption

Factors in order of importance and academic consistency			
Factor	Issue	Scholar	Main Theme
Motivation to use technology	Educational institutions lacked motivation and guidance to teach students to use technology safely and creatively.	Gómez-Trigueros et al. (2024)	Highlighting technology's positive value enhances motivation, requiring trained teachers to address current issues.
		Li et al. (2024)	Digital tools boost engagement, foster creative learning, and reduce risks.
		Liu et al. (2024)	Motivation, emotional engagement, and innovative technology build confidence and improve achievement.
Technology literacy	Educational institutions lacked the promotion of students to know how to use technology for benefits and avoiding risks.	Almufarreh & Arshad (2023)	Instructional media enhances students' freedom to learn, improving safe technology skills while supporting academic learning.
		Casal-Otero (2023)	Integrating artificial intelligence education at the K-12 level strengthens safe technology skills in the educational context.
		Consoli et al. (2023)	Educational institutions should promote technology to boost intellectual engagement, collaboration, and online research.
Attitude on technology	Students lacked the reason to try new technology,	Brocca (2024)	Video instructional media enhance student engagement, but limitations arise when teachers resist modern technology.



	even when teachers, peers, and others recommended them.	Getenet et al. (2024)	Attitudes toward digital technology require social, collaborative, and emotional engagement to facilitate effective online learning.
		Ly et al. (2024)	The link between students' rationale, convenience, utility, and technology behavior is crucial, with attitudes driving digital adaptation.
Perceived ability to use technology	Students lacked acceptance and trust in new technology, media, and digital devices.	Albayati (2024)	ChatGPT adoption faces gaps between technology and students, influenced by policies and regulations.
		Timbang & Velasco (2024)	Digital technology enriches learning and social experiences but requires behavior understanding to prevent misuse.
		Keane et al. (2023)	Inconsistent technology expectations between school and college cause resistance without improved student satisfaction.

Note: The issues found are caused by results of the factors with the greatest influence first.

The table highlights key factors for successful instructional media development to reduce unsafe technology use in educational institutions. Motivation is the most influential factor, followed by technological literacy, attitudes, and perceived ability to use technology. Consistency in teacher training, instructional design, motivation, and student participation are essential mechanisms. The table emphasizes boosting students' motivation for safe technology awareness and aligning media with their needs, with priorities ranked based on the success of instructional media development as follows:

Table 2 Ranking Based on Level of Achievement of Instructional Media Development

Objective	Ranking by the Results of Instructional Media Use		
	1	2	3
Preventive measures	Students are ready to safely apply technology in their daily lives.	Students can advise peers against using technology for fraud.	Educational institutions train teachers and students on risks of misuse leading to corruption.
Teaching support	Students adapt learning behavior to align with technological advancements.	Students can share opinions on technology use in learning.	Educational institutions promote understanding of E-Learning benefits.



Outcomes from technology use	Students recognize the influence of technology adoption in their schools.	Educational institutions campaign for safe technology use with external partners.	Educational institutions set E-Learning guidelines to enhance student potential.
------------------------------	---	---	--

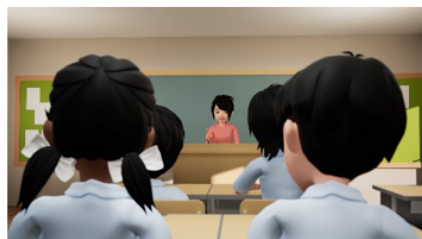
The table highlights the direction of instructional media use, emphasizing prevention guidelines as the key outcome. Students must use technology safely, warn against dishonesty, and align with advancements, supported by trained teachers. Institutions should foster awareness, promote safe technology use, and develop E-Learning guidelines to enhance potential. Linking media with student motivation fosters innovation and academic honesty. Teachers facilitate unbiased exploration, while institutions nurture moral identity through cooperation. Success relies on engaging instructional media and addressing student needs, as disinterest or unengaging tools lead to failure.

3) Design and Test of Instructional Media to Prevent Unsafe technology Use

The research team developed animation-based instructional media addressing exam cheating, online gambling, and responsible technology use. Expert consultations ensured accuracy, ethical considerations, and pedagogical effectiveness. External validation confirmed its reliability, and pilot testing with 136 students assessed engagement, comprehension, and behavioral impact, demonstrating its potential to enhance digital responsibility and prevent technology-facilitated misconduct in educational settings.



Table 3 Instructional Media (Animation) to Prevent Unsafe Technology Use in Educational Institutions

Episode 1: The Beginning (Exam Cheating)	Episode 2: The Game of Deception (Online Gambling)	Episode 3: Be Aware (Awareness Cultivation)
 Scene: Kao's father calls the teacher in charge of the exam.	 Scene: Irene asks her friend who is playing a game.	 Scene: The school director announces at the flagpole.
 Scene: Kao is copying key answers in the exam room.	 Scene: Irene asks Kao where they are rushing off to.	 Scene: Teacher Palm speaks in front of the class.
 Scene: School governing conference room	 Scene: Belle and Kao apologize to Teacher Top.	 Scene: Introduction of the Cyber Threat Booth



Based on the table above, the animation consists of three interconnected episodes, helping students understand issues and impacts of unsafe technology use. These episodes promote awareness and caution, using diverse characters to address and prevent corruption. The animation details are as follows:

1. Episode 1: The Beginning (Exam Cheating): This episode has a total duration of 7.49 minutes. The story begins with Kao's father, a politician, offering Preecha a 1-million-baht grant to secure Kao's Grade 7 English Program (EP) entrance. At Irene's house, her mother suggests she take a break, but Irene remains determined to attend the school. In Kao's bedroom, his father gives him a Grade 7 test to memorize for a top score. After the EP list was announced, with Kao ranking 4th and Irene 17th, Kao performed poorly in the mid-term exam, leading his father to demand better results. Under pressure, Kao paid Belle 2,000 baht per subject to help him cheat using a phone vibration system. Their plan worked during the final exam, but Teacher Top noticed identical scores. Confronted, Belle confessed, and the school summoned their parents. The school allowed Kao and Belle to retake the exam, staying in the special class if they passed or moving to a regular class if they failed. When Kao's father offered 2 million baht annually to keep Kao in the special class, the director refused. Furious, he threatened to transfer Kao, but the school proposed a collaborative approach, emphasizing understanding, patience, and parental involvement to foster morality. Teacher Top advised Kao and Belle to learn from the incident and embrace honesty as a shield for future challenges.

The episode "The Beginning" highlights how parents shape young people's thoughts and behaviors, both positively and negatively. Educational institutions also play a vital role in nurturing morality and ethics, working alongside parents to support students in becoming good citizens. This collaboration aims to help young people grow into responsible individuals who can thrive in society and serve as role models for others.

2. Episode 2: Game of Deception (Online Gambling): This episode has a total duration of 8.21 minutes. The story follows the Grade 8 characters as Irene notices Belle engrossed in her phone, with Jay joking that she's practicing to become a millionaire but playing a game instead. Suspicious, Irene and her friends observe Belle, who later buys a new watch with money from the game, encouraging Kao to try it. Both become addicted, losing money and borrowing from Win, a friend introduced by Jay. Unable to repay their growing debt, they avoid Win at school. Irene and Baibua see them fleeing and report it to



Teacher Top. Win confronts Belle and Kao, demanding repayment within three days. Realizing Jay's involvement, they request a delay due to exams, but Win refuses. At lunch, Irene offers help, and Belle and Kao confide in her under secrecy. Irene records their confession and informs Teacher Top, who reassures them after they admit their gambling mistake. Teacher Top shows news of a celebrity-linked gambling site, shocking Kao as it's the site they used. Commending Irene and Baibua for reporting early, Teacher Top calls Jay, who confesses to gambling after seeing an ad and tricking others to cover his losses. Police confirm they were all deceived. Jay is placed on probation, loses behavior points, and must perform daily good deeds until completing Grade 9.

The episode "Game of Deception" highlights the dangers of technology misuse, showing how easily young people can be deceived in the cyber world, leading to significant social harm. It warns about technological shifts linking online access to corruption, with propaganda tactics concealing risks and illegal activities. Developing media that addresses this issue can help students understand the dangers and impacts of online gambling on themselves and others.

3. Episode 3: Be Aware (Awareness Cultivation): This episode, lasting 8.33 minutes, follows the Grade 9 characters as Teacher Palm becomes their new class teacher. The school director welcomes students and announces a campaign for safe technology use after reports of misuse and corruption. In class, Teacher Palm introduces herself as skilled in technology, offering assistance and support for activities. During homeroom, Belle asks about integrating technology into education, and Teacher Palm explains its role in highlighting benefits and risks, emphasizing motivation and safe use. Irene suggests collaborating with external agencies to address safe technology use. At the school's cyber threat prevention event, the director welcomes NACC speakers, who stress distinguishing personal and public benefits and guiding others against misuse. Irene suggests readiness to apply technology, and Belle highlights teaching responsible use, earning praise. The speaker emphasizes cultivating self-awareness and supportive teaching technologies. At exhibition booths, Teacher Palm explains technology as a double-edged sword, advising caution and consultation when unsure. Baibua raises concerns about cheating, and Teacher Palm stresses understanding technology's purpose and impacts. In the final scene, Irene and her friends reflect on the importance of cautious, responsible technology use and the role of reading in national development.



In conclusion, at the end of this animation, they learn how to use technology mindfully and “be aware.” They not only use technology to their advantage and safety but also use their knowledge as role models for the youth in society, demonstrating the correct use of technology. These characters become role models of how to handle problems appropriately. This awareness and learning not only enhances the understanding of technology but also fosters shifts in the thinking and actions of the next generation.

Based on the presentation of 3 episodes of animation from the research, each offers valuable perspectives for cultivating awareness among students, teachers, parents, and others. Tested with students, the results are summarized as follows:

Table 4 Summary of Opinions from Instructional Media Test in Educational Institutions

Evaluation	Opinion (n = 136)					
	Agree	Neutral	Disagree	$\bar{X}$	SD	Interpret
Format						
1) The presentation is unique and interesting.	108 (79.4)	20 (14.7)	8 (5.9)	1.73	0.560	Agree
2) The images and language used are clear and easy to understand.	112 (82.4)	24 (17.6)	-	1.82	0.382	Agree
3) The order of the story is appropriate and easy to understand.	128 (94.1)	4 (2.9)	4 (2.9)	1.91	0.374	Agree
4) The presentation time is appropriate.	132 (97.1)	4 (2.9)	-	1.97	0.169	Agree
Content						
5) Modern and up-to-date	132 (97.1)	4 (2.9)	-	1.94	0.339	Agree
6) Interesting and appealing to watch	132 (97.1)	4 (2.9)	-	1.94	0.339	Agree
7) Concise, clear, and not too complicated	132 (97.1)	4 (2.9)	-	1.97	0.169	Agree
8) Create imagination or new and diverse perspectives on the current moral and ethical issues	124 (91.2)	12 (8.8)	-	1.91	0.284	Agree
9) Stimulate learning on moral and ethical issues	124 (91.2)	12 (8.8)	-	1.91	0.284	Agree



10) Creative and useful for further use or dissemination	132 (97.1)	4 (2.9)	-	1.97	0.169	Agree
Total				1.90	0.271	Agree

Note: Agree at 1.51-2.00, Neutral at 0.51-1.50, and Disagree at 0.01-0.50

The table above shows that 136 students participated in evaluating instructional media based on format and content. Most students expressed positive opinions, confirming its effectiveness in enhancing learning. Regarding format, 79.4% found it engaging and innovative, while 97.1% believed the content was sequential with appropriate timing. Most students agreed that the visuals and language used were clear and easy to understand, aiding comprehension. For content, 97.1% considered it modern and engaging, while 91.2% noted its concise and straightforward presentation provided a fresh perspective on ethics and morality. Additionally, students found the media creative and useful for wider dissemination. The positive reception highlights its potential in cultivating awareness of safe technology use through modern instructional approaches.

CONCLUSION

This study emphasizes designing and testing instructional media to prevent unsafe technology usage, particularly in Bangkok, where technology usage is high. Behavioral analysis revealed factors like technology literacy, attitude, and motivation influencing students' learning and decision-making. The animation-based media effectively addressed real-world issues, including exam cheating, online gambling, and digital fraud, using interactive storytelling and case-based learning. For instance, in one scenario, students were presented with the consequences of sharing exam answers through messaging apps, reinforcing ethical decision-making. Another scenario illustrated the risks of online gambling through a character who faced financial and academic consequences.

Instructional media proved instrumental in enhancing knowledge and fostering understanding. Its development must integrate knowledge, awareness, and participation from students, teachers, parents, and relevant agencies to create a safe learning environment and deliver sustainable societal benefits. Moreover, instructional media development should be continuous and involve collaboration among educators, students, parents, and relevant agencies to create a secure learning environment and mitigate



technology-driven crimes. Enhancing online danger literacy equips students with critical skills to recognize and prevent cyber threats, fraud, and digital exploitation. This foundation is essential for preparing students to navigate evolving technological risks while fostering ethical responsibility and resilience against cyber-related offenses in education and beyond.

ACKNOWLEDGMENT

This study was funded by the National Research Council of Thailand (NRCT) under the N18 (S2P12) funding for developing a moral society (Thai People 4.0 for a Moral Society). This study is part of the thesis on the Development of E-Learning to Support Teaching the Use of Safe, Cheat-free Technology and Creating an Understanding of the Use of Safe, Cheat-free Technology in Educational Institutions, reviewed and approved by the Office of The Committee for Research Ethics, Faculty of Social Sciences and Humanities, Mahidol University, with the certificate no. 2023/158.1909, valid since September 19, 2023.

REFERENCES

- Albayati, H. (2024). Investigating Undergraduate Students' Perceptions and Awareness of using ChatGPT as a Regular Assistance Tool: A User Acceptance Perspective Study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100203.
- Almufarreh, A. & Arshad, M. (2023). Promising Emerging Technologies for Teaching and Learning: Recent Developments and Future Challenges. *Sustainability*, 15(8), 6917-6937.
- Aydin, I. (2024). Ethical Issues in Educational Technology. *Kastamonu Education Journal*, 32(1), 861-881. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.1426735>
- Berges-Puyo, J. G. (2024). The Use of Technology in Education: 10 Concerns that Should Not be Overlooked. *International Journal of Research - GRANTHAALAYAH*, 12(3), 76-87.
- Brocca, N. (2024). Adoption of New Technologies in Pre-service Teachers. The Case of Interaction-enhancing Videos. *Teaching and Teacher Education*, 138, 104427.
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI Literacy in K-12: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 29-46. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Chuangcham, M., Wongpinpech, P., & Petchprayoon, C. (2021). Usage Behavior of Information and Communication Technology for Teaching Efficiency of the Teachers



- in Secondary Educational Service Area Office 5: Definition and Conditional Factors. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 15(3), 104-123.
- Consoli, T., Desiron, J., & Cattaneo, A. (2023). What is “Technology Integration” and how is it Measured in K-12 Education? A Systematic Review of Survey Instruments from 2010 to 2021. *Computer & Education*, 197, 104742.
- Ediyani, M., Hayati, U., Salwa, S., Samsul, S., Nursiah, N., & Fauzi, M.B. (2020). Study on Development of Learning Media. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, 3(2), 1336-1342.
- Getenet, S., Cantle, R., Redmond, P., & Albion, P. (2024). Students’ Digital Technology Attitude, Literacy and Self-efficacy and their Effect on Online Learning Engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 1-20.
- Gómez-Trigueros, I.M., Ruiz-Bañuls, M., Esteve-Faubel, J.M., & Mareque León, F. (2024). Teacher Motivation: Exploring the Integration of Technology and Didactics in the Narratives of Future Teachers. *Social Sciences*, 13(4), 217-235.
- Heliany, I, Asmadi, E, Sitinjak, H, & Lubis, A.F. (2023). The Role of Corruption Education in Combating Corruption Crimes in the Future. *Jurnal Pembaharuan Hukum*, 10(2), 256-270. <https://doi.org/10.26532/jph.v10i2.32344>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R.P., Khan, S., & Khan, I.H. (2023). Unlocking the Opportunities through ChatGPT Tool Towards Ameliorating the Education System. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 3(2), 1-12.
- Keane, T., Linden, T., Hernandez-Martinez, P., Molnar, A., & Blicblau, A. (2023). Digital Technologies: Students’ Expectations and Experiences during their Transition from High School to University. *Education and Information Technologies*, 28, 857-877.
- Lee, J., Choi, H., Davis, R.O., & Henning, M.A. (2023). Instructional Media Selection Principles for Online Medical Education and Emerging Models for the New Normal. *Medical Teacher*, 45(6), 633-641. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2022.2151884>
- Li, Y., Chen, D., & Deng, X. (2024). The Impact of Digital Educational Games on Student’s Motivation for Learning: The Mediating Effect of Learning Engagement and the Moderating Effect of the Digital Environment. *PLoS ONE*, 19(1), e0294350.
- Liu, Y., Ma, S., & Chen, Y. (2024). The Impacts of Learning Motivation, Emotional Engagement and Psychological Capital on Academic Performance in a Blended Learning University Course. *Front. Psychol.*, 15, 1357936.



- Ly, B., Doeur, B., & Nat, S. (2024). Key Factors Influencing Digital Learning Adoption among Cambodian University Students: An Integrated Theoretical Approach. *Computers in Human Behavior Reports*, 15, 100460. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100460>
- Mangkharat, P., Khajormpanypaisan, K., & Ngoiphuthon, R. (2024). Guidelines for the Development of Information Technology in 21st Century of Schools under Kalasin Primary Educational Service Area Office 3. *Journal of Buddhist Philosophy Evolved*, 8(1), 45-55.
- Martin, F., Bacak, J., Polly, D., Wang, W., & Ahlgrim-Delzell, L. (2023). Teacher and School Concerns and Actions on Elementary School Children Digital Safety. *TechTrends*, 67(3), 561-571. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00803-z>
- Mfreke, U.J., Ismail, S., & Isong, M.B. (2020). Teaching and Learning with Media Technology. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 7(5), 296-301.
- Muhammad, A., Malik, M.A., & Malik, H.A.M. (2023). Inculcating Ethical and Moral Values amongst the E-Learners: Proposing a Model for E-Learning Platforms. *European Journal of Educational Research*, 12(1), 455-465.
- National Statistical Office. (2024). *Summary of important results of ICT use by children and youth in 2023*. Bangkok: Statistics Forecasting Division.
- OECD/UNESCO. (2016). *Education in Thailand: An OECD-UNESCO Perspective, Reviews of National Policies for Education*. Paris: OECD Publishing.
- Sarmini, S., Swanda, I.M., & Nadiroh, U. (2017). The Importance of Anti-corruption Education Teaching Materials for the Young Generation. *The 2nd International Joint Conference on Science and Technology*, 953, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012167>
- Tenissara, S. & Ruangsarn, N. (2021). Sufficiency Mind for Anti-corruption. *Journal of Buddhist Education and Research*, 7(1), 247-259.
- Timbang, C.W. & Velasco, C.B. (2024). Digital Technology: Impact on Students' Learning Process, Social Interaction and Mental Well-Being. *International Multidisciplinary Journal of Research for Innovation, Sustainability, and Excellence (IMJRIS)*, 1(7), 247-258. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12793582>
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. New York: Harper & Row.



การศึกษาปริมาณธาตุองค์ประกอบและสัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนอาวุธปืนยาวที่เกิดจากการ เหนี่ยวไกด้วยนิ้วเท้าโดยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด A Study of Elemental Composition and Morphology of Gunshot Residue Particles Caused by Shotguns Triggered by big toe using SEM/EDX

ฉัตรชนก ธรรมกาย* และ ธิติ มหาเจริญ

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Chutchanok Tammakai and Thiti Mahacharoen

Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

Received: June 17, 2024 | Revised: January 25, 2025 | Accepted: March 19, 2025

บทความวิจัย (Research Article)

บทคัดย่อ

สังคมกำลังเผชิญปัญหาทั้งโรคระบาดและเศรษฐกิจตกต่ำ ล้วนทำให้เกิดภาวะความเครียด ผู้คนไม่
อาจหาทางออกของปัญหาที่เผชิญอยู่ ทำให้การเกิดอาชญากรรมเพิ่มสูงขึ้น หลายกรณีใช้ปืนยาวก่อ
อาชญากรรมโดยเหนี่ยวไกปืน มักใช้ปืนลูกซองก่อเหตุเนื่องด้วยเป็นอาวุธที่ผู้คนทั่วไปถือครองได้
การวิจัยนี้มุ่งศึกษาปริมาณธาตุองค์ประกอบและสัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนที่เกิดจากการเหนี่ยวไกด้วย
นิ้วเท้า ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนทางเดียว โดยใช้ปืนยาว 2 แบบ ได้แก่ ปืนลูกซองโบราณ และ ปืนไรเฟิล เรมมิงตัน .308 และใช้
กระสุนปืนจำนวน 4 ชนิด ในการทดลองประกอบด้วย กระสุนไรเฟิล (Rifle), กระสุนลูกซองลูกโดด (Slug),
กระสุนลูกซองลูกปราย (80xBB) (Birdshot) และกระสุนลูกซองลูกแก้วเม็ด (Buckshot) พบว่าปริมาณธาตุ
องค์ประกอบที่สำคัญหลังจากยิงปืนจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด เทียบจากกระสุนชนิดเดียวกันในแต่ละช่วงเวลา
หลังจากยิงตั้งแต่ 0, 2, และ 6 ชั่วโมง ในธาตุชนิดเดียวกันมีปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ไม่แตกต่างกัน และ
สัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด พบว่ารูปทรงค่อนข้างกลม มีพื้นผิวคล้ายส้ม แสดงให้
เห็นว่าระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างทั้ง 3 ช่วงเวลาสามารถตรวจพบธาตุองค์ประกอบที่สำคัญ (ธาตุพลวง,
ธาตุแบเรียม และ ธาตุตะกั่ว) ที่ใช้ในการยืนยันได้ว่ามาจากเขม่าดินปืนหลังจากการยิงปืน ซึ่งการนำ

* Corresponding author, email: ntchutchanok_t@hotmail.com



เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์หลักฐานในคดี เป็นการช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับวัตถุพยาน และนำไปสู่การตัดสินความผิดหรือการยืนยันความบริสุทธิ์ของผู้ต้องหาในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: เขม่าดินปืน, การเหนี่ยวไกด้วยนิ้วเท้า, ปืนยาว

Abstract

The society is facing the problems from epidemic and economic crisis causing stress and inability to find a solution to tackle. In many cases, the use of long guns to commit suicide has been increasing. It is impossible to use hand to pull the trigger. Shotguns are weapons that can be held by the public. In this research, the distribution pattern of the amount of particle and elemental composition of gunshot residue were studied by using big toe pulling the trigger. Scanning Electron Microscope/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, SEM/EDX was used to analyze with one-way ANOVA analysis. By using two types of rifles, consisting of the Baikal shotgun and the Remington .308 rifle with four types of bullet which are Rifled Bullet, Slug Bullet, Birdshot Bullet (80xBB) and Buckshot bullets (Ninth mm). It was found that the number of critical elemental components of GSR particles after shooting a gun from different four types of bullets compared to the same type of bullet in each interval after the shooting ranged from 0, 2, and 6 hours. In the same kind of element, the %weight values did not difference. And the particles characteristics from all four types of bullets found that the shape was quite circular and peeled orange. It shows that during the three periods of sample collection, important elements- Antimony (Sb) , Barium (Ba) and Lead (Pb) were used to confirm that they were derived from a gunpowder after firing. The application of technology in the analysis of evidence in legal cases enhances the credibility of physical evidence and contributes to the determination of the defendant's guilt or the affirmation of their innocence in the field of forensic science.

Keywords: Gunshot Residues, triggered by big toe, Rifle

บทนำ

จากสภาพปัญหาในปัจจุบันที่เกิดทั้งโรคระบาด และพิษเศรษฐกิจ ส่งผลให้หลายคนเกิดภาวะความเครียดจนไม่สามารถหาทางออกของปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ได้รับการแก้ไขจนนำไปสู่การใช้ความรุนแรงในรูปแบบต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าของกลุ่มคนบางกลุ่ม ทำให้แนวโน้มการเกิดอาชญากรรมเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งคดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ เกิดจากการใช้อาวุธปืนในการก่อเหตุ ไม่ว่าจะเป็นปล้นชิงทรัพย์ ฆาตกรรมหรือแม้กระทั่งการก่อวินาศกรรม (การฆ่าตัวตาย) เนื่องจากอาวุธปืนเป็นอาวุธที่สามารถถือครองได้หากมีใบอนุญาต ตามกฎหมายการพกปืนและสิ่งเทียมอาวุธปืน ตาม



พระราชบัญญัติอาวุธปืน พ.ศ. 2490 และประเทศไทยมีบ้านที่ติดสวน หรือติดป่ามาก ประชาชนสามารถขออนุญาตมีอาวุธปืนไว้ในครอบครองได้เพื่อป้องกันตัว ล่าสัตว์ หรือกิจกรรมสันทนาการกีฬา โดยส่วนใหญ่ที่ประชาชนครอบครองก็จะเป็นปืนลูกซองยาวเนื่องจากเป็นปืนที่ค่อนข้างเป็นที่นิยม และจากการรายงานของ บีบีซี ประเทศไทย พบว่า ประชาชนชาวไทยมีอาวุธปืนไว้ในครอบครองมากถึง 10.3 ล้านกระบอก โดยเฉลี่ย 15 กระบอกต่อประชากร 100,000 คน (Yongcharoenchai, 2022) เอาไว้ใช้ป้องกันดูแลทรัพย์สินหรือล่าสัตว์ มีความทนทาน ดูแลรักษาได้ง่ายและมีราคาไม่แพง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อาวุธปืน ถือว่าเป็นอาวุธที่ถูกใช้ก่อคดีอาชญากรรม และประเทศไทยมีสถิติผู้เสียชีวิตจากอาวุธปืนสูงที่สุดในเอเชียในปี 2556 คิดเฉลี่ยเป็น 7.84 คนต่อประชากร 100,000 คน มากที่สุดในเอเชีย (Prachatai, 2016) ซึ่งในกระบวนการพิสูจน์ความผิดนั้น สามารถเก็บรวบรวมพยานหลักฐานที่ได้จากอาวุธปืนหรือพยานหลักฐานอื่น ไม่ว่าจะเป็นอาวุธปืน ปลอกกระสุน คราบเขม่าปืนที่เกิดจากการเผาไหม้ขณะยิง สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด ด้วยในปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อทำให้การสืบสวนหาความจริงนั้นสามารถทำได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับวัตถุพยานที่อยู่ในที่เกิดเหตุ

ทั้งนี้ตามที่ได้กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ประชากรมีความเครียดสะสมมากขึ้น เมื่อไม่สามารถแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้ ความรุนแรงจึงอาจจะเป็นทางออกที่เหลืออยู่ และที่ได้กล่าวไปในข้างต้นนั้นอาวุธปืนยาวที่เป็นที่นิยม และประชาชนสามารถมีไว้ในครอบครองได้ ทำให้ได้เห็นคดีที่ใช้อาวุธปืนยาวก่อเหตุในคดีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้ก่อเหตุกับผู้อื่น หรือแม้แต่กระทำอัตวินิบาตกรรม ก็มีให้เห็นมากขึ้น โดยผู้วิจัยให้ความสนใจในคดีที่ใช้อาวุธปืนลูกซอง หรือปืนที่มีลำกล้องขนาดยาว โดยเฉพาะในกรณีการฆ่าตัวตายในบางครั้งผู้เสียชีวิตมักไม่ได้ใช้มือในการเหนี่ยวไกเนื่องจากขนาดความยาวของลำกล้อง ทำให้พบการใช้เท้าในการเหนี่ยวไกปืน หลายครั้งทำให้เกิดข้อสงสัยในหมู่ญาติผู้เสียชีวิต ถึงลักษณะการก่อคดีในลักษณะนี้ ว่าเป็นการเสียชีวิตจากการฆ่าตัวตายจริงหรือไม่ หรือถ้าเกิดขึ้นจริงอะไรจะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการยืนยันถึงการกระทำที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปจะต้องมีการตรวจสอบคราบเขม่าดินปืน ปริมาณความหนาแน่นของธาตุองค์ประกอบที่พบเพื่อยืนยันการก่อเหตุ แต่เนื่องด้วยการใช้นิ้วเท้าเหนี่ยวไกพบไม่บ่อย ทำให้การตรวจเปรียบเทียบยังมีน้อยกว่าการใช้มือในการก่อเหตุ โดยธาตุองค์ประกอบที่พบจากการเผาไหม้ของเขม่าปืนประกอบด้วยธาตุองค์ประกอบสำคัญ พลวง (Sb) แบเรียม (Ba) และตะกั่ว (Pb)

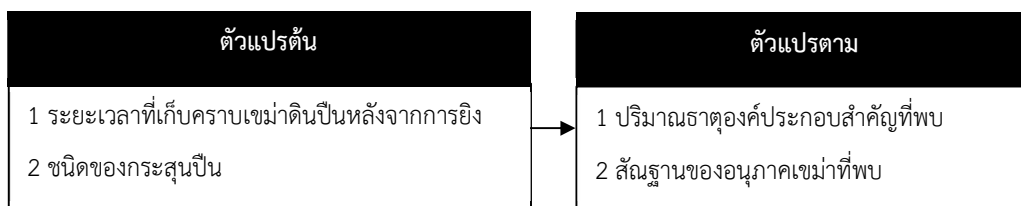
ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการทดลองศึกษาปริมาณธาตุองค์ประกอบสำคัญ และสัณฐานวิทยาของอนุภาคที่พบ ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และเครื่องวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์ (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, SEM/EDX) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุองค์ประกอบสำคัญ และสัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนจำนวน 4 ชนิด ที่เกิดจากการเหนี่ยวไกอาวุธปืนยาวด้วยนิ้วเท้า ณ ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ด้วยเทคนิค Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM/EDX)



กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 ตัวแปรต้น และตัวแปรตามในงานวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ทำการศึกษาว่าด้วยเรื่องความสำคัญของวัตถุพยาน “Gunshot residue (GSR) หรือ เขม่าดินปืน” ที่เกิดจากอาวุธปืน โดยทั้งนี้ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ ได้ให้ความเห็นไว้ว่า Gunshot residue หรือ เขม่าดินปืน มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องในกระบวนการสืบสวนคดีอาญา เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของคดี ทั้งนี้ยังสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อใช้ในการสรุปสาเหตุและลักษณะการเสียชีวิตได้ เป็นหนึ่งในหลักฐานชิ้นสำคัญในการพิสูจน์ในคดีที่มีการฆ่าตัวตายสามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อยืนยันสาเหตุการเสียชีวิต ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความถูกต้องของหลักฐาน จึงจะต้องนำเครื่องทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเพื่อช่วยวิเคราะห์ หาค่ามาตรฐานที่ถูกต้อง เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับวัตถุพยานที่ถูกนำไปเป็นหลักฐานประกอบในกระบวนการสืบสวนคดีอาญา โดยเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ พิสูจน์ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพและโครงสร้างเชิงเคมีที่พบในเขม่าดินปืน มีด้วยกันหลายเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็น AAS, ICP-MS, SEM, SEM-EDX, GC, HPLC โดยเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยส่วนใหญ่คือ SEM หรือ Scanning electron microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด มีกำลังขยายมากกว่ากล้องจุลทรรศน์ทั่วไป ทำให้เห็นถึงรูปร่าง ลักษณะ สัดส่วนและโครงสร้างของวัตถุพยาน ได้อย่างชัดเจน และข้อมูลที่ได้จะช่วยในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก และ SEM ยังคงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้เพื่อระบุอัตลักษณ์ของอนุภาคที่พบบนตัวอย่าง ที่สามารถใช้หาความสัมพันธ์ทั้งทาง สัดส่วนวิทยา และปริมาณธาตุองค์ประกอบ เพื่อใช้ในกระบวนการสืบสวนในคดี ที่มีอาวุธปืนเข้ามาเกี่ยวข้อง (Vachon and Martinez, 2019) โดยจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ ได้ให้ข้อมูลถึงแหล่งที่มาของสารประกอบอนินทรีย์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุ ตามตารางที่ 1 (Shrivastava et al., 2021)

ตารางที่ 1 สารประกอบอนินทรีย์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุ

สารประกอบอนินทรีย์	แหล่งที่มาจาก
Lead	ลูกตะกั่ว (Bullet) และชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Barium	ชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Antimony	ชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Copper	หัวกระสุน
Copper	หัวกระสุน
Iron	ลำกล้องของปืน (Barrel) และลูกตะกั่ว (Bullet)



Chromium	ดินขับ (Propellant)
Nitrates	ดินขับ (Propellant)
Zinc	หัวกระสุน และชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Nickel	Nickel ที่เคลือบอยู่บนปลอกกระสุน
Sodium nitrate	ชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Mercury	ชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Potassium	ดินขับ (Propellant) และชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Magnesium, aluminum	ชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer)
Cupro-nickel	หัวกระสุน
Zirconium powder	ตัวรีดิวซ์ (Reduce) ในปฏิกิริยา Oxidation-Reduction
Tungsten	ลูกกระสุนปืน
Tin	ปลอกกระสุน
Strontium	ตัวออกซิไดเซอร์ (Oxidizer) ในปฏิกิริยา Oxidation-Reduction
Stannic oxide	ตัวออกซิไดเซอร์ (Oxidizer) ในปฏิกิริยา Oxidation-Reduction
Phosphoric acid	ตัวออกซิไดเซอร์ (Oxidizer) ในปฏิกิริยา Oxidation-Reduction
Mercury fulminate	วัตถุระเบิด (Explosive)
Mercury	วัตถุระเบิด (Explosive)
Phosphorus	ปลอกกระสุน
Manganese หรือ beryllium	เชื้อเพลิง (Fuel)
Bronze หรือ brass	ปลอกกระสุน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด หรือ SEM เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถมองเห็นวัตถุที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีประสิทธิภาพมากกว่ากล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา โดยมีกำลังขยายสูงถึง 200,000 เท่า ในการทำงานของเครื่องจะเป็นการใช้ลำแสงอิเล็กตรอนส่องกราดไปบนพื้นผิวของตัวอย่าง (Surface) ผลลัพธ์ที่มองเห็นจะให้ภาพแบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีที่ทันสมัยและแม่นยำมากที่สุด ส่วน EDX อาจถูกเรียกอีกแบบว่า Energy Dispersive X-ray Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่อาศัยปฏิสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ ไปใช้สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีหรือธาตุของตัวอย่าง กล่าวคือเป็นวิธีที่มีความจำเพาะ มากกว่าวิธีอื่นใดทั้งหมด ดังนั้น SEM/EDX จึงเป็นวิธีที่สามารถมองเห็นภาพอนุภาคเข้ามาที่มาจากกรยิงปืนได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งแสดงผลเป็นภาพแบบ 3 มิติ คือสามารถเห็นอนุภาคนั้น ๆ ทั้งความกว้าง ความยาว และความลึกได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถบอกขนาดของอนุภาคหรือตัวอย่างที่ต้องการทราบ รวมถึงชนิดของธาตุที่มีอยู่ในอนุภาคนั้นได้ด้วย X-ray (EDX) โดยเทคนิค SEM/EDX สามารถวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ได้หลายธาตุในเวลาเดียวกัน โดยไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นเฉพาะธาตุตะกั่ว (Pb) แบเรียม (Ba) หรือพลวง (Sb) เท่านั้น (Schmid, 2016) จากงานวิจัยที่ถูกตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1982 โดย Samarendra Basu ได้ศึกษาลักษณะเฉพาะของโครงสร้างอนุภาคเข้ามาดินปืน โดยรูปร่างอนุภาคของเข้ามาดินปืนจากงานวิจัยแบ่งลักษณะของเข้ามาดินปืนได้ออกมาเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้



- 1) รูปทรงกลม มีขนาดตั้งแต่ 1-10 ไมโครเมตร
- 2) Nodular Spheroid หรืออนุภาคทรงกลมเล็ก เกาะอยู่บนอนุภาคทรงกลมใหญ่
- 3) peeled orange หรือผิวของเปลือกส้มที่เกิดจากการที่พลวงและแบเรียมจับกันเป็นแกนกลาง โดยมีตะกั่วล้อมรอบอยู่ภายนอกเป็นชั้นเรียงกัน (Basu, 1982)

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Romanò et al., (2020) ได้ทำการทดลองการยิงปืนจากกระสุนประเภท Lead-free หรือ non-toxic ammunition (NTA) จำนวน 3 ชนิดจากแบรนด์ GECO และ Fiocchi โดยทำการศึกษาลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของธาตุและสัณฐานของอนุภาค โดยใช้เทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนส่องกราดร่วมกับการวิเคราะห์รังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน (SEM/EDS) ทำการเก็บเขม่าดินปืนจากทั้งปลอกกระสุนและมือของผู้ยิงหลังจากการทดสอบการยิง โดยมีอาสาสมัครจำนวน 6 คนที่ยิงกระสุน 2 นัดสำหรับแต่ละประเภทของกระสุน พบว่าอนุภาคจากเขม่าดินปืน (GSR) ที่เกิดจากกระสุนชนิดต่าง ๆ พบธาตุองค์ประกอบดังนี้เช่น อลูมิเนียม, โพแทสเซียม, ซิลิกอน, กำมะถัน, ไทเทเนียม และสังกะสี นอกจากนี้ยังศึกษาความคงทนของอนุภาค GSR บนมือของผู้ยิงในช่วงเวลาตั้งแต่ 1 ถึง 6 ชั่วโมงหลังจากการยิง พบว่าอนุภาค GSR จากกระสุนทั้งสามชนิดที่ทดสอบยังคงพบบนมือของผู้ยิงได้จนถึง 6 ชั่วโมงหลังจากการยิง และสัณฐานของอนุภาคที่พบ มีทั้งพื้นผิวเรียบ ผิวเปลือกส้มและพบอนุภาคทรงกลมเล็ก เกาะอยู่บนอนุภาคทรงกลมใหญ่

2.2 Mingchanid (2017) ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุองค์ประกอบของเขม่าดินปืนกับช่วงเวลาหลังยิงปืนด้วย Friedman test พบว่า ปริมาณเขม่าดินปืนมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้ดำเนินการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุองค์ประกอบของเขม่าดินปืนกับช่วงเวลาหลังยิงตั้งแต่ 6, 8 และ 10 ชั่วโมง ทดสอบโดยใช้อาวุธปืน 9 มม. และกระสุน 2 ชนิด คือ 1) ลูกกระสุนหัวทองแดงหุ้มตะกั่ว 2) ลูกกระสุนหัวตะกั่ว โดยเก็บตัวอย่างจากมือทั้งสองข้าง บริเวณหลังมือ และฝ่ามือ และนำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma (ICP) และทดสอบสมมติฐานด้วย Friedman test พบว่า ปริมาณเขม่าดินปืนมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากงานวิจัยนี้พบว่า ระยะเวลาตั้งแต่ 6-10 ชั่วโมงนั้น มีผลต่อปริมาณธาตุองค์ประกอบที่พบ ทำให้ “ไม่สามารถยืนยันว่าตัวอย่างที่เก็บนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการยิงปืน 9 มม.”

2.3 Ratchakhom (2021) ได้ทำการเปรียบเทียบอนุภาคของเขม่าดินปืนบนผ้าภายหลังการยิงที่ระยะยิงที่แตกต่างกัน ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM) และเปรียบเทียบปริมาณเขม่าดินปืนบนตัวอย่างผ้าภายหลังการยิงที่ระยะการยิงที่แตกต่างกัน ด้วยเทคนิคเอกซเรย์สเปกโทรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, EDX) ใช้อาวุธปืนพกสั้นกึ่งอัตโนมัติ วอลเวอร์ ขนาด .380 นิ้ว ทำการยิงทั้งหมด 6 ระยะ ได้แก่ ระยะประชิด ระยะ 5 เมตร ระยะ 10 เมตร ระยะ 15 เมตร ระยะ 20 เมตร และระยะ 25 เมตร โดยพบว่าที่ระยะยิง 25 เมตร มีขนาดอนุภาคที่ใหญ่ที่สุด เท่ากับ 4.17 ไมครอน และที่ระยะประชิดมีขนาด

อนุภาคเล็กที่สุด เท่ากับ 1.10 ไมครอน ปริมาณธาตุองค์ประกอบหลัก 3 ธาตุ ได้แก่ แอนติโมนี/พลวง (Sb) แบเรียม (Ba) และตะกั่ว (Pb) ที่ระยะยิง 5 เมตร มีปริมาณแบเรียมมากที่สุด และที่ระยะ 5 เมตร พบเปอร์เซ็นต์ธาตุของเขม่าดินปืนมากที่สุด คือ ธาตุแอนติโมนี/พลวง (Sb) เท่ากับ 7.37 ± 3.08 ธาตุแบเรียม (Ba) เท่ากับ 110.25 ± 4.81 และธาตุตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 27.55 ± 8.59 และเมื่อศึกษาที่ระยะ 20 เมตร พบว่า ปริมาณเขม่าดินปืนลดลง

ระเบียบวิธีวิจัย

1) ขั้นตอนในการวิจัย

1.1 ยิงปืนยาวไรเฟิล Remington .308 บรรจุกะสุนไรเฟิล (Rifle) โดยใช้หัวโป่ง (หุ่นเท้า) เหนี่ยวไก มัดเชือกที่ปลายหัวให้ลอดผ่านโครงไก จากนั้นกระตุกเชือกเพื่อเหนี่ยวไก เริ่มเก็บคราบดินปืนที่หลังยิง เก็บ 2 บริเวณ ได้แก่ 1) บริเวณหน้าเท้า 2) บริเวณฝ่าเท้า ตามลำดับ (โดยจะต้องกดย้ำ ๆ (Stub) 20 ครั้ง ที่ตำแหน่งเดียวกัน)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวางอาวุธปืนที่ใช้ในการทดลอง

1.2 ยิงปืนลูกซองเดี่ยว บรรจุกะสุนลูกซองลูกโดด (Slug) โดยใช้หัวโป่ง (หุ่นเท้า) เหนี่ยวไก มัดเชือกที่ปลายหัวให้ลอดผ่านโครงไก จากนั้นกระตุกเชือกเพื่อเหนี่ยวไก เริ่มเก็บคราบดินปืนที่หลังยิง เก็บ 2 บริเวณ ได้แก่ 1) บริเวณหน้าเท้า 2) บริเวณฝ่าเท้า ตามลำดับ (โดยจะต้องกดย้ำ ๆ (Stub) 20 ครั้ง ที่ตำแหน่งเดียวกัน)

1.3 ทำซ้ำข้อที่ 1.2 โดยเปลี่ยนเป็นกระสุนลูกซองปราย (80xBB) (Birdshot)

1.4 ทำซ้ำข้อที่ 1.2 โดยเปลี่ยนเป็นกระสุนลูกซองเก้าเม็ด (Buckshot)

1.5 ยิงปืนยาวไรเฟิล Remington .308 บรรจุกะสุนไรเฟิล (Rifle) โดยใช้หัวโป่ง (หุ่นเท้า) เหนี่ยวไก มัดเชือกที่ปลายหัวให้ลอดผ่านโครงไก จากนั้นกระตุกเชือกเพื่อเหนี่ยวไก รอจนครบระยะเวลาที่ 2 ชั่วโมง เริ่มเก็บคราบเขม่าดินปืน เก็บ 2 บริเวณ 1. บริเวณหน้าเท้า 2. บริเวณฝ่าเท้า ตามลำดับ (โดยจะต้องกดย้ำ ๆ (Stub) 20 ครั้ง ที่ตำแหน่งเดียวกัน)

1.6 ยิงปืนลูกซองเดี่ยว บรรจุกะสุนลูกซองลูกโดด (Slug) โดยใช้หัวโป่ง (หุ่นเท้า) เหนี่ยวไก มัดเชือกที่ปลายหัวให้ลอดผ่านโครงไก จากนั้นกระตุกเชือกเพื่อเหนี่ยวไก รอจนครบระยะเวลาที่ 2 ชั่วโมง เริ่มเก็บคราบเขม่าดินปืน เก็บ 2 บริเวณ 1. บริเวณหน้าเท้า 2. บริเวณฝ่าเท้า ตามลำดับ (โดยจะต้องกดย้ำ ๆ (Stub) 20 ครั้ง ที่ตำแหน่งเดียวกัน)

1.7 ทำซ้ำข้อที่ 1.6 โดยเปลี่ยนเป็นกระสุนลูกซองปราย (80xBB) (Birdshot)



1.8 ทำซ้ำข้อที่ 1.6 โดยเปลี่ยนเป็นกระสุนลูกของลูกเก้าเม็ด (Buckshot)

1.9 ยิงปืนยาวไรเฟิล Remington .308 บรรจุกะสุนไรเฟิล (Rifle) โดยใช้ปืน (หุ่นเท้า) เหนียวโก มัดเชือกที่ปลายนิ้วให้ลอดผ่านโครงโก จากนั้นกระตุกเชือกเพื่อลั่นไก รอจนครบระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมง เริ่มเก็บคราบเขม่าดินปืน เก็บ 2 บริเวณ 1. บริเวณหน้าเท้า 2. บริเวณฝ่าเท้า ตามลำดับ (โดยจะต้องกดย้ำ (Stub) 20 ครั้งในแต่ละตำแหน่งเดียวกัน)

1.10 ยิงปืนลูกซองเดี่ยว บรรจุกะสุนลูกซองโคลด (Slug) โดยใช้ปืน (หุ่นเท้า) เหนียวโก มัดเชือกที่ปลายนิ้วให้ลอดผ่านโครงโก จากนั้นกระตุกเชือกเพื่อลั่นไก รอจนครบระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมง เริ่มเก็บคราบเขม่าดินปืน เก็บ 2 บริเวณ 1 บริเวณหน้าเท้า 2 บริเวณฝ่าเท้า ตามลำดับ (โดยจะต้องกดย้ำ ๆ (Stub) 20 ครั้งในแต่ละตำแหน่งเดียวกัน)

1.11. ทำซ้ำข้อที่ 1.10 โดยเปลี่ยนเป็นกระสุนลูกของลูกปราย (80xBB) (Birdshot)

1.12. ทำซ้ำข้อที่ 1.10 โดยเปลี่ยนเป็นกระสุนลูกของลูกเก้าเม็ด (Buckshot)



ภาพที่ 2 การ stub เก็บตัวอย่างบนหุ่นเท้าและทำการบรรจุใส่กล่องเก็บตัวอย่างเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

1.13. นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM/EDX

1.14. เตรียมตัวอย่างทั้งหมด 24 ตัวอย่างก่อนเข้าเครื่อง SEM/EDX วิธีการในการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง SEM/EDX คือใน 1 ตัวอย่างจะทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยใช้กำลัง voltage สำหรับ SEM เริ่มต้นที่ 15 kv

2) เครื่องมือการวิจัย

2.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด หรือ SEM รุ่น The FlexSEM 1000 II และเครื่องวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (EDX) ยี่ห้อ AMETEK โดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM E1588-20 ในการวิเคราะห์ตัวอย่างเขม่าดินปืน หรือ GSR การเตรียมตัวอย่างก่อนเข้าเครื่อง การใช้งานเครื่อง และการวิเคราะห์ผล

2.2 ปืนยาวไรเฟิล ขนาดลำกล้อง 26 นิ้ว รุ่น Remington 700 vsf ss .308

2.3 ปืนลูกซองเดี่ยว BAIKAL รุ่นMP-18 EMK-M เบอร์12 ยาว 29 นิ้ว บรรจุ 1 นัด หักลำกล้อง

2.4 กระสุนปืน 4 ชนิด ประกอบด้วย

1) กระสุนไรเฟิล (Rifle bullet) น้ำหนัก 9.1 กรัม ยี่ห้อ PSD (Poongsan Metal Manufacturing Company Ltd., Seoul, Republic of Korea)

2) กระสุนลูกซอง ลูกโคลด Slug (Slug bullet) ขนาด 12 เกจ ยี่ห้อ Thai Arms

3) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) (Birdshot bullet) ขนาด 12 เกจ ยี่ห้อ Thai Arms



4) กระสุนลูกซอง ลูกแก้มัด (Buckshot bullet) ขนาด 12 เกจ ยี่ห้อ Thai Arms

2.5 Carbon tape ขนาด 8 มิลลิเมตร X 20 เมตร

โดยก่อนการนำไปใช้งาน ตัด Carbon tape ขนาด 5 มิลลิเมตร X 8 มิลลิเมตร และแปะลงบนแท่นสำหรับใช้ในการ stub เก็บตัวอย่าง

2.6 หุ่นเท้าปลอม จำนวน 6 ชิ้น ทำความสะอาดด้วย absolute EtOH ก่อน/หลังการทดลอง และเก็บ blank sample โดยเลือกใช้ absolute EtOH เนื่องจาก absolute EtOH มีความสามารถในการละลายไขมัน น้ำมัน และสิ่งสกปรกต่างๆ ได้ดี โดยมักจะใช้ในการทำความสะอาดเครื่องมือในห้องทดลอง หรือในอุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดสูง เช่น การทำความสะอาดพื้นผิวที่ต้องการหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกหรือสารเคมีต่าง ๆ

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ

3.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean)

3.2 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) การทดสอบเปรียบเทียบปริมาณ เหม้าดินปืนที่ตรวจพบจากแท่งที่ใช้เหนียวไกลจากกระสุนปืนชนิดต่างกัน และระยะเวลาที่คงอยู่ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ผลการวิจัย

จากการทดลองในการเก็บตัวอย่างเหม้าดินปืนหลังจากการยิงจากบริเวณหน้าเท้าและฝ่าเท้า โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุองค์ประกอบสำคัญ และเปรียบเทียบในระยะเวลา 3 ช่วง ที่ทำการเก็บตัวอย่าง พบว่าธาตุองค์ประกอบสำคัญที่พบมากที่สุด คือ ธาตุตะกั่ว (Pb) ธาตุพลวง (Sb) และธาตุแบเรียม (Ba) ตามลำดับ ดังข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุองค์ประกอบสำคัญกับชนิดของกระสุนและช่วงเวลา

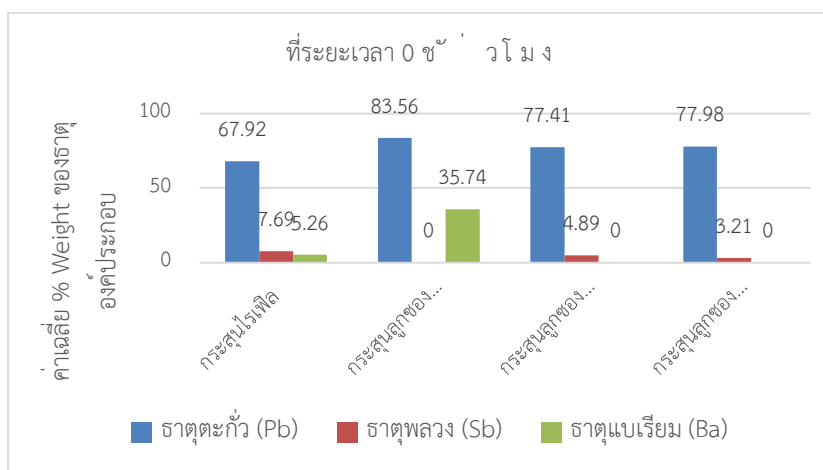
ธาตุองค์ประกอบ	ชนิดกระสุน	% Weight ของธาตุองค์ประกอบในแต่ละช่วงเวลา		
		0 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง
ธาตุตะกั่ว (Pb)	กระสุนไรเฟิล	65.63	54.96	58.36
	กระสุนลูกซอง ลูกโดด	83.56	80.55	80.63
	กระสุนลูกซอง ลูกปราย	76.43	71.79	55.59
	กระสุนลูกซอง ลูกแก้มัด	77.98	83.03	60.08
	กระสุนไรเฟิล	6.93	6.83	11.07
ธาตุพลวง (Sb)	กระสุนลูกซอง ลูกโดด	-	-	3.19
	กระสุนลูกซอง ลูกปราย	4.94	5.12	6.27
	กระสุนลูกซอง ลูกแก้มัด	3.21	4.9	3.34



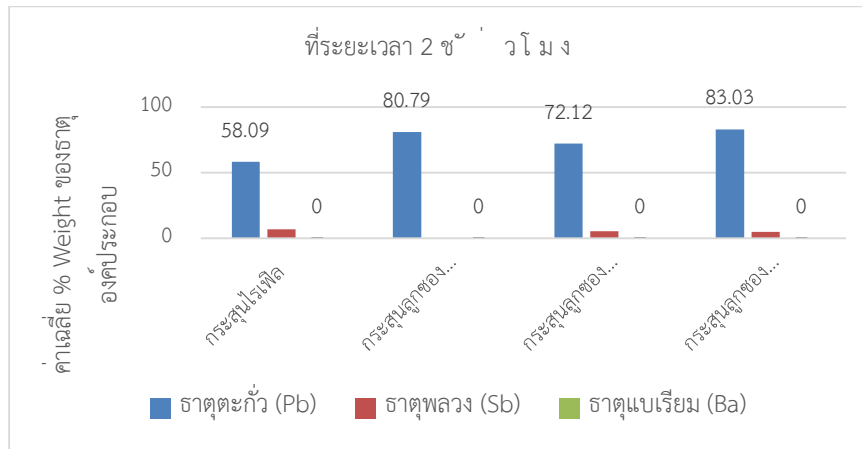
ธาตุแบเรียม (Ba)	กระสุนไรเฟิล	5.26	-	-
	กระสุนลูกซอง ลูกโดด	35.74	-	-
	กระสุนลูกซอง ลูกปราย	-	-	26.55
	กระสุนลูกซอง ลูกเก้าเม็ด	-	-	-

แผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นว่าธาตุองค์ประกอบสำคัญที่พบจากตัวอย่างที่เก็บหลังผ่านระยะเวลาไป 0 ชั่วโมง ธาตุองค์ประกอบที่ถูกลบมากที่สุดในการสุ่มทั้ง 4 ชนิด คือ ธาตุตะกั่ว (Pb) โดยเรียงลำดับจาก 1) กระสุนลูกซอง ลูกโดด 2) กระสุนลูกซอง ลูกเก้าเม็ด 3) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) และ 4) กระสุนไรเฟิล ธาตุองค์ประกอบที่พบรองลงมาคือ พลวง (Sb) ซึ่งพบใน 1) กระสุนไรเฟิล 2) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) และ 3) กระสุนลูกซอง ลูกเก้าเม็ด ส่วนในกระสุนลูกซอง ลูกโดดไม่พบพลวง (Sb) และธาตุแบเรียม (Ba) พบเฉพาะในกระสุนลูกโดดและกระสุนไรเฟิลเท่านั้น

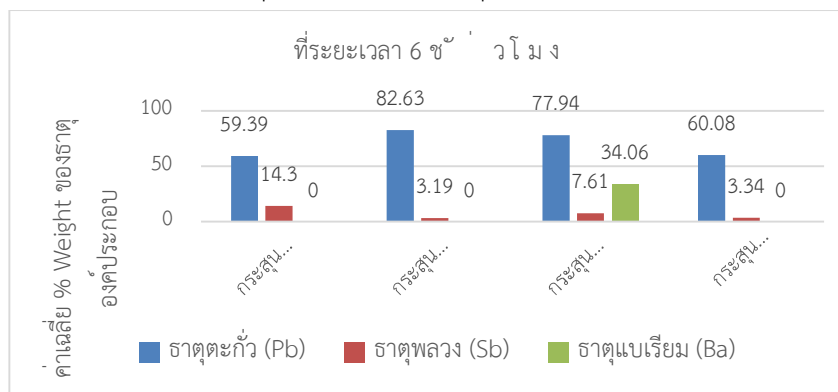
แผนภูมิที่ 1 การเปรียบเทียบปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุองค์ประกอบในการสุ่มแต่ละชนิด ที่ระยะเวลา 0 ชั่วโมง



แผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นว่าธาตุองค์ประกอบสำคัญที่พบจากตัวอย่างที่เก็บหลังผ่านระยะเวลาไป 2 ชั่วโมง ธาตุองค์ประกอบที่ถูกลบมากที่สุดในการสุ่มทั้ง 4 ชนิด คือ ธาตุตะกั่ว (Pb) โดยเรียงลำดับจาก 1) กระสุนลูกซอง ลูกเก้าเม็ด 2) กระสุนลูกซอง ลูกโดด 3) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) และ 4) กระสุนไรเฟิล ตามลำดับ ธาตุองค์ประกอบพลวง (Sb) พบใน 1) กระสุนไรเฟิล 2) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) และ 3) กระสุนลูกซอง ลูกเก้าเม็ด ส่วนในกระสุนลูกซอง ลูกโดดไม่พบพลวง (Sb) และไม่พบธาตุองค์ประกอบแบเรียม (Ba) จากตัวอย่างที่เก็บเข้ามาป็นของกระสุนทั้ง 4 ชนิด

**แผนภูมิที่ 2** ค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุองค์ประกอบในกระสุนแต่ละชนิด ที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

แผนภูมิที่ 3 แสดงให้เห็นว่าธาตุองค์ประกอบสำคัญที่พบจากตัวอย่างที่เก็บหลังจากผ่านระยะเวลาไป 6 ชั่วโมง ธาตุองค์ประกอบที่ถูพบมากที่สุดในการสุ่มทั้ง 4 ชนิด คือ ธาตุตะกั่ว (Pb) โดยเรียงลำดับจาก 1) กระสุนลูกซอง ลูกโดด 2) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) 3) กระสุนลูกซองลูกแก้วเม็ด และ 4) กระสุนไรเฟิล ตามลำดับ ธาตุองค์ประกอบพลวง (Sb) พบใน 1) กระสุนไรเฟิล 2) กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) 3) กระสุนลูกซอง ลูกแก้วเม็ด และ 4) กระสุนลูกซอง ลูกโดด ตามลำดับ ส่วนในธาตุองค์ประกอบแบเรียม (Ba) พบเฉพาะในกระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB)

แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุองค์ประกอบในกระสุนแต่ละชนิด ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่ได้จากค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุองค์ประกอบสำคัญจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุตะกั่ว (Pb) ของกระสุนปืนไรเฟิลที่พบหลังจากการยิงปืน ทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ตารางความแปรปรวนทางเดียว	ผลรวมกำลังสอง	องศาความเป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	302.9	2	151.5	0.7337	P=0.5043



ภายในกลุ่ม	2065	10	206.5
รวม	2367	12	

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุพลวง (Sb) ของกระสุนปืนไรเฟิลที่พบหลังจากการยิงปืน ทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ตารางความแปรปรวนทาง เดียว	ผลรวม กำลังสอง	องศาความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	33.07	2	16.53	0.3286	P=0.7321
ภายในกลุ่ม	301.8	6	50.31		
รวม	334.9	8			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุองค์ประกอบจากกระสุนปืนไรเฟิลในทั้ง 3 ช่วงเวลา วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าปริมาณ % weight ของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนไรเฟิลในทั้ง 3 ช่วงเวลา มีค่า $F=0.7337$ $Sig=0.5043$ และจากตารางที่ 4 ปริมาณ % weight ของธาตุพลวง (Sb) มีค่า $F=0.3286$ $Sig=0.7321$ ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ปริมาณของธาตุตะกั่ว (Pb) ธาตุพลวง (Sb) จากกระสุนปืนไรเฟิลที่พบหลังจากการยิงปืนทั้ง 3 ช่วงเวลา เมื่อเปรียบเทียบในธาตุชนิดเดียวกันมีค่าเฉลี่ยปริมาณ % weight ไม่แตกต่างกัน โดยกระสุนปืนไรเฟิลพบแบเรียม (Ba) ในระยะเวลาที่ 0 ชั่วโมงเท่านั้น

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุตะกั่ว (Pb) ของกระสุนปืนลูกซองลูกโตที่พบหลังจากการยิงปืน ทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ตารางความแปรปรวนทาง เดียว	ผลรวมกำลัง สอง	องศาความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	7.978	2	3.989	0.4062	P=0.6809
ภายในกลุ่ม	68.75	7	9.821		
รวม	76.73	9			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณร้อยละของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกโต ในทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว มีค่าสถิติเอฟเท่ากับ 0.4062 ระดับนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบเท่ากับ 0.6809 ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกโตที่พบทั้ง 3 ช่วงเวลา ไม่แตกต่างกัน และพบว่าตะกั่ว (Pb) มีปริมาณที่ถูกต้องพบมากที่สุด ตามด้วยแบเรียม (Ba) และพลวง (Sb) โดยพบแบเรียม (Ba) ในระยะเวลาที่ 0 ชั่วโมง และพลวง (Sb) ในระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมงเท่านั้นในกระสุนลูกโต



ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุตะกั่ว (Pb) ของกระสุนปืนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) ทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ตารางความแปรปรวน ทางเดียว	ผลรวม กำลังสอง	องศาความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	ค่าสถิติ เอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	59.71	2	29.85	0.7662	P=0.4881
ภายในกลุ่ม	428.6	11	38.96		
รวม	488.3	13			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุพลวง (Sb) ของกระสุนปืนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) ทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ตารางความแปรปรวน ทางเดียว	ผลรวม กำลัง	องศาความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	ค่าสถิติ เอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	4.501	2	2.251	0.4640	P=0.6430
ภายในกลุ่ม	43.66	9	4.851		
รวม	48.16	11			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณร้อยละของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) ในทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว มีค่าสถิติเอฟเท่ากับ 0.7662 ระดับนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบเท่ากับ 0.4881 ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกปราย (80xBB) ที่พบทั้ง 3 ช่วงเวลา ไม่แตกต่างกัน โดยพบแบเรียม (Ba) ในระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมงเท่านั้น และจากตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณร้อยละของธาตุพลวง (Sb) จากกระสุนปืนลูกปราย (80xBB) ในทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว มีค่าสถิติเอฟเท่ากับ 0.4640 ระดับนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบเท่ากับ 0.6430 ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ปริมาณค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุแอนติโมนี (Sb) จากกระสุนปืนลูกปราย (80xBB) ที่พบทั้ง 3 ช่วงเวลา ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุตะกั่ว (Pb) ของกระสุนลูกซอง ลูกแก้มัด ทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ตารางความแปรปรวน ทางเดียว	ผลรวม กำลังสอง	องศาความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง	ค่าสถิติ เอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	242.182	2	121.091	5.015	P=0.039



ภายในกลุ่ม	193.185	8	24.148
รวม	435.367	10	

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

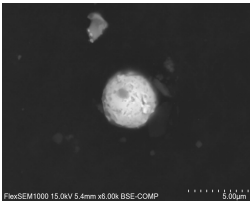
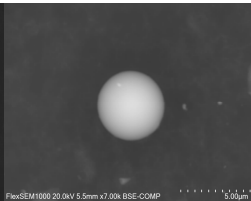
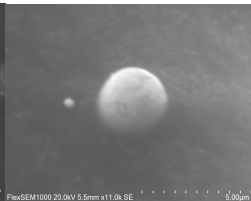
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุพลวง (Sb) ของกระสุนปืนลูกซอง ลูกแก้มัดทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

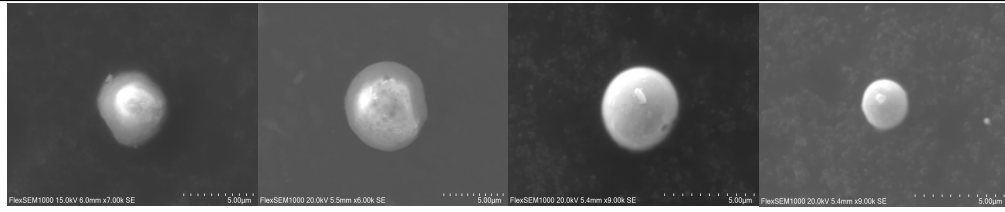
ตารางความแปรปรวนทางเดียว	ผลรวมกำลังสอง	องศาความเป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P value
ระหว่างกลุ่ม	0.6974	2	0.3487	0.2758	P=0.8028
ภายในกลุ่ม	1.264	1	1.264		
รวม	1.961	3			

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 8 การเปรียบเทียบปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุองค์ประกอบจากกระสุนปืนลูกซอง ลูกแก้มัด ในทั้ง 3 ช่วงเวลา วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกแก้มัดในทั้ง 3 ช่วงเวลา มีค่า $F=5.015$ Sig=0.039* ซึ่งพบว่ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกแก้มัดที่พบทั้ง 3 ช่วงเวลา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และจากตารางที่ 9 ปริมาณร้อยละของธาตุพลวง (Sb) จากกระสุนปืนลูกแก้มัด ในทั้ง 3 ช่วงเวลา พบว่า มีค่า $F=0.2758$ Sig=0.8028 ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุพลวง (Sb) จากกระสุนปืนลูกซอง ลูกแก้มัดที่พบทั้ง 3 ช่วงเวลา ไม่แตกต่างกัน และธาตุองค์ประกอบแบเรียม (Ba) ไม่พบในทั้ง 3 ช่วงเวลา

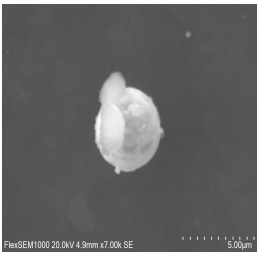
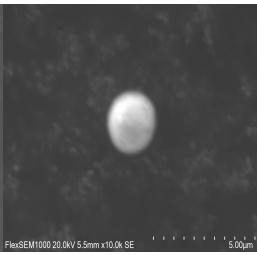
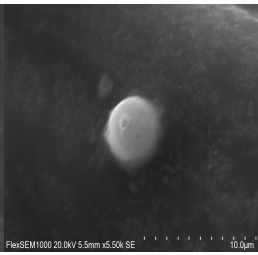
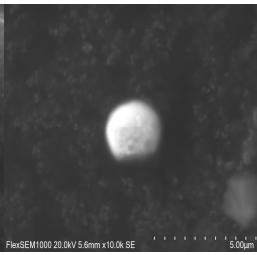
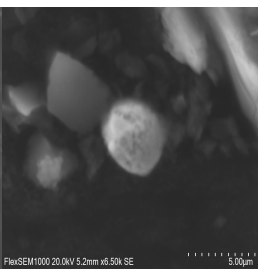
ตารางที่ 10 สัณฐานของอนุภาคจากเขม่าปืนที่พบที่ระยะเวลา 0 ชั่วโมง

กระสุนไรเฟิล	กระสุนลูกซอง ลูกโดด	กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB)	กระสุนลูกซอง ลูกแก้มัด
ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 7
			
ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 6	ตัวอย่างที่ 8



ตามตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่าสัณฐานของอนุภาคที่พบจากเขม่าป็น ของกระสุนทั้ง 4 ชนิด มีรูปร่าง สัณฐานค่อนข้างกลมและมีขนาดใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับกระแะกำลังขยายของภาพที่ 6.0-11.0K และกำลังยิงที่ 15-20kV เห็นขอบของรูปทรงชัดเจน มีความแวววาว และกระสุนลูกของ ลูกเก้าเม็ด (ตัวอย่างที่ 7) จะพบว่ามีก้อนกลมขนาดเล็กเกาะอยู่บนอนุภาคใหญ่ ในกระสุนไรเฟิล (ตัวอย่างที่ 1) และ กระสุนลูกของ ลูกโดด (ตัวอย่างที่ 4) จะเห็นว่าพื้นผิวโดยรอบจะไม่เรียบ มีลักษณะพื้นผิวขรุขระ เมื่อนำมา เปรียบเทียบกันในแต่ละชนิดจากช่วงระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างทันทีหลังยิงปืนแล้วพบว่า มีสัณฐานของ อนุภาคความคล้ายคลึงกันทั้ง 4 ชนิด คือ มีรูปทรงกลมและแวววาว

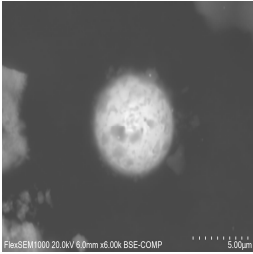
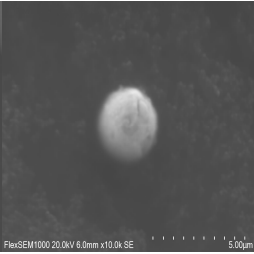
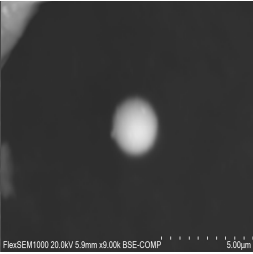
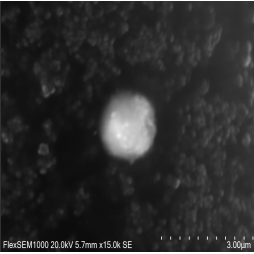
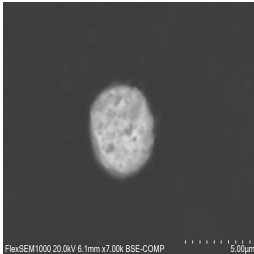
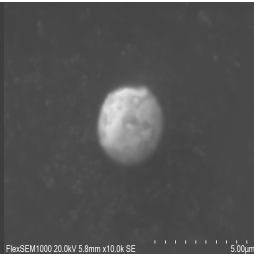
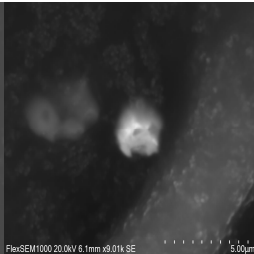
ตารางที่ 11 สัณฐานของอนุภาคจากเขม่าป็นที่พบที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

กระสุนไรเฟิล	กระสุนลูกของ ลูกโดด	กระสุนลูกของ ลูกปราย (80xBB)	กระสุนลูกของ ลูกเก้าเม็ด
ตัวอย่างที่ 9	ตัวอย่างที่ 11	ตัวอย่างที่ 13	ตัวอย่างที่ 15
			
ตัวอย่างที่ 10	ตัวอย่างที่ 12	ตัวอย่างที่ 14	ตัวอย่างที่ 16
			

ตามตารางที่ 11 สัณฐานของอนุภาคจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด เก็บตัวอย่างหลังจากผ่านไป 2 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าสัณฐานของอนุภาคที่พบจากเขม่าป็น มีรูปร่างสัณฐานค่อนข้างกลม และมีขนาดใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบจากกระแะกำลังขยายของภาพที่ 6.0-10.0K และกำลังยิงที่ 20kV แต่อาจจะเห็นขอบของรูปทรงได้ ไม่ชัดเจน ในกระสุนชนิดเดียวกันขนาดแตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ระยะเวลา 0 ชั่วโมง



ตารางที่ 12 สัณฐานของอนุภาคจากเขม่าปืนที่พบที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

กระสุนไรเฟิล	กระสุนลูกซอง ลูกโดด	กระสุนลูกซอง ลูกปราย (80xBB)	กระสุนลูกซอง ลูกเก่าเม็ด
ตัวอย่างที่ 17	ตัวอย่างที่ 19	ตัวอย่างที่ 21	ตัวอย่างที่ 23
			
ตัวอย่างที่ 18	ตัวอย่างที่ 20	ตัวอย่างที่ 22	ตัวอย่างที่ 24
			Element not found

ตามตารางที่ 12 สัณฐานของอนุภาคจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด เก็บตัวอย่างหลังจากผ่านไป 6 ชั่วโมง จะเห็นว่าสัณฐานของอนุภาคที่พบจากเขม่าปืนที่ระยะกำลังขยายของภาพที่ 6.0-15.0K และกำลังยิงที่ 20kV ยังคงมีรูปร่างสัณฐานค่อนข้างกลม แต่อาจจะเห็นขอบของรูปทรงได้ไม่ชัดเจน เมื่อเทียบกับตัวอย่างจากกระสุนชนิดเดียวกันในช่วงระยะเวลาที่ 0 และ 2 ชั่วโมง และจะเห็นได้ว่าในกระสุนลูกซอง ลูกเก่าเม็ด ในตัวอย่างที่ 24 ที่เก็บตัวอย่างบริเวณฝาเท้า ไม่พบอนุภาค

อภิปรายผล

1. อภิปรายผลการวิจัยจากปริมาณค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุองค์ประกอบสำคัญที่พบหลังจากการยิงปืน ที่ระยะเวลา 0, 2 และ 6 ชั่วโมง พบว่าปริมาณคราบเขม่าหลังจากยิงปืนจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณธาตุองค์ประกอบสำคัญที่พบไม่แตกต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป เมื่อเทียบจากปริมาณค่าเฉลี่ย % Weight ของธาตุชนิดเดียวกันในกระสุนทั้ง 4 ชนิด แต่ในกระสุนลูกซอง ลูกเก่าเม็ด พบว่าปริมาณของธาตุตะกั่ว (Pb) มีระดับนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบเท่ากับ 0.039 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณของธาตุตะกั่ว (Pb) จากกระสุนลูกซอง ลูกเก่าเม็ด ที่พบที่ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 6 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งในกรณีนี้ อาจมาจากการที่ผู้วิจัยได้ทดลองในสถานที่เปิดโล่ง ทำให้อาจจะเกิดปัจจัยภายนอกเข้ามารบกวน ส่งผลต่อคุณภาพของตัวอย่างที่เก็บ ณ ช่วงเวลานั้น ที่เป็นผลทำให้ในระยะเวลาหนึ่งพบ และอีกระยะเวลาหนึ่งไม่พบ โดยจากการวิจัยพบว่า จากกระสุนทั้ง 4 ชนิด ธาตุองค์ประกอบที่พบมากที่สุด คือ ธาตุตะกั่ว (Pb) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าของ Shrivastava et



al., (2021) ว่าธาตุที่พบส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุจากอาวุธปืน โดยธาตุตะกั่ว (Pb) นั้น เป็นองค์ประกอบหลักของชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer) รองลงมาคือ ธาตุแอนติโมนี (Sb) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer) เช่นกัน และลำดับสุดท้ายคือ ธาตุแบเรียม (Ba)

2. อภิปรายผลการวิจัยจากสัณฐานของอนุภาคที่พบจากเขม่าปืนหลังจากการยิงปืนที่ระยะเวลา 0, 2 และ 6 ชั่วโมง

2.1 สัณฐานของอนุภาคจากเขม่าปืน ที่พบหลังจากการยิงปืนด้วยกระสุนทั้ง 4 ชนิด ที่ระยะเวลาที่ 0, 2 และ 6 ชั่วโมง พบว่าในระยะเวลาที่ 0 ชั่วโมง มีรูปร่างสัณฐานค่อนข้างกลมและมีขนาดใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับกระเษัยกำลังขยายของภาพที่ 6.0-15.0K และกำลังยิงที่ 15-20kV เห็นขอบของรูปทรงชัดเจน มีความเป็นเงา แฉววาว ในบางตัวอย่างจะเห็นว่าพื้นผิวโดนรอบจะไม่เรียบ มีลักษณะพื้นผิวขรุขระ แต่ยังคงเห็นเป็นรูปทรงกลมชัดเจน

2.2 สัณฐานของอนุภาคจากเขม่าปืน เมื่อเก็บตัวอย่างหลังระยะเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง พบว่า จะเห็นได้ว่าสัณฐานของอนุภาคที่พบจากเขม่าปืนมีรูปร่างสัณฐานค่อนข้างกลม และมีขนาดใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับกระเษัย 5.0 μm แต่อาจจะเห็นขอบของรูปทรงได้ไม่ชัดเจน โดยขนาดมีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับกระสุนชนิดเดียวกัน ที่ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างที่ 0 ชั่วโมง

2.3 สัณฐานของอนุภาคจากเขม่าปืน เมื่อเก็บตัวอย่างหลังระยะเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าสัณฐานของอนุภาคที่พบจากเขม่าปืน ยังคงมีรูปร่างสัณฐานค่อนข้างกลม แต่อาจจะเห็นขอบของรูปทรงได้ไม่ชัดเจน มีบางส่วนหายไป และมีขนาดที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับตัวอย่างจากกระสุนชนิดเดียวกันในช่วงระยะเวลาที่ 0 และ 2 ชั่วโมง

บทสรุป

การศึกษาปริมาณธาตุองค์ประกอบและสัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนอาวุธปืนยาวที่เกิดจากการเหนียวไคด้วยนิ้วเท้าด้วยเทคนิค SEM/EDX พบว่าปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ของธาตุองค์ประกอบที่เก็บจากคราบเขม่าหลังจากยิงปืนจากกระสุนทั้ง 4 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างธาตุชนิดเดียวกันของกระสุนทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณค่าเฉลี่ย % weight ไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป ส่วนการศึกษาสัณฐานของอนุภาคที่พบสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบว่า สัณฐานของอนุภาคเขม่าดินปืนมีลักษณะที่มีรูปทรงค่อนข้างกลม และมีขนาดอยู่ที่ 1-10 μm หรือมีผิวคล้ายผิวของเปลือกส้ม สรุปได้ว่าระยะกำลังขยายของภาพที่ 6.0-15.0K และกำลังยิงที่ 15-20kV พบว่าขนาดของอนุภาคอยู่ในช่วง 5.0 μm โดยประมาณ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างทั้ง 3 ช่วงเวลาคือ 0, 2 และ 6 ชั่วโมงหลังจากการยิงปืน สามารถตรวจพบธาตุองค์ประกอบที่สำคัญและสัณฐานของเขม่าดินปืน ยิ่งไปกว่านั้นสามารถตรวจพบธาตุองค์ประกอบที่สำคัญ พลวง (Sb) แบเรียม (Ba) และตะกั่ว (Pb) ที่ใช้ในการยืนยันได้ว่ามาจากเขม่าดินปืนหลังจากการยิงปืนยาวโดยใช้เท้าในการเหนียวไค ซึ่งการใช้เทคนิค SEM/EDX เข้ามาช่วยในการตรวจสอบและวิเคราะห์หลักฐานนี้ ทำให้สามารถเชื่อมโยงหลักฐานจากคดีที่พบปืนยาว ในสถานที่เกิดเหตุ และลดความผิดพลาดที่



อาจเกิดจากการพิจารณาหลักฐานที่มีความไม่ชัดเจน ทำให้กระบวนการยุติธรรมมีความโปร่งใสและยุติธรรมมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

(1) ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองในสถานที่เปิด ทำให้พบธาตุองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีตามธรรมชาติ ปะปนมากับการเก็บตัวอย่าง ส่งผลต่อการปนเปื้อนของธาตุชนิดอื่น ซึ่งอาจจะต้องเพิ่มพื้นที่ปิดกั้นระหว่างทำการทดลอง

(2) ระยะเวลาที่ทำการศึกษายังสามารถตรวจพบธาตุองค์ประกอบที่สำคัญที่สามารถใช้ในการยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างและการยิงปืนได้

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรเพิ่มเติมการทดลองกับวัตถุที่มีสภาพพื้นผิวใกล้เคียงกับผิวหนังมนุษย์ เพื่อให้เห็นถึงลักษณะการยึดเกาะบนพื้นผิวที่ใกล้เคียงกับผิวหนังจริง

(2) เพิ่มเติมในการศึกษากระสุนขนาดต่าง ๆ เพิ่มฐานข้อมูลให้กับคดีประเภทที่ใช้ปืนยาว เพื่อเป็นประโยชน์ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Mingchanid, P. (2017). Study on Persistence of Gunshot Residue After Shooting From 9 mm Pistol on Back of Hands and Palms with Different Persistent. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*, 17(3), 8-18. (In Thai).
- Prachatai. (2016). THAILAND HAS A HIGHER RATE OF GUN-RELATED DEATHS THAN THE US. <https://prachatai.com/journal/2016/02/64210>. (In Thai).
- Ratchakhom, P. (2021). Comparison of the Physical Characteristics and Gunshot Residue in Fabrics after Firing with SEM/EDX Technique. *Suan Dusit Graduate School Academic Journal*, 17(3), 113–128. (In Thai).
- Romanò, S., De-Giorgio, F., D’Onofrio, C., Gravina, L., Abate, S., & Romolo, F. S. (2020). Characterisation of gunshot residues from non-toxic ammunition and their persistence on the shooter’s hands. *International journal of legal medicine*, 134, 1083-1094.
- Samarendra Basu. (1982). Formation of gunshot residues. *Journal of Forensic Sciences*, 27, 72-91.
- Schmid, T. (2016). Scanning electron microscopy (SEM). <https://schmid.mygoodpage.org/wordpress/scanning-electron-microscopy-sem/>



- Shrivastava, P., Jain, V. K., & Nagpal, S. (2021). Gunshot residue detection technologies —a review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 11, 1-21.
- Vachon, C. R., & Martinez, M. V. (2019). Understanding gunshot residue evidence and its role in forensic science. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 40(3), 210-219.
- Yongcharoenchai, C. (2022). Guns and Thai people: How to reduce their ownership. <https://www.Bbc.com /thai/articles/c90g359xnngo>. (In Thai).



ความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติของนักศึกษา คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัยรังสิต:
กรณีการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5
Cognition and Attitude of Student Faculty of Medical Technology Rangsit
University: Case of Kratom Removing out The Fifth Category of Narcotic Drug

พีรภานต์ บุชยพรรณพงศ์¹ มูฮัมหมัด นียมเดชา¹ และ กิตติศักดิ์ เหมือนดาว^{2,*}

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

²คณะอาชีวศึกษาและการบริหารงานยุติธรรม มหาวิทยาลัยรังสิต

Peerakarn Butsayapanpong¹, Muhammad Niyomdecha¹, and Kittisak Muandao^{2,*}

¹ Faculty of Science, Silpakorn University

² Faculty of Criminology and Justice Administration, Rangsit University

Received: August 23, 2024 | Revised: January 18, 2025 | Accepted: February 3, 2025

บทความวิจัย (Research Article)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจ ระดับทัศนคติ และระดับความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) กรณีการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ห้า 2) ศึกษาเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจ ระดับทัศนคติ และระดับความรู้ต่อกฎหมายกระท่อม โดยจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล โดยมีวิธีการศึกษาวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 500 คน การศึกษาใช้วิธีสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม ทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 และความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ ในภาพรวม พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง อายุ ระดับชั้นปีที่ศึกษา ภูมิสำเนา และการเคยได้เข้าร่วมการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติดส่งผลต่อด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การเคยได้เข้าร่วมการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติดส่งผลต่อทัศนคติของนักศึกษาต่อการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สถานภาพการสมรส และการเคยได้เข้าร่วมการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติดส่งผลต่อความรู้ทั่วไปของนักศึกษาที่มีต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ความรู้ความเข้าใจ, ทัศนคติ, การถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5, พืชกระท่อม

*Corresponding author, email: pak-baby@hotmail.com



Abstract

The purposes of this research were to 1) study the cognition level, attitude level and knowledge of the Kratom law new edition (the Kratom Plant Act, A.D. 2022) case of Kratom removing out the fifth category of narcotic drug 2) study the comparative cognition and the level of knowledge of the new cottage law new edition (the Kratom plant act, A.D. 2022) classified by individual factors. The research method is quantitative research. Research population is undergraduate student year 1–4 faculty of medical technology Rangsit University 500 people. The study was a questionnaire survey method. The findings revealed as follows: General knowledge about Kratom Plant student attitude toward of Kratom removing out the fifth category of narcotic drug and knowledge of the Kratom law new edition (the Kratom Plant act, A.D. 2022) of Kratom removing out the fifth category of narcotic drug mostly overall found moderate level. Factors is age year of study , domicile and having participated in drug-related training courses affect common knowledge about Kratom plants are different. Statistically significant at the 0.05 level. Factors is having participated in drug-related training courses affect student attitude about Kratom plants are different. Statistically significant at the 0.05 level. Factors is having participated in marital status and having participated indrug-related training courses affect student general knowledge with the new Kratom law (the Kratom Plant Act, A.D. 2022) are different statistically significant at the 0.05 level.

Keywords: Cognition , Attitude , Kratom removing out The fifth category of Narcotic drug , The Kratom plant

บทนำ

ใบกระท่อมเป็นที่รู้จักกันมาเป็นเวลานานในกลุ่มของชาวนาและชาวนา โดยนำใบสดมาเคี้ยวจะทำให้หายปวดเมื่อย แข็งแรง มีพลังกำลัง ทำงานได้นาน และมีอารมณ์ดี แต่ในช่วงระยะเวลาหลายๆ ปีที่ผ่านมาใบกระท่อมมักถูกนำมาใช้ในทางที่ผิด โดยใช้ตำบใบกระท่อมผสมกับโคก ยาแก้ไอ และสารอื่นๆ รู้จักกันในชื่อ “สี่คูณร้อย” ซึ่งชื่อจะแตกต่างกันไปตามที่กลุ่มผู้ใช้ตั้งชื่อเมื่อมีการผสมสารประกอบอื่นๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยพบว่าการใช้สี่คูณร้อยร่วมกับบุหรี่ กัญชา รวมถึงอัลปราโซแลม (Alprazolam)

สารสำคัญในใบกระท่อมมีแอลคาลอยด์หลายชนิด แต่สารที่สำคัญคือ ไมทราไจนีน (Mitragynine) เป็นสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ต่อประสาทส่วนกลาง ทำให้มีส่วนช่วยในการบรรเทาอาการปวด ฤทธิ์ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบ จึงมีฤทธิ์ทำให้เกิดการชาเฉพาะที่ได้และยังมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง อาการที่เกิดขึ้นเมื่อหยุดใช้ใบกระท่อม คือ มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตามร่างกาย แขนขา กล้ามเนื้อกระตุก รู้สึกอ่อนเพลียไม่มีแรง หดหู่ไม่แจ่มใส ใจสั่น วิดกกังวล หงุดหงิดและโมโหง่าย กระสับกระส่ายกระวนกระวาย การเสพใบกระท่อมมากๆ หรือเป็นระยะเวลานาน มักจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีขึ้นที่บริเวณผิวหนัง



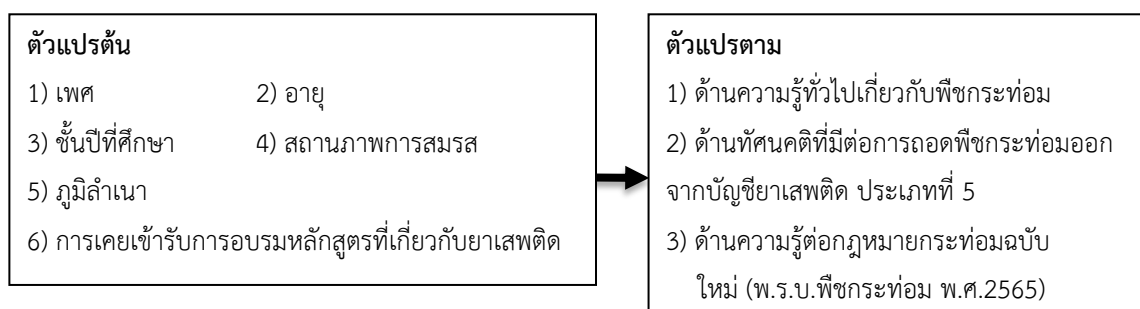
ทำให้ผู้ที่รับประทานมีผิวคล้ำและเข้มขึ้น ไม่เพียงแค่นั้นในบางรายอาจทำให้มีอาการทางจิต (Wangsintaveekul, 2017) ตามประกาศพระราชกฤษฎีกา พ.ร.บ.ยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2564 ประกาศไว้วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ให้ปลดล็อกพืชกระท่อมออกจากยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 5 กระท่อมจะถูกจัดเป็นพืช ซึ่งสามารถเคี้ยวใบกระท่อม, ต้มน้ำกระท่อมผสมน้ำหวาน, ประุงอาหาร, ปลุกขยำนำเข้าและส่งออกกระท่อมเพื่ออุตสาหกรรมได้ แต่ห้ามนำไปผสมเป็นสีกุณร้อย ห้ามขายให้บุคคลที่อายุต่ำกว่า 18 ปี ตามข้อกำหนดของ พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565 จากการปลดล็อกพืชกระท่อม ทำให้ประชาชนสามารถเข้าถึงการนำกระท่อมมาใช้ได้ง่ายขึ้น กระท่อมมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลากหลาย เช่น กระตุ้นประสาทสามารถทำให้ทำงานได้นานขึ้น ทนอากาศร้อนได้ดีขึ้น หากใช้เป็นเวลานานจะทำให้เสพติดได้ และหากนำไปใช้ในทางที่ผิด (Drug of abuse) เช่น นำไปผสมเป็นสีกุณร้อย ก็จะมีโทษทางกฎหมาย และอาจเกิดปัญหาสังคมตามมา เนื่องด้วยพืชกระท่อม ถูกบัญญัติไว้ใน พ.ร.บ.ยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 ให้เป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 มาตลอด 40 กว่าปีนั้น พืชกระท่อมจะถูกสังคมไทยมองว่าเป็นสิ่งไม่ดี ให้โทษ มีผลต่อสุขภาพ ทำให้เกิดอาการเสพติด เสพมากเกินไปและใช้ในทางที่ผิด

ผู้วิจัยมีความสนใจต่อความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติต่อการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 โดยศึกษาในกลุ่มคนที่อยู่ในช่วงของวัยรุ่น และกำลังศึกษาในมหาวิทยาลัย เพราะเป็นช่วงอายุที่มีความคิดเป็นของตนเองสูง มีความอยากรู้ อยากลอง โดยก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้ ได้ข้อมูลถูกต้องเกี่ยวกับพืชกระท่อม (สรรพคุณ, โทษ, ผลกระทบ) พัฒนาทัศนคติที่ถูกต้อง และเตรียมพร้อมเป็นบุคลากรทางการแพทย์ที่ดี ลดความเข้าใจผิด ส่งเสริมการใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และป้องกันการใช้ในทางที่ผิด และเป็นข้อมูลสำหรับกำหนดนโยบายสาธารณสุข และส่งเสริมการศึกษา วิจัย พัฒนาการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ. พืชกระท่อม พ.ศ.2565) กรณีการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ห้า
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติด

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา



ทบทวนวรรณกรรม

1. วิถีชีวิตของคนไทยกับพืชกระท่อม

พืชกระท่อมกับวิถีชีวิตของคนไทยมีความเกี่ยวข้องกันมาช้านานไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ภูมิปัญญาชาวบ้าน การนำมาทำเป็นยาแผนโบราณ และการนำเอามา บริโภค ฯลฯ คณะกรรมการวิสามัญศึกษา ได้อ้างถึง ตำราแพทย์แผนโบราณ ที่มีการใช้ใบกระท่อมปรุงเป็นยา เรียกว่า ประสะกระท่อม ใช้รักษาโรคบิด แก้วปวดมวนท้อง ปวดเบ่ง ปวดเมื่อยร่างกาย ห้องเพ้อ ห้องเสีย ห้องร่วง ทำให้นอนหลับ และระงับประสาท ในมุมมองของแพทย์แผนไทยส่วนใหญ่ จะนำพืช กระท่อมมาใช้เป็นยาแก้ห้อยร่วง และที่กล่าวว่ามีประสะกระท่อม นั้น แสดงว่าในใบกระท่อมนั้นมีพืช อยู่ด้วย คนโบราณนั้น หากยาชนิดไหนที่มีพืชจะมีการประสะ คือ ทำให้พืชอ่อนลง และสามารถทำ ได้หลายรูปแบบ อาทิต้ม การคั่ว หรือผสมกับ สารตัวอื่นในปริมาณที่เท่ากัน ก็จะเรียกว่าประสะ ในทางแผนโบราณนั้นหากเป็นยาจะต้องมีการผสม มีประสะ แก้วพืช จะต้องเป็นตำรับซึ่งจะต้องมี ความพอดี รับประทานเข้าไปแล้วจะไม่มีผลข้างเคียงและไม่ติด เนื่องจากแพทย์เป็นผู้สั่งใช้และที่สำคัญในอดีตเคยมีการนำกระท่อมมาทดแทนฝิ่นหรือเฮโรอีนได้ เนื่องจากกระท่อมสามารถลดอาการ ถอนยา อาการปวดเมื่อย และรักษาอาการอยากยาได้ (Special Education Commission, 2003)

มีการศึกษาถึงคุณสมบัติของพืชกระท่อมทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ในประเทศไทยมีการถกเถียงกันระหว่างชาวบ้านซึ่งเป็นผู้ใช้ กับนักวิชาการและนักวิจัยผู้ซึ่งเป็นผู้หาข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ว่ามีผลดีมากกว่าผลเสียหรือไม่อย่างไร แต่ในทางปฏิบัติกระท่อมก็เป็นพืชที่แสดงบทบาททางสังคมวัฒนธรรมท้องถิ่นของภาคใต้อย่างชัดเจนทั้งในด้านเสริมแรงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ใช้เป็นยารักษาโรคใช้เป็นสิ่งขบเคี้ยวระหว่างพบปะเพื่อนฝูง และใช้เป็นสิ่งต้อนรับแขกที่มาเยือน ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ล้วนแสดงนัยทางวัฒนธรรมท้องถิ่นทั้งสิ้น (Ministry of Justice,. Office of the Narcotics Control Board, 2005) พืชกระท่อมมีบทบาทต่อวิถีชีวิต วัฒนธรรมและ การดำรงชีวิตของผู้คนอย่างแยกกันไม่ออก อาจจะกล่าวได้ว่าพืชกระท่อมเป็นส่วนหนึ่งในทุกๆ กิจกรรมของการ ใช้ชีวิตประจำวันในแต่ละวันไม่มากก็น้อยตามแนวทางการในการประกอบอาชีพของ แต่ละบุคคลและยังมีบทบาทในด้านการรักษาหรือบรรเทาอาการเจ็บป่วยโดยมีคุณสมบัติเป็นยาตัวที่มีการทำการทดลองหรือวิจัยในทางวิทยาศาสตร์มาแล้วและยังเป็นยาแผนโบราณตามภูมิปัญญา ชาวบ้านที่มีการใช้กันมาอย่างยาวนานและมีการจดบันทึกทำเป็นตำราสืบทอดความรู้จากรุ่นสู่รุ่น

ในทางกฎหมายสิ่งที่ถือว่าเป็นยาเสพติดนั้นจะต้องมีบัญญัติไว้เป็นกฎหมายไว้อย่างชัดเจน หากไม่มีกฎหมายระบุหรือบัญญัติไว้สิ่งนั้นก็ไม่ใช่ยาเสพติด แม้ว่าสิ่งที่เสนอนั้นจะมีฤทธิ์ที่ทำให้ เกิดการเสพติดได้ก็ตาม เช่น บุหรี่ สุรา พืชกระท่อมมีบทบาทต่อวิถีชีวิต วัฒนธรรมและ การดำรงชีวิตของผู้คนอย่างแยกกันไม่ออก อาจจะกล่าวได้ว่าพืชกระท่อมเป็นส่วนหนึ่งในทุกๆ กิจกรรมของการ ใช้ชีวิตประจำวันในแต่ละวันไม่มากก็น้อยตามแนวทางการในการประกอบอาชีพของ แต่ละบุคคลและยังมีบทบาทในด้านการรักษาหรือบรรเทาอาการเจ็บป่วยโดยมีคุณสมบัติเป็นยาตัวที่มีการทำการทดลองหรือวิจัยในทางวิทยาศาสตร์มาแล้วและยังเป็นยาแผนโบราณตามภูมิปัญญา ชาวบ้านที่มีการใช้กันมาอย่างยาวนานและมีการจดบันทึกทำเป็นตำราสืบทอดความรู้จากรุ่นสู่รุ่นอีกด้วย



2. แนวคิดในการยกเลิกความผิดฐานเสพและครอบครองพืชกระท่อม

ภาครัฐและภาคเอกชนก็มีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงผลดีผลเสียถึงคุณสมบัติของพืชกระท่อม ไม่ว่าจะเป็นในด้านที่จะนำมาใช้เป็นสิ่งทดแทนในการบำบัดผู้ติดยาเสพติดที่มีฤทธิ์รุนแรงหรือในด้านการแพทย์โดยนำสารสกัดที่มีอยู่ในพืชกระท่อมมาผลิตเป็นยารักษาโรค หรือจะเป็นในด้านการลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับรัฐบาลในการนำผู้ที่กระทำความผิดเกี่ยวกับพืชกระท่อมที่มีฐานเป็นเพียงผู้เสพเข้าสู่กระบวนการทางยุติธรรม ซึ่งจะเป็นการดีถ้าทางรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะมีการสนับสนุนหรือเร่งทำให้เกิดเป็นนโยบายของรัฐ ในการที่จะทำการเปลี่ยนแปลงกฎหมายบางข้อที่มีการบัญญัติขึ้นมาเป็นเวลานานและล้าหลังตามไม่ทันต่อยุคสมัยและวิทยาการทางเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าและพัฒนาไปเรื่อยๆ โดยที่สามารถจะทำการพิสูจน์ได้ว่าพืชบางชนิดที่ถูกบัญญัติให้เป็นสิ่งเสพติดที่เมื่อมีไว้ในครอบครองมีความผิดนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายด้านเพื่อให้เกิดผลที่ดีต่อประเทศให้มากที่สุด

3. แนวคิดในการลดทอนความเป็นอาชญากรรมทางคดียาเสพติด

ประเทศไทยควรที่จะนำวิธีการลดทอนความเป็นอาชญากรรม (Decriminalization) มาปรับใช้กับคดีความผิดที่เกี่ยวกับพืชกระท่อม เพราะการใช้พืชกระท่อมนั้นถือว่าเป็นที่อาชญากรรมที่ปราศจากผู้เสียหาย (Victimless Crime) เพราะเมื่อมีการนำพืชกระท่อมมาใช้แล้ว ผู้ใช้ไม่ได้ไปก่ออาชญากรรมหรือก่อเหตุร้ายใดๆ แก่สังคมแต่กลับเป็นการใช้เพื่อทำให้สามารถมีแรงในการทำงานได้นานขึ้น หรือใช้เพื่อบรรเทาอาการเจ็บป่วยแก่ตนเอง และสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งเกี่ยวกับ พืชกระท่อม คือ ระดับหรือลำดับของความร้ายแรงของพืชกระท่อมนั้นอยู่ในระดับต่ำ พืชกระท่อมเป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 ซึ่งจัดเป็นสารเสพติดที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันกับกัญชา และถ้าพูดถึงฤทธิ์ของกัญชาจะเห็นว่ากัญชานั้น ยังมีฤทธิ์ในการหลอนประสาทซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียต่างๆ มากมายขึ้นได้ แต่ยังมีกรยกเลิกความผิดอาญาในต่างประเทศ แต่พืชกระท่อมไม่มีฤทธิ์ในทางหลอนประสาท ดังนั้นควรที่จะนำวิธีการลดทอนความเป็นอาชญากรรม (Decriminalization) มาใช้กับพืชกระท่อมเพื่อที่จะเป็นการช่วยลดการนำคดีที่มีความผิดฐานครอบครองพืชกระท่อมเพื่อใช้ส่วนตัวเข้าสู่กระบวนการยุติธรรม และยังเป็นการตัดโอกาสในการคบหาระหว่างผู้เสพที่ถือว่าเป็นผู้ป่วยเข้าได้เข้าไปพบเจอกับผู้ค้ายาเสพติดที่อยู่ใน เรือนจำที่ถือว่าเป็นอาชญากรและอาจเป็นการช่วยลดการก่ออาชญากรรมหรือป้องกันไม่ให้เกิด อาชญากรรายใหม่ขึ้นได้ไม่ในทางตรงกันทางอ้อม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Muandao and Niyomdech (2023) ศึกษาผลของทัศนคติของเจ้าหน้าที่ตำรวจต่อการถือการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านความรู้สึก ด้านการรับรู้หรือการเชื่อด้านความพร้อมที่จะกระทำ ด้านความคิดเห็นต่อประโยชน์ของการใช้พืชกระท่อม มีความเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความคิดเห็นต่อโทษของการใช้พืชกระท่อม มีความเห็นอยู่ในระดับปานกลาง และด้านความคิดเห็นต่อ ร่างกฎหมายพืชกระท่อม อยู่ในระดับมาก เจ้าหน้าที่ตำรวจมีข้อเสนอแนะ ต่อการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ส่วนใหญ่มีความเห็นด้วยกับการปลดกระท่อมออกจากกฎหมายยาเสพติดประเภท

5 แต่ควรควบคุมการขายให้อยู่ในมาตรฐานเพื่อไม่เป็นการอันตรายต่อผู้บริโภค ควรเปิดให้ขายได้โดยเสรี และควรจัดการบรรยายให้ความรู้กับผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มทักษะความรู้ความเข้าใจ

Charoenratana และคณะ (2021) เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่การสำรวจ ทศนคติของประชาชนในภาคใต้ของประเทศไทย เกี่ยวข้องกับประเด็นสำคัญ 3 ประเด็น เกี่ยวกับพืชกระท่อม ได้แก่ การใช้กระท่อม โดยได้สำรวจความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับการใช้กระท่อมในชีวิตประจำวัน รวมถึงความถี่ในการใช้ เหตุผลในการใช้ รูปแบบการใช้ และการรับรู้ถึงผลกระทบทั้งด้านบวก และด้านลบของการใช้กระท่อม การยกเลิกการจำแนกเป็นยาเสพติด โดยการสำรวจว่าประชาชนในภาคใต้มีความคิดเห็นอย่างไรต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะทางกฎหมายของกระท่อม จากเดิมที่เคยถูกจัดเป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 สู่การไม่เป็นยาเสพติดอีกต่อไป การพัฒนากลไกการควบคุมกระท่อมโดยชุมชน เนื่องจากกระท่อมมีความเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนในท้องถิ่นภาคใต้ งานวิจัยนี้จึงสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับการให้ชุมชนเข้ามามีบทบาทในการจัดการ และควบคุมการใช้กระท่อมด้วยตนเอง ซึ่งอาจรวมถึงการกำหนดกฎเกณฑ์ ข้อตกลง หรือแนวทางปฏิบัติในระดับชุมชน เพื่อให้การใช้กระท่อมเป็นไปอย่างเหมาะสม และลดผลกระทบ

Maneesin (2017) ศึกษาพฤติกรรมการเสพยากระท่อมของประชากรในเขตปริมณฑลด้านเหนือของกรุงเทพมหานคร ศึกษาพฤติกรรมการเสพยากระท่อม ของ ประชากร ที่อาศัยอยู่ใน เขตปริมณฑลด้านเหนือของกรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยการสำรวจกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความถี่ ปริมาณ วิธีการเสพยา และเหตุผลในการเสพยา หรืออาจมีการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์ผู้ที่เสพยากระท่อม เพื่อเจาะลึกถึงประสบการณ์และรูปแบบการเสพยา พิจารณาประเด็นต่างๆ เช่นความชุกของการเสพยากระท่อมในกลุ่มประชากรเป้าหมาย อายุและลักษณะทางประชากรของผู้ที่เสพยากระท่อม ความถี่และปริมาณในการเสพยา วิธีการเสพยาที่นิยม (เช่น เคี้ยวใบ ต้มดื่ม) เหตุผลหรือแรงจูงใจในการเสพยา เช่น เพิ่มพลังงาน บรรเทาปวด เข้าสังคม การรับรู้ถึงผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการเสพยา

Thepsuwan (2015) ทศนะของเจ้าหน้าที่ตำรวจสายป้องกันและปราบปรามสถานีตำรวจภูธรคอหงส์ และสถานีตำรวจภูธรหาดใหญ่ กรณีการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 โดยศึกษา ทศนะ หรือ ความคิดเห็น ของ เจ้าหน้าที่ตำรวจ ที่ปฏิบัติงานใน สายป้องกันและปราบปราม ของ สถานีตำรวจภูธรคอหงส์และสถานีตำรวจภูธรหาดใหญ่ ต่อกรณี การถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามเพื่อวัดระดับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการเปลี่ยนแปลงกฎหมาย มีการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อทำความเข้าใจถึงเหตุผลเบื้องหลังความคิดเห็น และข้อกังวลของเจ้าหน้าที่ งานวิจัยน่าจะครอบคลุมประเด็นต่างๆ เช่นความเข้าใจของเจ้าหน้าที่ตำรวจต่อกฎหมายใหม่ที่เกี่ยวข้องกับกระท่อม ข้อกังวลเกี่ยวกับการบังคับใช้กฎหมายภายหลังการเปลี่ยนแปลงสถานะทางกฎหมายของกระท่อม การคาดการณ์ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงกฎหมายต่ออาชญากรรมและปัญหาสังคม ความพร้อมของเจ้าหน้าที่ตำรวจในการปรับรูปแบบการทำงาน และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการและควบคุมพืชกระท่อมตามกฎหมายใหม่

Chanthakorn (2006) ความคิดเห็นของประชาชนในเขตอำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี ต่อการใช้พืชกระท่อมในเชิงสมุนไพร มุ่งสำรวจ ความคิดเห็น ของ ประชาชน ที่อาศัยอยู่ใน เขตอำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี เกี่ยวกับการใช้ พืชกระท่อม ในบริบทของ สมุนไพร เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้



แบบสอบถามเพื่อสอบถามความคิดเห็นของประชาชนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติต่อการใช้กระท่อมเป็นสมุนไพร โดยศึกษาความรู้ความเข้าใจของประชาชนเกี่ยวกับสรรพคุณทางยาของกระท่อม ความเชื่อและการยอมรับการใช้กระท่อมเพื่อวัตถุประสงค์ทางสุขภาพ ข้อกังวลหรือความกังวลเกี่ยวกับการใช้กระท่อม ความคิดเห็นต่อการควบคุมหรือการอนุญาตให้ใช้กระท่อมในเชิงสมุนไพร ผลการวิจัยนี้จะสะท้อนมุมมองของประชาชนกลุ่มหนึ่งต่อพืชกระท่อม ซึ่งอาจแตกต่างจากมุมมองของหน่วยงานรัฐหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกฏหมายยาเสพติด ข้อมูลนี้อาจเป็นประโยชน์ในการพิจารณานโยบายที่เกี่ยวข้องกับกระท่อมในอนาคต

Chitcharoen (2001) ทัศนะของตำรวจปราบปรามยาเสพติดต่อปัจจัยบริหารที่มีผลต่อการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด มีเป้าหมายเพื่อศึกษา ทัศนะ หรือ ความคิดเห็น ของ ตำรวจที่ปฏิบัติงานด้านการปราบปรามยาเสพติดโดยตรง เกี่ยวกับ ปัจจัยด้านการบริหารจัดการ ที่มี ผลกระทบ ต่อประสิทธิภาพในการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด โดยใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็น หรืออาจมีการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อทำความเข้าใจประสบการณ์และมุมมองของตำรวจผู้ปฏิบัติงาน พิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ความเพียงพอ และความเหมาะสมของการฝึกอบรมที่ได้รับ การสนับสนุนด้านทรัพยากรและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน ความชัดเจนและความเหมาะสมของนโยบายและแนวทางการปฏิบัติ การประสานงานและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อขวัญกำลังใจ ผลการวิจัยนี้จะช่วยให้ทราบถึงมุมมองของผู้ปฏิบัติงานจริง ซึ่งเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคในการทำงานโดยตรง ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน สนับสนุนการปฏิบัติงาน และพัฒนากลยุทธ์การป้องกันและปราบปรามยาเสพติดให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น

Pitaklohapit (1998) การศึกษาเจตคติของผู้บริหารระดับกลางต่อการบริหารงานด้านการป้องกันปราบปรามยาเสพติดให้โทษ กรณีศึกษาสำนักงานตำรวจแห่งชาติ โดยมุ่งเน้นไปที่การสำรวจและทำความเข้าใจเจตคติ หรือ ทัศนคติ ของ ผู้บริหารระดับกลาง ใน สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ที่มีต่องานด้านการ ป้องกันและปราบปรามยาเสพติดให้โทษ ผลการวิจัยนี้จะประโยชน์ต่อการเข้าใจมุมมองของผู้บริหารระดับกลาง ซึ่งเป็นบุคคลสำคัญในการนำนโยบายไปปฏิบัติ และสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงระบบการบริหารจัดการงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัย

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 500 คน โดยเป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลของงานวิจัยนี้ที่เก็บรวบรวมเป็นเชิงปริมาณ โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ประกอบด้วยคำถามชนิดปลายปิด (Close-ended) และคำถามชนิดปลายเปิด (Open ended) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) และกำหนดมาตรวัดตามแบบของ (Likert scale)

3) เครื่องมือการวิจัย



ใช้แบบสอบถาม(Questionnaire) ประกอบด้วยคำถามชนิดปลายปิด (Close-ended) และคำถามชนิดปลายเปิด (Open ended) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา สถานภาพการสมรส ภูมิลำเนา และการเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด ตอนที่ 2 ด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม ตอนที่ 3 ด้านทัศนคติที่มีต่อการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ตอนที่ 4 ด้านความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ. 2565) และตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะของนักศึกษาในการถอดพืชกระท่อมออกจากยาเสพติดประเภทที่ 5 ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) และสำนวนภาษาที่ใช้ให้ถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหา ด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยนำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมืออยู่ที่ 1.00

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดมาตรวัดตามแบบลิเคิร์ต (Likert scale) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา สถานภาพการสมรส ภูมิลำเนา และการเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด ตอนที่ 2 ด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม ตอนที่ 3 ด้านทัศนคติที่มีต่อการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ตอนที่ 4 ด้านความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) และตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะของนักศึกษาในการถอดพืชกระท่อมออกจากยาเสพติดประเภทที่ 5 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สถิติอนุมาน (inferential Statistic)

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของประชากรที่ใช้ในการศึกษา ประชากร 500 คน (100%) เป็นเพศชาย (17.4%) หญิง (80.0%) ช่วงอายุ ต่ำกว่า 20 ปี (38.6%) 20-30 ปี (61.4%) 31-40 ปี ระดับชั้นปีการศึกษาชั้นปีที่ 1 (50.2%) ชั้นปีที่ 2 (29.0%) ชั้นปีที่ 3 (13.4%) และชั้นปีที่ 4 (7.4%) สถานภาพโสด (98.8%) สมรส (1.2%) ภูมิลำเนา กรุงเทพมหานคร (11.8%) ภาคเหนือ (7.8%) ภาคกลาง (32.2%) ภาคใต้ (12.0%) ภาคตะวันออก (10.2%) ภาคตะวันตก (1.4%) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (24.6%) การเคยได้เข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด เคย (45.8%) ไม่เคย (54.2%)

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) กรณีการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของระดับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อมของนักศึกษา

ระดับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อย (คะแนน 0-4)	143	28.6
ปานกลาง (คะแนน 5 – 8)	293	58.6
มาก (คะแนน 9 – 12)	64	12.8

($\bar{X}$ =5.68 , S.D. =2.518 , Min = 0 , Max = 11)



จากตารางที่ 1 พบว่า ระดับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพิษกระท่อมของนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ส่วนใหญ่มีระดับความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 58.6 รองลงมาอยู่ในระดับน้อยร้อยละ 28.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับทัศนคติของนักศึกษา

คำถาม	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ท่านเห็นความสำคัญในการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติด ประเภทที่ 5	1.94	.691	ปานกลาง
2. การถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีข้อดีมากกว่าข้อเสีย	1.83	.666	ปานกลาง
3. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีผลต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของท่าน	1.94	.733	ปานกลาง
4. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีผลทำให้ท่านอยากทดลองใช้พิษกระท่อม	1.54	.679	ปานกลาง
5. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีผลทำให้มีผู้คนอยากทดลองใช้พิษกระท่อม	2.26	.700	ปานกลาง
6. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จะส่งผลที่ดีต่อสังคมในปัจจุบัน	1.83	.715	ปานกลาง
7. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีประโยชน์ต่อการค้นคว้าวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น	2.23	.623	ปานกลาง
8. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีประโยชน์ต่อการค้นคว้าวิจัยทางการแพทย์	2.26	.608	ปานกลาง
9. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จะส่งผลให้ผู้คนนิยมนำพิษกระท่อมมาบริโภคมากกว่าการรักษา	2.38	.646	ปานกลาง
10. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ทำให้ท่านมีความกังวลต่ออาชญากรรมมากขึ้น	2.35	.630	ปานกลาง
11. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ควรให้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพิษกระท่อมแก่เยาวชน	2.50	.609	ปานกลาง
12. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีผลทำให้เยาวชนเข้าถึงสารเสพติดได้ง่ายขึ้น	2.45	.617	ปานกลาง
13. ท่านคิดว่าการถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จะทำให้สังคมเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น	1.74	.657	ปานกลาง
14. ท่านคิดว่าพิษกระท่อมจะถูกใช้เป็นยาสมุนไพร และนำมาใช้ในการรักษาโรคหลังจากถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 แล้ว	2.09	.599	ปานกลาง
15. ท่านคิดว่ามีการทำการวิจัยถึงข้อดีและข้อเสียของพิษกระท่อมมากพอ ก่อนที่จะถอดพิษกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5	2.24	.608	ปานกลาง
16. ท่านคิดว่ากฎหมายเกี่ยวกับพิษกระท่อมในปัจจุบันทำให้สิทธิในการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับสารที่อยู่ในพิษกระท่อมในทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่ากฎหมายฉบับก่อน	2.23	.549	ปานกลาง
17. ท่านคิดว่าจะมีการนำพิษกระท่อมมาใช้ในการปรุงอาหารกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น	2.32	.617	ปานกลาง



คำถาม	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
18.ท่านคิดว่าในอนาคต พืชกระท่อมจะเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย เช่นเดียวกับกับ ข้าว ยางพารา	1.94	.669	ปานกลาง
19.ท่านคิดว่า เมื่อถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 แล้ว จะถูก นำมาใช้เป็นยาสมุนไพรเพื่อบรรเทาอาการเจ็บป่วย เช่นเดียวกับกับ ฟ้าทลายใจ หรือ สมุนไพรชนิดอื่นๆ	2.13	.599	ปานกลาง
รวม	2.12	.355	ปานกลาง

จากตารางที่ 2 แสดงระดับทัศนคติของนักศึกษาในการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 โดยภาพรวม พบว่า มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.12$, S.D. = .355) เมื่อแยกพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อ 11 ท่านคิดว่าการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ควรให้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพืชกระท่อมแก่เยาวชน มีความเห็นด้วยมากที่สุด อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.50$, S.D. = .609) รองลงมาคือ ข้อ 12 ท่านคิดว่าการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีผลทำให้เยาวชนเข้าถึงสารเสพติดได้ง่ายขึ้นมีความเห็นด้วย อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.45$, S.D. = .617) และข้อที่เห็นด้วยน้อยที่สุด คือ ข้อ 4 ท่านคิดว่าการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 มีผลทำให้ท่านอยากทดลองใช้พืชกระท่อม มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 1.54$, S.D. = .679) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของระดับด้านความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่

ระดับความรู้ด้านกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อย (คะแนน 0 - 4)	9	1.8
ปานกลาง (คะแนน 5 - 8)	381	76.2
มาก (คะแนน 9 - 13)	110	22.0

($\bar{X} = 7.65$, S.D. = 1.42, Min = 3, Max = 12)

จากตารางที่ 3 พบว่า ระดับระดับความรู้กระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) ของนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ส่วนใหญ่มีระดับความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 76.2 รองลงมาอยู่ในระดับมากร้อยละ 22.0

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 2 วัตถุประสงค์ที่ 3 และ วัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้ทั่วไปของนักศึกษาต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) กรณีการถอดพืชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ตามลำดับ ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ 2 - 4



ข้อมูลทั่วไป	วัตถุประสงค์ที่ 2	วัตถุประสงค์ที่ 3	วัตถุประสงค์ที่ 4
	ด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพิษ กระท่อม	ทัศนคติต่อการถือปฏิบัติ กระท่อมออกจากยาเสพติด ประเภทที่ 5	ความรู้ทั่วไปต่อกฎหมาย กระท่อมฉบับใหม่ ฯ
เพศ	P=.074	P=.081	P=.930
อายุ	P=.035*	P=.355	P=.086
ระดับชั้นปีที่ศึกษา	P=.001*	P=.794	P=.204
สถานภาพการสมรส	P=.071	P=.371	P=.002*
ภูมิสำเนา	P=.031*	P=.875	P=.224
การเคยได้เข้าร่วมการอบรม หลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด	P=.000*	P=.024*	P=.007*

* หมายถึง ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$

จากตารางที่ 4 สามารถอธิบาย ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่าข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ที่เป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ อายุ ระดับชั้นปีการศึกษา ภูมิสำเนา และการเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด
2. ผลการศึกษาวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่าข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ที่เป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ การเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด
3. ผลการศึกษาวัตถุประสงค์ที่ 4 พบว่าข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ที่เป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ สถานภาพการสมรส และการเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และความรู้ต่อกฎหมาย กระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) การถือปฏิบัติกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม ในระดับปานกลาง ร้อยละ 58.6 ระดับทัศนคติ มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.12$, S.D. = .355) ระดับระดับความรู้กระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.พืชกระท่อม พ.ศ.2565) มีระดับความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 76.2

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชกระท่อม จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่เป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ อายุ ระดับชั้นปีการศึกษา ภูมิสำเนา และการเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการถือปฏิบัติกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่เป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ การเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการถอดฟิชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่เป็นไปตามสมมติฐาน ได้แก่ สถานภาพการสมรส และการเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด

ผลจากการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Pitaklohapit, 1998 ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาเจตคติของผู้บริหารระดับกลางต่อการบริหารงานด้านการป้องกันปราบปรามยาเสพติดให้โทษ กรณีศึกษาสำนักงานตำรวจแห่งชาติ และสอดคล้องกับ Chitcharoen, 2001 ได้ศึกษาเรื่อง ทัศนคติของตำรวจปราบปรามยาเสพติดต่อปัจจัยบริหารที่มีผลต่อการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด และสอดคล้องกับ Chanthakorn, 2006 ได้ศึกษาเรื่อง ความคิดเห็นของประชาชนในเขตอำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี ต่อการใช้ฟิชกระท่อมในเชิงสมุนไพร และสอดคล้องกับ Thepsuwan, 2015 ทัศนคติของเจ้าหน้าที่ตำรวจสายป้องกันและปราบปรามสถานียาเสพติด ภูธรคอหงส์และสถานีตำรวจภูธรหาดใหญ่ กรณีการถอดฟิชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 และสอดคล้องกับ Maneesin, 2017 ศึกษาพฤติกรรมการเสพยาเสพติดของประชากรในเขตปริมณฑลด้านเหนือของกรุงเทพมหานคร

บทสรุป

ผลจากการวิจัยเพื่อศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และความรู้ต่อกฎหมายกระท่อมฉบับใหม่ (พ.ร.บ.ฟิชกระท่อม พ.ศ.2565) ของนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต กรณีการถอดฟิชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติดประเภทที่ 5 พบว่าความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฟิชกระท่อม ทัศนคติ และความรู้ต่อกฎหมายใหม่ อยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต มีข้อเดียวที่ส่งผลทั้ง 3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฟิชกระท่อม การมีทัศนคติ ความรู้ต่อกฎหมายใหม่ ได้แก่ข้อ การเคยเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับยาเสพติด

ในส่วนของข้อเสนอแนะของนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต คือไม่ควรถอดฟิชกระท่อมออกจากบัญชียาเสพติด ควรออกกฎหมายให้ครอบคลุมให้ความรู้เพิ่มเติมระบุว่าอะไรควรทำอะไรไม่ควรกระทำ ควรมีการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับฟิชกระท่อมในทางที่เกิดประโยชน์ และในทางที่เป็นโทษ มีการควบคุมการใช้ประโยชน์อย่างชัดเจนและเฉพาะเจาะจงให้ใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ ไม่มากเกินไป การถอดฟิชกระท่อมเป็นเพียงการแก้ไขปัญหาคำปลายเหตุแต่การแก้ไขปัญหาด้านเหตุควรจะเป็นการให้ความรู้และบังคับใช้กฎหมายให้เข้มข้นกว่านี้ กำหนดข้อจำกัดที่ชัดเจนเพื่อนำไปใช้ในการแพทย์และต้องมีการขออนุญาตทุกครั้งที่น่ามาใช้

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

หน่วยงานภาครัฐบาลควรศึกษา หรือมีนโยบาย มาตรการต่างๆ ที่ชัดเจนหากพิจารณาแล้วเห็นว่าการเปิดเสรีกระท่อมจะมีประโยชน์ ก็ควรมีการศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจังว่ามีประโยชน์อย่างไร เพื่อให้ประชาชนเข้าใจได้อย่างถูกต้องไม่คลุมเครือ แต่หากศึกษาแล้วเห็นว่ากระท่อมเป็นสารตั้งต้นที่เป็นอันตรายหรือมีการนา



ไปใช้ในทางที่ไม่ถูกต้องหรือเป็นสารเสพติดก็ต้องรณรงค์สร้างความเข้าใจที่ถูกต้องกับประชาชนไม่ให้เกิดความคลุมเครือ

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

1. ควรให้มีการรณรงค์ให้ความรู้ ความเข้าใจ สร้างทัศนคติในการใช้ประโยชน์จากใบกระท่อมอย่างทั่วถึงให้แก่ประชาชน เพื่อป้องกันปัญหาเสพติดในระยะยาว

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในกระทรวงสาธารณสุขควรสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวกับพืชกระท่อมเพื่อประโยชน์ในทางการแพทย์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3. ควรมีการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพืชกระท่อมที่บังคับใช้ในปัจจุบันว่ามีความสอดคล้องกับยุคสมัยและบริบทของสังคมยุคปัจจุบันที่เปลี่ยนไปหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- Chanthakorn, T. (2006). *Opinion of people in Amphoe Mueang Nonthaburi, Changwat Nonthaburi, regarding the use of Krathom as herb* (Master of Arts thesis, Burapha University). (In Thai)
- Charoenratana, S., Anukul, C., & Aramrattana, A. (2021). Attitudes towards Kratom use, decriminalization and the development of a community-based Kratom control mechanism in Southern Thailand. *International Journal of Drug Policy*, 95, 103197.
- Chitcharoen, N. (2001). *Narcotics police attitudes towards the management factors affecting the narcotics prevention and suppression* (Master's thesis, Faculty of Social Administration, Thammasat University). (In Thai)
- Maneesin, K. (2017). *Kratom (Mitragyna Speciosa) addicting behavior in population of northern territory of Bangkok Metropolis* (Master of Science thesis, Department of Psychiatry, Chulalongkorn University, Bangkok). (In Thai)
- Ministry of Justice, Office of the Narcotics Control Board. (2005). *Kratom plant in Thai society*. Office of Justice Affairs. (In Thai)
- Muandao, K., & Niyomdech, M. (2023). General knowledge about Kratom and the police's attitude towards removing Kratom from list of Schedule 5 (V) Drugs. *Journal of Educational Innovation and Research*, 7(4), 1238–1252. <https://doi.org/10.14456/jeir.2023.102>



- Pitaklohapit, P. (1998). *A study of the attitude of middle management towards the administration of narcotics prevention and suppression: A case study of the Royal Thai Police* (Master's thesis, Ramkhamhaeng University). (In Thai)
- Special Education Commission. (2003). *Good and bad effects of consuming Kratom to provide a guideline for proposing whether Kratom should be removed from category 5 narcotics according to the law on narcotics or not*. Retrieved April 4, 2023, from http://www.senate.go.th/senate/report_detail.php?report_id=51
- Thepsuwan, P. (2015). *The attitudes of prevention and suppression of the police officer at Khohong and Hat Yai Police Stations in case of Kratom removal out the fifth category of narcotic drug* (Master of Arts thesis, Thammasat University). (In Thai)
- Wangsinthaveekul, J. (2017). *Narcotic Plant Survey and Monitoring Institute, Office of the Narcotics Control Board*. Retrieved April 4, 2023, from https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=251



การศึกษาเปรียบเทียบการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศ: แนวทางพัฒนาระบบการยุติธรรม

A Comparative Study of Post-Mortem Examination Systems in Thailand and Other Countries: Guidelines for Justice System Development

จิรัตน์ สอนกระต่าย^{1,*} และ วรวัช วิชชุวานิชย์²

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

² คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Jirut Sonkratai^{1,*} and Woratouch Witchuvanit²

¹ Faculty of Science, Silpakorn University

² Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

Received: January 23, 2025 | Revised: April 29, 2025 | Accepted: May 9, 2025

บทความวิจัย (Research Article)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของระบบในแต่ละประเทศ เพื่อหาแนวทางพัฒนาระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย โดยใช้วิธีวิจัยเชิงเอกสาร และการศึกษาเปรียบเทียบระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาพบว่าประเทศไทยใช้ระบบที่พึ่งพาบทบาทของตำรวจเป็นหลัก ในขณะที่ต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่นให้ความสำคัญกับการใช้แพทย์เฉพาะทาง ส่วนสหรัฐอเมริกาเน้นการบริหารจัดการในระบบศาลและระบบผสม นอกจากนี้ยังพบปัญหาด้านกำลังคนและทรัพยากรในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการจัดตั้งองค์กรเฉพาะทาง การพัฒนาทักษะบุคลากร และการลงทุนในเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อยกระดับกระบวนการยุติธรรมในประเทศไทยในการชันสูตรพลิกศพโดยใช้หลักการทางนิติวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การชันสูตรพลิกศพ, กระบวนการยุติธรรม, การเปรียบเทียบระหว่างประเทศ, การพัฒนาระบบ

Abstract

This research aims to compare forensic investigation systems between Thailand and other countries, analyze the advantages and limitations of each system, and propose recommendations for improving Thailand's forensic investigation process. The study employs a documentary research method and comparative analysis of forensic systems in Thailand, Japan,

* Corresponding author, Email: art3090355@gmail.com



and the United States. The findings indicate that Thailand primarily relies on the role of the police in forensic investigations, whereas countries like Japan emphasize the involvement of specialized medical professionals, and the United States focuses on judicial management and mixed systems. Furthermore, the study identifies issues related to personnel and resource shortages in Thailand, which hinder operational efficiency. The findings highlight the necessity of establishing specialized agencies, developing personnel competencies, and investing in modern technology to enhance the effectiveness of Thailand's justice system in conducting post-mortem examinations through the application of forensic science principles.

Keywords: Post-Mortem Examination, Justice Process, International Comparison, System Development

บทนำ

ตามที่รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 ได้บัญญัติไว้เพื่อคุ้มครองศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ สิทธิ และเสรีภาพของประชาชนทุกคน ไม่ว่าจะมิเพศ เชื้อชาติ ศาสนา หรือสถานะทางสังคมใด ย่อมต้องได้รับความคุ้มครองอย่างเท่าเทียมกัน สิทธิในชีวิตและร่างกายเป็นสิทธิที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ และเป็นหน้าที่ของรัฐที่จะต้องคุ้มครองสิทธินี้ เพื่อให้ประชาชนสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสงบสุขภายใต้กฎหมายที่เป็นธรรม (Rapee Mankosol, 1996)

เมื่อมีการเสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติเกิดขึ้น การชันสูตรพลิกศพจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการยุติธรรม เนื่องจากผลการชันสูตรเป็นพยานหลักฐานสำคัญที่สามารถชี้ให้เห็นถึงสาเหตุการตาย และช่วยพิสูจน์ความจริงในคดีอาญา ซึ่งส่งผลต่อการดำเนินการสืบสวนสอบสวน และการนำตัวผู้กระทำผิดมาดำเนินคดีตามกฎหมาย กระบวนการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทยดำเนินการโดยพนักงานสอบสวนตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 148-156 ซึ่งกำหนดกระบวนการและหน้าที่ของเจ้าหน้าที่รัฐในการรวบรวมพยานหลักฐานเพื่อสร้างความยุติธรรมในสังคม (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021)

อย่างไรก็ตาม กระบวนการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายประการ เช่น ข้อจำกัดด้านกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง อุปกรณ์ทางเทคนิคที่ไม่เพียงพอ และความล่าช้าในการดำเนินการ ซึ่งส่งผลให้เกิดข้อสงสัยในประสิทธิภาพและความโปร่งใสของกระบวนการยุติธรรมไทย ตัวอย่างเช่น คดี “แอม ไชยาไนด์” ที่ผู้ต้องหาก่อเหตุฆาตกรรมต่อเนื่องถึง 15 ราย แต่เจ้าหน้าที่ไม่สามารถตรวจพบหรือดำเนินการได้ทันเวลาในหลายกรณี ทำให้สังคมเกิดคำถามถึงกระบวนการชันสูตรพลิกศพและการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่รัฐ (BBC NEWS Thai, 2023)

เมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น เยอรมนี และสหรัฐอเมริกา พบว่ามีระบบการชันสูตรที่แตกต่างกัน โดยสิงคโปร์และญี่ปุ่นเน้นระบบแพทย์เฉพาะทาง ขณะที่เยอรมนีใช้ระบบศาลควบคุมการชันสูตร และสหรัฐอเมริกาใช้ระบบผสมที่บูรณาการทั้งแพทย์และหน่วยงานในกระบวนการยุติธรรม



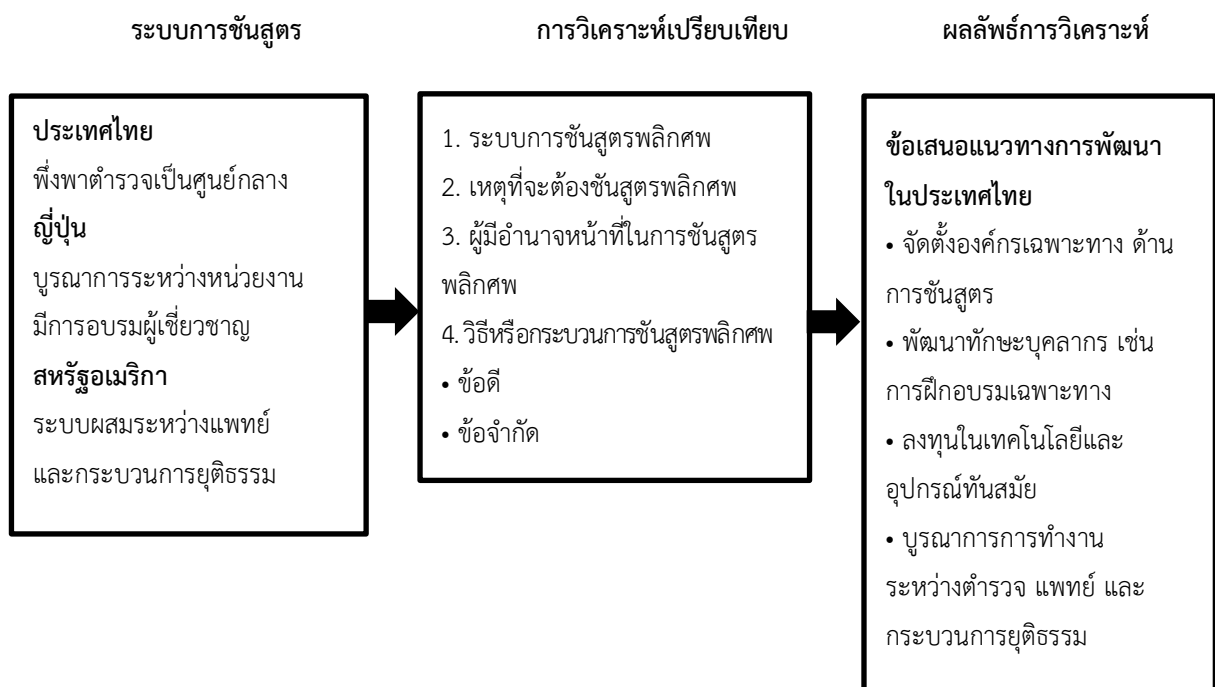
การศึกษาความแตกต่างของระบบเหล่านี้สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกในการพัฒนากระบวนการชันสูตรพลิกศพของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพและยุติธรรมมากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาความแตกต่างของบริบทการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศ รวมถึงการวิเคราะห์จุดเด่นและข้อจำกัดของระบบการชันสูตรพลิกศพของไทย โดยมีเป้าหมายเพื่อเสนอแนะแนวทางพัฒนากระบวนการชันสูตรในประเทศไทยให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของกระบวนการยุติธรรมและสร้างความไว้วางใจในสังคมได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทยและต่างประเทศ
- 2) เพื่อวิเคราะห์จุดเด่นและข้อจำกัดของระบบการชันสูตรพลิกศพที่แตกต่างกัน
- 3) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

1) ความหมายของการชันสูตรพลิกศพ

การชันสูตรพลิกศพ (Post-mortem Examination) หมายถึง การตรวจพิสูจน์ศพเพื่อค้นหาสาเหตุการเสียชีวิตและพฤติการณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการระบุว่า ผู้ตายคือใคร ตายที่ไหน เมื่อใด และด้วยสาเหตุใด อีกทั้งยังอาจรายงานว่าใครเป็นผู้กระทำหรือสงสัยว่าใครเป็นผู้กระทำผิด (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021)



ตามประมวลระเบียบการตำรวจเกี่ยวกับคดีลักษณะ 10 เรื่อง การชันสูตรพลิกศพ ได้ระบุว่าการชันสูตรพลิกศพดำเนินการโดยพนักงานสอบสวนร่วมกับแพทย์และเจ้าหน้าที่อื่นตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อค้นหาสาเหตุและพฤติการณ์การตาย (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021) นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายเพิ่มเติม ดังนี้

ทวี เจริญพิทักษ์ ให้ความหมายการชันสูตรพลิกศพว่า คือการสอบสวนร่วมกันระหว่างพนักงานสอบสวนและแพทย์ เพื่อค้นหาสาเหตุและตัวตนของผู้เสียชีวิต (Tawee Charoenpitak, 1949)

ทัศนะ สุวรรณจุฑะ ให้ความหมายการชันสูตรพลิกศพว่า คือการตรวจสอบศพที่ตายผิดธรรมชาติ ณ สถานที่ พบศพหรือสถานที่ชันสูตร เพื่อให้ได้หลักฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินคดี (Tassana Suwannachutha, 1993)

ระพี แมนโกศล ให้ความหมายการชันสูตรพลิกศพว่า การชันสูตรคือการตรวจตราเพื่อค้นหาหลักฐานข้อเท็จจริงและระบุสาเหตุการตาย (Rapee Mankosol, 1996)

คณิง ฤไชย ให้ความหมายการชันสูตรพลิกศพว่า คือการชันสูตรพลิกศพเป็นวิธีการตรวจสอบศพตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 148-156 เพื่อค้นหาสาเหตุการเสียชีวิต (Kanung Ruechai, 1998)

พรทิพย์ โรจนสุนันท์ ให้ความหมายการชันสูตรพลิกศพว่า การชันสูตรคือการตรวจสอบศพเพื่อค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต (Porntip Rojanasunan, 2013)

วิรติ พาณิชพงษ์ ให้ความหมายการชันสูตรพลิกศพว่า การชันสูตรเป็นการตรวจสอบสภาพศพเพื่อค้นหาสาเหตุและพฤติการณ์การตาย โดยใช้วิชานิติเวชศาสตร์และนิติวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนกระบวนการยุติธรรม (Wirat Panichpong et. al, 2023)

จากคำจำกัดความเหล่านี้ สามารถสรุปได้ว่า การชันสูตรพลิกศพเป็นกระบวนการตรวจสอบศพที่มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุสาเหตุการเสียชีวิต พฤติการณ์การตาย และระบุตัวตนของผู้เสียชีวิต โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความยุติธรรมและสนับสนุนการสืบสวนสอบสวน

2) วัตถุประสงค์ของการชันสูตรพลิกศพ

การชันสูตรพลิกศพเป็นหน้าที่สำคัญของพนักงานสอบสวนร่วมกับแพทย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุและพฤติการณ์ของการเสียชีวิต เช่น การระบุว่าผู้ตายคือใคร ตายที่ไหน ตายเมื่อใด และหากการเสียชีวิตเกิดจากการกระทำของบุคคลอื่น ก็ต้องสืบสวนเพิ่มเติมเพื่อนำผลการชันสูตรไปประกอบในคดีอาญา (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021)

2.1 พิสูจน์ตัวบุคคล การระบุว่าผู้ตายคือใคร โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจโครงสร้างกระดูก หรือการสืบสวนจากข้อมูลการแจ้งบุคคลสูญหาย (Porntip Rojanasunan, 2001; Wirat Panichpong et. al, 2023)

2.2 พิสูจน์สถานที่การตาย เพื่อระบุว่าผู้ตายเสียชีวิตที่สถานที่พบศพหรือถูกเคลื่อนย้ายศพมาจากที่อื่น (Wirat Panichpong et. al, 2023)



2.3 พิสูจน์เวลาการตาย การชันสูตรสามารถบ่งชี้เวลาการเสียชีวิต ซึ่งมีความสำคัญในการสืบสวนหาตัวผู้กระทำผิดและระบุรายละเอียดในคดี (Wirat Panichpong et. al, 2023)

2.4 ระบุสาเหตุการตาย การหาสาเหตุที่แท้จริงของการเสียชีวิต เช่น พยาธิสภาพของอวัยวะ หรือผลจากการกระทำอันตราย เช่น การถูกทำร้าย (Porntip Rojanasunan, 2001; Wirat Panichpong et. al, 2023)

2.5 ตรวจสอบพฤติการณ์การตาย เช่น การตายโดยอุบัติเหตุ การฆ่าตัวตาย หรือการถูกฆาตกรรม รวมถึงระยะเวลาที่ผู้ตายเสียชีวิต (Time of Death) (Porntip Rojanasunan, 2001)

2.6 ตรวจหาความผิดปกติของร่างกาย เพื่อตรวจสอบว่าการเสียชีวิตมีความเกี่ยวข้องกับโรคหรืออาการผิดปกติอื่น ๆ หรือไม่ (Porntip Rojanasunan, 2001)

2.7 บันทึกบาดแผลและรวบรวมหลักฐาน เพื่อพิสูจน์ว่าแผลใดเป็นสาเหตุของการเสียชีวิต รวมถึงการเก็บวัตถุพยาน เช่น ชิ่นเนื้อ ยาพิษ และสารอื่น ๆ ที่ตรวจพบในศพ (Porntip Rojanasunan, 2001)

2.8 บันทึกภาพและรายงานการชันสูตร การถ่ายภาพหรือบันทึกวิดีโอเพื่อประกอบการรายงานและใช้เป็นหลักฐานในกระบวนการยุติธรรม (Porntip Rojanasunan, 2001)

นอกจากนี้ การชันสูตรพลิกศพยังเกี่ยวข้องกับข้อกฎหมาย เช่น ประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 129 ที่ระบุว่าการสอบสวนและชันสูตรต้องเสร็จสิ้นก่อนการฟ้องผู้ต้องหาในคดีอาญา เพื่อป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการยุติธรรม (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021) การชันสูตรพลิกศพไม่ได้มีเพียงวัตถุประสงค์ในการค้นหาสาเหตุการเสียชีวิตเท่านั้น แต่ยังช่วยสนับสนุนการสืบสวนและสร้างความชัดเจนในกระบวนการยุติธรรมอีกด้วย

3) ระบบการชันสูตรพลิกศพ

การชันสูตรพลิกศพสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบแพทย์ ระบบศาล ระบบตำรวจ และระบบผสม โดยแต่ละระบบมีลักษณะข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.1 ระบบแพทย์ ระบบแพทย์เน้นให้แพทย์เฉพาะทาง เช่น แพทย์นิติเวช มีอำนาจในการชันสูตรพลิกศพตั้งแต่การตรวจศพ การรวบรวมหลักฐาน การสอบสวนพยาน ไปจนถึงการผ่าศพเพื่อตรวจพิสูจน์ โดยแพทย์ต้องผ่านการฝึกอบรมทางด้านนิติเวชศาสตร์โดยตรง (Wirat Panichpong et. al, 2023) ระบบนี้ถือว่ามีคุณภาพสูง เนื่องจากดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดหลักคือการขาดแคลนบุคลากรเฉพาะทางในหลายประเทศ รวมถึงประเทศไทย (Porntip Rojanasunan, 2001)

ตัวอย่างประเทศที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา (40 รัฐใช้ระบบแพทย์สอบสวน) และญี่ปุ่น เช่น โตเกียวและโอซากา (Wirat Panichpong et. al, 2023) ระบบนี้พัฒนาขึ้นจากระบบโคโรเนอร์ของอังกฤษ โดยในปี ค.ศ.1918 นครนิวยอร์กได้สถาปนาระบบแพทย์สอบสวนที่สมบูรณ์ขึ้นเป็นครั้งแรก (Pongthep Chancharoen, 2013)

3.2 ระบบศาล ระบบศาลมอบอำนาจการชันสูตรให้ศาลหรือผู้ได้รับมอบหมายจากศาล เช่น โคโรเนอร์ (Coroner) หรือผู้พิพากษา ระบบนี้มีความเป็นกลาง เนื่องจากศาลทำหน้าที่ตรวจสอบ แต่ปัญหาอาจเกิดขึ้น หากผู้ปฏิบัติงานไม่มีความรู้ทางด้านนิติเวชเพียงพอ (Pachanan Niramitchanon et. al, 2010) ประเทศ



ที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ **อังกฤษ** โดยใช้ระบบศาลโคโรเนออร์ โดยโคโรเนออร์อาจเป็นแพทย์ หนายความ หรือเนติบัณฑิต (Pongthep Chancharoen, 2013) **เยอรมนี** โดยผู้พิพากษาและอัยการมีบทบาทสำคัญในการสั่งชันสูตรพลิกศพ (Wirat Panichpong et. al, 2023) **ฝรั่งเศสและญี่ปุ่น** โดยการชันสูตรจะต้องผ่านการอนุมัติจากศาลก่อนการผ่าศพ (Pongthep Chancharoen, 2013)

3.3 ระบบตำรวจ ระบบนี้ให้เจ้าหน้าที่ตำรวจมีบทบาทหลักในการชันสูตรพลิกศพ ซึ่งเป็นที่นิยมในประเทศแถบเอเชีย เช่น จีน อินเดีย และมาเลเซีย รวมถึงประเทศในกลุ่มสแกนดิเนเวีย เช่น เดนมาร์ก และสวีเดน (Pachanan Niramitchainon et. al, 2010) ข้อดีของระบบนี้คือความรวดเร็ว แต่ปัญหาคือการขาดความเป็นกลางในกระบวนการ (Wirat Panichpong et. al, 2023)

3.4 ระบบผสม ระบบผสมใช้ในบางประเทศ เช่น สหภาพโซเวียต อินเดีย และไทย โดยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจ พนักงานอัยการ แพทย์นิติเวช และเจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครองร่วมกันดำเนินการ การทำงานร่วมกันช่วยเพิ่มความรอบคอบและโปร่งใส แต่กระบวนการอาจซับซ้อนและใช้เวลานาน (Wirat Panichpong et. al, 2023)

ในประเทศไทย ระบบผสมใช้ในกรณีตายโดยผิดธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับเจ้าหน้าที่รัฐ โดยผู้เกี่ยวข้อง 4 ฝ่ายจะร่วมกันชันสูตรและสามารถสั่งการผ่าศพได้เพื่อความชัดเจนในกระบวนการ (Wirat Panichpong et. al, 2023) ระบบการชันสูตรพลิกศพแต่ละแบบมีข้อดีและข้อจำกัดที่ต่างกัน ระบบแพทย์และศาลมีความเป็นมืออาชีพและเป็นกลาง แต่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร ขณะที่ระบบตำรวจและระบบผสมเหมาะสมกับประเทศที่มีทรัพยากรจำกัด แต่ยังคงต้องปรับปรุงเพื่อเพิ่มความโปร่งใสและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4) กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย

4.1 ประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา การชันสูตรพลิกศพในประเทศไทยได้รับการกำหนดในประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญามาตรา 148-156 โดยเน้นการดำเนินการเพื่อหาสาเหตุและพฤติการณ์การตาย มีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของพนักงานสอบสวน แพทย์ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรา 129 ห้ามฟ้องผู้ต้องหาต่อศาลหากการชันสูตรยังไม่เสร็จ (Kanit Na Nakhon, 2018) และมาตรา 150 กำหนดให้แพทย์ทางนิติเวชร่วมกับพนักงานสอบสวนทำการชันสูตร

การตายผิดธรรมชาติ เช่น ฆ่าตัวตาย ถูกผู้อื่นทำร้ายตาย ถูกสัตว์ทำร้ายตาย ตายโดยอุบัติเหตุ และตายยังไม่ปรากฏเหตุ ต้องได้รับการชันสูตรโดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย คือ พนักงานสอบสวนและแพทย์ และหากการตายมีความเกี่ยวข้องกับเจ้าพนักงาน เช่น ตายในระหว่างความควบคุมของรัฐ หรือตายโดยการกระทำของเจ้าพนักงานที่อ้างว่าปฏิบัติราชการตามหน้าที่ ต้องมีพนักงานอัยการ และเจ้าพนักงานฝ่ายปกครองที่มีตำแหน่งตั้งแต่ปลัดอำเภอหรือเทียบเท่าขึ้นไปในการร่วมตรวจสอบด้วย (Porntip Rojanasunan, 2001)

4.2 ประมวลระเบียบการตำรวจเกี่ยวกับคดี สำนักงานตำรวจแห่งชาติได้กำหนดระเบียบเกี่ยวกับการชันสูตรพลิกศพไว้ในประมวลระเบียบการตำรวจ ลักษณะ 10 โดยระบุขั้นตอนการดำเนินการ เช่น การแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง การจัดเก็บพยานหลักฐาน การผ่าศพ หรือการส่งศพไปยังสถาบันนิติเวช



4.3 คำสั่งสำนักงานตำรวจแห่งชาติ คำสั่งที่ 419/56 ได้กำหนดแนวทางการทำสำนวนการชันสูตรให้เหมือนการสอบสวนคดีอาญา พร้อมเอกสารประกอบ เช่น รายงานการตรวจสถานที่เกิดเหตุ บันทึกคำให้การพยาน และภาพถ่ายศพ โดยได้มีคำสั่งปี 2566 เน้นย้ำแนวทางปฏิบัติ เช่น การแจ้งแพทย์และเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง การรักษาสถานที่เกิดเหตุ การเก็บหลักฐาน และการผ่าศพในกรณีจำเป็น พร้อมทั้งจัดสรรค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2023)

5) การชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย

การชันสูตรพลิกศพในไทยมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจากพระราชบัญญัติชันสูตรศพ พ.ศ. 2457 กำหนดให้กรมการอำเภอร่วมกับเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นดำเนินการ ต่อมาในปี 2477 ได้ออกประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา และมีการปรับปรุง 6 ครั้ง โดยครั้งล่าสุดในปี 2550 ให้พนักงานอัยการเข้าร่วมในคดีเกี่ยวข้องกับเจ้าพนักงานเพื่อคุ้มครองสิทธิประชาชน (Wirat Panichpong et. al, 2023)

5.1 ระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย ระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทยแบ่งออกเป็นสองกระบวนการสำคัญ ได้แก่ การตรวจศพภายนอก (post-mortem examination) และการผ่าศพตรวจภายใน (autopsy) (Kanit Na Nakhon, 2018) โดยกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 150 และ 151 กำหนดให้พนักงานสอบสวนร่วมกับแพทย์ทำการชันสูตรพลิกศพ และในกรณีที่ไม่สามารถระบุสาเหตุการตายได้จากการตรวจภายนอก จำเป็นต้องผ่าศพตรวจพิสูจน์เพิ่มเติม การดำเนินการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยใช้ “ระบบตำรวจ” ที่มุ่งให้พนักงานสอบสวนมีบทบาทสำคัญ แต่ในทางปฏิบัติระบบดังกล่าวอาศัยความเห็นจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อความยุติธรรม (Porntip Rojanasunan, 2013)

5.2 เหตุที่ต้องชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย กฎหมายกำหนดให้ต้องมีการชันสูตรพลิกศพเมื่อมีเหตุว่าบุคคลใดตายโดยผิดธรรมชาติหรือตายในระหว่างความควบคุมของเจ้าพนักงาน (Kanit Na Nakhon, 2018) การตายโดยผิดธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 5 กรณี ได้แก่ การฆ่าตัวตาย การถูกผู้อื่นทำให้ตาย การถูกสัตว์ทำร้ายตาย การตายโดยอุบัติเหตุ และการตายโดยยังมีปรากฏเหตุ การชันสูตรในกรณีดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อพิสูจน์สาเหตุของการตายและป้องกันความเข้าใจผิดที่อาจนำไปสู่การละเมิดสิทธิหรือความผิดพลาดในกระบวนการยุติธรรม (Porntip Rojanasunan, 2001)

5.3 ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย กฎหมายกำหนดให้พนักงานสอบสวนแห่งท้องที่ที่พบศพ และแพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญร่วมกันชันสูตรพลิกศพ สำหรับกรณีพิเศษ เช่น การตายในระหว่างความควบคุมของเจ้าพนักงาน หรือวิสามัญฆาตกรรม กฎหมายเพิ่มพนักงานอัยการและฝ่ายปกครองเข้ามาร่วมกระบวนการด้วย (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021) การจัดลำดับแพทย์สำหรับการชันสูตรกำหนดให้แพทย์ทางนิติเวชศาสตร์มีความสำคัญสูงสุด แต่สามารถปรับใช้แพทย์ประเภทอื่นตามลำดับความเหมาะสม เมื่อมีความจำเป็นที่บางพื้นที่อาจไม่มีแพทย์ดังกล่าวหรือมีแต่ไม่อาจปฏิบัติหน้าที่ได้ (Kanit Na Nakhon, 2018)

5.4 วิธีหรือกระบวนการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย การชันสูตรพลิกศพมีสองวิธี ได้แก่ การตรวจภายนอก (post-mortem examination) และการผ่าศพตรวจ (autopsy) การตรวจภายนอกใช้เพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐาน เช่น ลักษณะศพ บาดแผล และสภาพแวดล้อม หากไม่สามารถระบุสาเหตุการตายได้จึงทำการผ่าศพเพื่อพิสูจน์รายละเอียดเพิ่มเติม การผ่าศพจะช่วยตอบข้อสงสัยที่อาจเกี่ยวข้องกับการกระทำผิดทางอาญาหรือเหตุที่ซับซ้อนได้ (Wirat Panichpong et. al, 2023)

5.5 การทำสำนวนการสอบสวนการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย การทำสำนวนการสอบสวนการชันสูตรพลิกศพ เป็นกระบวนการบันทึกผลการชันสูตรควบคู่ไปกับการสอบสวนคดี โดยแบ่งการตายออกเป็นสองประเภท คือ การตายที่ไม่ได้เป็นผลจากการกระทำผิดอาญา และการตายที่เป็นผลจากการกระทำผิดอาญา ในแต่ละประเภท พนักงานสอบสวนต้องรวบรวมพยานหลักฐาน ทำสำนวนการสอบสวนให้ครบถ้วน และส่งให้พนักงานอัยการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาต่อไป (Division of Police Operations, Royal Thai Police, 2021)

6) การชันสูตรพลิกศพในประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นใช้ระบบกฎหมายซีวิลลอว์ที่ได้รับอิทธิพลจากกฎหมายยุโรป ระบบศาลแบ่งออกเป็น 4 ชั้น และกรมตำรวจประจำจังหวัดทำหน้าที่รักษาความปลอดภัยภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ การชันสูตรพลิกศพในญี่ปุ่นมีหลายกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น ประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา และ พระราชบัญญัติการสอบสวนสาเหตุการเสียชีวิตหรือการระบุตัวตนของศพ

6.1 ระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศญี่ปุ่น ญี่ปุ่นใช้ระบบผสม โดยทั่วไปเจ้าหน้าที่ตำรวจร่วมกับแพทย์และฝ่ายอื่น ๆ มีบทบาทในการชันสูตรพลิกศพ สำหรับเมืองใหญ่ เช่น โตเกียวและโอซากา ใช้ระบบแพทย์สอบสวนที่มีสำนักงานแพทย์สอบสวนรับผิดชอบการชันสูตรและพิจารณาสาเหตุการตาย (Pongthep Chancharoen, 2013; Chinpatcha Chaimano, 2020)

6.2 เหตุที่จะต้องชันสูตรพลิกศพในประเทศญี่ปุ่น การชันสูตรพลิกศพในญี่ปุ่นจำเป็นในกรณีตายผิดธรรมชาติ เช่น การตายโดยไม่ทราบสาเหตุ การตายกะทันหันในสถานการณ์ที่ผิดปกติ การตายจากปัจจัยภายนอก เช่น อุบัติเหตุ หรือการตายที่คลุมเครือ (Chinpatcha Chaimano, 2020)

6.3 ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการชันสูตรพลิกศพในประเทศญี่ปุ่น

6.3.1 แพทย์นิติเวช มีบทบาทสำคัญในการชันสูตรพลิกศพ โดยต้องได้รับใบอนุญาตจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข แรงงาน และสวัสดิการ แพทย์สามารถสอบสวนพยานและใช้ความรู้ทางการแพทย์เพื่อค้นหาสาเหตุการตาย

6.3.2 เจ้าหน้าที่ตำรวจ รับผิดชอบการตรวจสอบเบื้องต้นและการสืบสวนสาเหตุการตายตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญาและพระราชบัญญัติการสอบสวนสาเหตุการเสียชีวิต

6.3.3 พนักงานอัยการ มีอำนาจสั่งการชันสูตรพลิกศพและสอบสวนการตาย โดยอาจมอบหมายให้ผู้ช่วยหรือเจ้าหน้าที่ตำรวจดำเนินการ



6.4 วิธีหรือกระบวนการชันสูตรพลิกศพในประเทศญี่ปุ่น เมื่อมีการเสียชีวิตที่ต้องสงสัย เจ้าหน้าที่ตำรวจจะตรวจสอบและสอบสวนเบื้องต้น รวมถึงการตรวจภายนอกและสถานที่พบศพ หากจำเป็นต้องผ่าศพเพื่อค้นหาสาเหตุการตาย การดำเนินการจะต้องทำโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ (Chinpatcha Chaimano, 2020) กระบวนการชันสูตรพลิกศพไม่ได้มุ่งเน้นเพียงการแก้ไขปัญหาทางคดี แต่ยังมีประโยชน์ในด้านการศึกษาและการพัฒนาทางการแพทย์อีกด้วย

7) การชันสูตรพลิกศพในประเทศสหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกาเป็นสหพันธสาธารณรัฐ ประกอบด้วย 50 รัฐ มีระบบการปกครองแบบประชาธิปไตยเสรีนิยม โดยมีประธานาธิบดีเป็นประมุข และแบ่งอำนาจการปกครองออกเป็นฝ่ายนิติบัญญัติ บริหาร และตุลาการ ระบบกฎหมายใช้แบบคอมมอนลอว์ในระดับรัฐบาลกลางและรัฐส่วนใหญ่ โดยการบังคับใช้กฎหมายหลักขึ้นอยู่กับตำรวจท้องถิ่น รัฐบาลกลาง เช่น FBI และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตระบบการชันสูตรพลิกศพของอเมริกาขึ้นอยู่กับกฎหมายของแต่ละรัฐ โดยใช้ทั้งระบบแพทย์สอบสวน (Medical Examiner) และโคโรเนอร์ (Coroner) ซึ่งทำให้ระบบไม่มีความเป็นเอกภาพ อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1877 เริ่มมีการเปลี่ยนมาใช้ระบบแพทย์สอบสวนมากขึ้น โดยในปี ค.ศ. 1918 ที่นครนิวยอร์กมีการสถาปนาระบบแพทย์สอบสวนที่สมบูรณ์เป็นแห่งแรกของโลก (Theerawat Euapopon, 2008; Pongthep Chancharoen, 2013)

ปัจจุบัน 40 รัฐในสหรัฐอเมริกาใช้ระบบแพทย์สอบสวน โดยใน 39 รัฐกำหนดให้แพทย์สอบสวนต้องมีปริญญาด้านแพทยศาสตร์ ในจำนวนนี้ 12 รัฐมีการกำหนดวาระการดำรงตำแหน่ง ส่วนอีก 28 รัฐไม่มีการกำหนดวาระ ประชากรกว่าร้อยละ 35 อยู่ในระบบแพทย์สอบสวน และอีกร้อยละ 50 อยู่ในระบบผสม (Pongthep Chancharoen, 2013)

7.1 ระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบแพทย์สอบสวนในอเมริกาแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ แพทย์สอบสวนประจำรัฐ แพทย์สอบสวนประจำเคาน์ตี แพทย์สอบสวนประจำเขต และแพทย์สอบสวนระบบส่งต่อ ซึ่งแต่ละรูปแบบขึ้นอยู่กับโครงสร้างและเขตอำนาจของรัฐหรือท้องถิ่น ตัวอย่างคือ รัฐมิชิแกนใช้ระบบแพทย์สอบสวนประจำเคาน์ตี โดยมีพระราชบัญญัติแพทย์สอบสวนประจำเคาน์ตี พ.ศ. 2496 (County Medical Examiner Act 1953) ที่กำหนดให้แพทย์สอบสวนต้องมีคุณสมบัติทาง การแพทย์และเชี่ยวชาญในสาขาพยาธิวิทยา (Theerawat Euapopon, 2008)

7.2 เหตุที่ต้องชันสูตรพลิกศพในประเทศสหรัฐอเมริกา ตามพระราชบัญญัติแพทย์สอบสวนประจำเคาน์ตี พ.ศ. 2496 กำหนดให้ชันสูตรพลิกศพในกรณีการตายอย่างกะทันหัน การตายจากความรุนแรง การตายที่ไม่ทราบสาเหตุ การตายที่เกี่ยวข้องกับการทำแท้งหรือคลอดบุตร การตายในสถานที่ควบคุมของรัฐ และการตายที่ยังไม่สามารถระบุตัวบุคคลได้ เป็นต้น (Theerawat Euapopon, 2008)

7.3 ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการชันสูตรพลิกศพในประเทศสหรัฐอเมริกา

7.3.1 แพทย์สอบสวนประจำเคาน์ตี ต้องมีคุณสมบัติทางการแพทย์และอำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย เช่น การสอบสวนการตายและการออกใบมรณบัตร



7.3.2 ผู้แทนแพทย์สอบสวนประจำเคาน์ตี ทำหน้าที่แทนในกรณีที่แพทย์สอบสวนไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้

7.3.3 เจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวน มีหน้าที่ช่วยเหลือในการตรวจสอบการตายและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตาย

7.3.4 นิติพยาธิแพทย์ รับผิดชอบการผ่าศพเพื่อตรวจพิสูจน์สาเหตุและพฤติการณ์การตาย (Theerawat Euapopon, 2008)

7.4 วิธีหรือกระบวนการชันสูตรพลิกศพในประเทศสหรัฐอเมริกา กระบวนการเริ่มจากการแจ้งเหตุการตายและการตรวจสอบสถานที่พบศพ เจ้าหน้าที่จะตรวจสอบข้อมูลและรายงานผลการสอบสวนต่อสำนักงานแพทย์สอบสวน หากจำเป็นต้องผ่าศพ แพทย์สอบสวนจะดำเนินการตรวจภายในและภายนอกศพเพื่อวินิจฉัยสาเหตุและพฤติการณ์การตาย พร้อมทั้งจัดทำรายงานการสอบสวน เมื่อการสอบสวนเสร็จสิ้นศพจะถูกส่งมอบคืนญาติหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง (Theerawat Euapopon, 2008)

การชันสูตรพลิกศพในไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา มีความแตกต่างตามโครงสร้างกฎหมายและทรัพยากร โดยไทยเน้นบทบาทตำรวจร่วมกับแพทย์ ญี่ปุ่นใช้ระบบผสมโดยมีแพทย์เฉพาะทางในเมืองใหญ่ ส่วนสหรัฐอเมริกาใช้ระบบแพทย์สอบสวนและระบบผสมในบางพื้นที่ ข้อดีของต่างประเทศคือการมีบุคลากรและองค์กรเฉพาะทางที่เพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบ แต่ไทยยังขาดทรัพยากรและกำลังคน การพัฒนาควรมุ่งสู่การจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะทาง การฝึกอบรม และการลงทุนในเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดข้อผิดพลาดในกระบวนการยุติธรรม

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้การวิจัยเชิงเอกสารเพื่อศึกษาความแตกต่างของบริบทการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา โดยมุ่งวิเคราะห์ใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ ระบบการชันสูตรพลิกศพ เหตุที่ต้องชันสูตรพลิกศพ ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการชันสูตรพลิกศพ และวิธีหรือกระบวนการชันสูตรพลิกศพ เพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัด และหาแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารทางกฎหมายและหนังสือวิชาการที่เกี่ยวข้องกับระบบการชันสูตรพลิกศพทั้งในประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา โดยในส่วนของประเทศไทย ได้วิเคราะห์กฎหมาย ระเบียบ และคำสั่งที่ใช้บังคับในทางปฏิบัติ ครอบคลุมช่วงปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2567 ประกอบด้วยประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา ระเบียบสำนักงานตำรวจแห่งชาติ และคำสั่งภายในเกี่ยวกับหน้าที่ของพนักงานสอบสวนและกระบวนการชันสูตรพลิกศพ ในส่วนของต่างประเทศ ได้ศึกษาหนังสือและบทความวิชาการที่วิเคราะห์ระบบกฎหมายและการดำเนินงานด้านการชันสูตรพลิกศพของ



ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา โดยครอบคลุมทั้งด้านโครงสร้างองค์กร บทบาทของบุคลากร และมาตรฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ในการชันสูตรพลิกศพในแต่ละประเทศ

1.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์และเว็บไซต์ทางการของหน่วยงานด้านกฎหมายและการแพทย์ในประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา รวมทั้งสิ้น 28 เว็บไซต์ ครอบคลุมช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2566 แหล่งข้อมูลประกอบด้วย เว็บไซต์ของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ กระทรวงยุติธรรม กระทรวงสาธารณสุขของทั้งสามประเทศ ตลอดจนเว็บไซต์ขององค์กรวิชาชีพด้านนิติเวช เช่น Japan Medical Association และ National Association of Medical Examiners (USA) นอกจากนี้ยังใช้ฐานข้อมูลวิชาการออนไลน์จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ Google Scholar, PubMed, JSTOR และ ThaiJO ในการสืบค้นงานวิจัย บทความวิชาการ และรายงานเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการชันสูตรพลิกศพ เพื่อประกอบการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบของแต่ละประเทศ

2) การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.1 การจัดหมวดหมู่ข้อมูล ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกจัดแบ่งตามหัวข้อ 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ ระบบการชันสูตรพลิกศพ เหตุที่ต้องชันสูตรพลิกศพ ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการชันสูตรพลิกศพ และวิธีหรือกระบวนการชันสูตรพลิกศพ

2.2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละประเด็นเพื่อหาองค์ประกอบหลักที่เหมือนและแตกต่างกันระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา และพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของระบบในแต่ละประเทศ โดยอ้างอิงจากข้อกำหนดทางกฎหมาย โครงสร้างการบริหาร และความเหมาะสมในบริบททางสังคม

2.3 การสังเคราะห์แนวทางปรับปรุง สังเคราะห์แนวทางที่ดีจากข้อมูลที่ได้ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) การนำเสนอผลการวิจัย ผลการวิเคราะห์จะถูกนำเสนอในรูปแบบการเปรียบเทียบที่ชัดเจน โดยมีการสรุปข้อดีและข้อจำกัดของระบบในแต่ละประเทศ พร้อมเสนอแนะแนวทางการพัฒนาที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย เพื่อให้เกิดการยกระดับกระบวนการยุติธรรมและการชันสูตรพลิกศพที่มีมาตรฐาน

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา พบความแตกต่างที่สำคัญในหลายมิติ โดยเฉพาะในด้านระบบการชันสูตรพลิกศพ เหตุที่ต้องชันสูตร ผู้มีอำนาจหน้าที่ และกระบวนการชันสูตรพลิกศพ ซึ่งสามารถสรุปความแตกต่าง ดังนี้

1) ระบบการชันสูตรพลิกศพ ประเทศไทยใช้ “ระบบตำรวจ” โดยมีพนักงานสอบสวนเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการชันสูตรพลิกศพ ซึ่งในทางปฏิบัติ พนักงานสอบสวนในไทยเป็นผู้ดำเนินการหลักตั้งแต่ตรวจสถานที่เกิดเหตุ แจ้งแพทย์ ตรวจศพเบื้องต้น เก็บหลักฐาน ส่งศพผ่าชันสูตร (ถ้าจำเป็น) และจัดทำสำนวนการชันสูตรพลิกศพ



โดยแพทย์มีบทบาทเป็นผู้ช่วยให้กับพนักงานสอบสวนในการร่วมตรวจชันสูตรพลิกศพและให้ความเห็นทางการแพทย์เท่านั้น ต่างจากญี่ปุ่นที่ใช้ระบบผสม โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ที่มีสำนักงานแพทย์สอบสวนและแพทย์สอบสวนประจำทำหน้าที่โดยตรง ส่วนสหรัฐอเมริกาใช้ระบบแพทย์สอบสวน (Medical Examiner) เป็นหลัก โดยมอบหมายให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านนิติเวชเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมด แม้บางรัฐจะใช้ระบบผสมร่วมกับโคโรเนอร์ก็ตาม ระบบของต่างประเทศเหล่านี้มีจุดเด่นคือความแม่นยำ ความโปร่งใส และความน่าเชื่อถือที่สูงกว่าไทย

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการชันสูตรพลิกศพระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา

หัวข้อ	ไทย	ญี่ปุ่น	สหรัฐอเมริกา
ระบบการชันสูตร	ระบบตำรวจ พนักงานสอบสวนมีบทบาทหลัก	ระบบผสม เมืองใหญ่ใช้ระบบแพทย์สอบสวน	ระบบแพทย์สอบสวน บางรัฐใช้ระบบผสมกับโคโรเนอร์
เหตุที่ต้องชันสูตร	การตายผิดธรรมชาติ 5 กรณี เช่น ฆาตกรรม อุบัติเหตุ ฯลฯ	การตายผิดธรรมชาติ เช่น ตายกะทันหัน ตายจากปัจจัยภายนอก	การตายผิดธรรมชาติ เช่น การตายในเรือนจำ การทำแท้ง
ผู้มีอำนาจหน้าที่	พนักงานสอบสวน แพทย์ พนักงานอัยการ พนักงานฝ่ายปกครอง	แพทย์นิติเวช เจ้าหน้าที่ตำรวจ พนักงานอัยการ	แพทย์สอบสวน ผู้แทนแพทย์สอบสวน นิติพยาธิแพทย์
กระบวนการชันสูตร	ตรวจภายนอก และผ่าศพหากจำเป็น	ตรวจสอบเบื้องต้น และผ่าศพโดยแพทย์เฉพาะทาง	ตรวจภายนอก ผ่าศพ รายงานผลโดยแพทย์สอบสวน
ข้อดี	ใช้บุคลากรในพื้นที่ มีความคล่องตัว	ระบบผสมที่ครอบคลุม มีสำนักงานแพทย์สอบสวนในเมืองใหญ่	แพทย์สอบสวนมีความเชี่ยวชาญ ใช้เทคโนโลยีทันสมัย
ข้อจำกัด	ขาดบุคลากรเฉพาะทาง ขาดเทคโนโลยี	ขาดความสม่ำเสมอในระบบ ท้องถิ่น	ระบบไม่เป็นเอกภาพในแต่ละรัฐ

ระบบของไทยที่เน้นบทบาทของตำรวจ ยังเผชิญข้อจำกัดด้านความเชี่ยวชาญเฉพาะทางและมาตรฐานการดำเนินงานที่ไม่สม่ำเสมอ ต่างจากระบบของญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาที่มีองค์กรแพทย์สอบสวนเฉพาะทางรองรับ ทำให้สามารถตรวจสอบการเสียชีวิตได้อย่างเป็นระบบ แม่นยำ และตรวจสอบย้อนกลับได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2) เหตุที่ต้องชันสูตรพลิกศพ ทั้งสามประเทศกำหนดการชันสูตรพลิกศพในกรณีการตายผิดธรรมชาติ เช่น อุบัติเหตุ ฆาตกรรม และการตายที่ไม่ทราบสาเหตุ อย่างไรก็ตาม ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกามีการกำหนดกรณีเฉพาะเพิ่มเติม เช่น การตายอย่างกะทันหันในสถานการณ์ผิดปกติ (ญี่ปุ่น) และการตายในสถานที่ควบคุมของรัฐ (สหรัฐอเมริกา)

3) ผู้มีอำนาจหน้าที่ในการชันสูตรพลิกศพ ในประเทศไทย พนักงานสอบสวนและแพทย์ร่วมกันดำเนินการ โดยจะมีพนักงานอัยการและพนักงานฝ่ายปกครองเข้าร่วมในกรณีพิเศษ ญี่ปุ่นเน้นบทบาทของ



แพทย์นิติเวชและเจ้าหน้าที่ตำรวจ ในขณะที่สหรัฐอเมริกา มีแพทย์สอบสวนเป็นผู้มีอำนาจหลัก พร้อมด้วยผู้แทนแพทย์สอบสวน และนิติพยาธิแพทย์ที่ช่วยดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ

4) วิธีหรือกระบวนการชันสูตรพลิกศพ กระบวนการชันสูตรพลิกศพของทั้งสามประเทศมีการตรวจภายนอกและการผ่าศพคล้ายคลึงกัน แต่ในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นจะมีการใช้เทคโนโลยีทันสมัยและการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย ขณะที่ไทยยังขาดแคลนทรัพยากรและบุคลากรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง การเปรียบเทียบนี้ชี้ให้เห็นถึงข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละระบบ ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในการพัฒนาระบบการชันสูตรพลิกศพในประเทศไทย โดยเน้นการจัดตั้งองค์กรเฉพาะทาง การพัฒนาบุคลากร และการลงทุนในเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในกระบวนการยุติธรรม

อภิปรายผล

ระบบชันสูตรพลิกศพในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าของระบบชันสูตรที่มืองค์กรเฉพาะทางและการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเป็นองค์ประกอบสำคัญ

1) องค์กรเฉพาะทาง ในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา การจัดตั้งสำนักงานแพทย์สอบสวนช่วยเพิ่มความเชี่ยวชาญในการวินิจฉัยสาเหตุการเสียชีวิต แพทย์เฉพาะทาง เช่น แพทย์นิติเวชในญี่ปุ่น หรือแพทย์สอบสวนในสหรัฐอเมริกา มีความรู้เชิงลึกและสามารถให้ข้อมูลที่แม่นยำเกี่ยวกับการตาย นอกจากนี้ ระบบในสหรัฐอเมริกามีความยืดหยุ่นด้วยการใช้ระบบผสมในบางพื้นที่ ทำให้สามารถปรับตัวเข้ากับบริบทท้องถิ่นได้อย่างเหมาะสม

2.) บทบาทของเทคโนโลยีในระบบชันสูตรของต่างประเทศ ประเทศที่พัฒนาระบบการชันสูตรพลิกศพ เช่น ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการตรวจพิสูจน์อย่างต่อเนื่อง เช่น การวิเคราะห์ DNA การตรวจสารพิษทางนิติวิทยาศาสตร์ และการใช้ฐานข้อมูลดิจิทัลร่วมกันระหว่างหน่วยงาน เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยสาเหตุการตาย ลดระยะเวลาในการดำเนินการ และลดความคลาดเคลื่อนของผลการชันสูตร ซึ่งล้วนเป็นประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมต่อกระบวนการยุติธรรม

3) การบูรณาการข้อมูล ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา มีระบบที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน เช่น ตำรวจ แพทย์ และพนักงานอัยการ ซึ่งช่วยเพิ่มความโปร่งใสและลดความซ้ำซ้อนในการทำงาน

จุดเด่นของระบบชันสูตรพลิกศพในญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ได้แก่ การมีองค์กรแพทย์สอบสวนที่มีความเป็นอิสระ มีบุคลากรเฉพาะทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ และการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น การตรวจพิษวิทยา การวิเคราะห์ DNA และการเชื่อมโยงฐานข้อมูลดิจิทัลระหว่างหน่วยงาน ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำ ความรวดเร็ว และความโปร่งใสในกระบวนการยุติธรรม ทั้งนี้สอดคล้องกับข้อเสนอของ Wirat ที่เน้นการเพิ่มประสิทธิภาพโดยการจัดตั้งหน่วยแพทย์สอบสวนให้ชัดเจน (Wirat, 2023) และ Theerawat ที่เปรียบเทียบระบบของรัฐมิชิแกนซึ่งใช้ระบบแพทย์สอบสวน ส่งผลให้มีความน่าเชื่อถือในการวินิจฉัยสาเหตุการตายมากกว่าระบบที่อิงตำรวจ (Theerawat, 2008) ข้อเสนอของ Porntip ยังเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการแยกบทบาทของแพทย์ผู้ชันสูตรออกจากพนักงานสอบสวน เพื่อป้องกันผลประโยชน์ทับซ้อนและเพิ่มความน่าเชื่อถือของการตรวจสอบ (Porntip, 2013)

4) ระบบชั้นสูตรพลิกศพของประเทศไทย แสดงให้เห็นถึงความเหมือนและความแตกต่างกับระบบของประเทศอื่น ทั้งในด้านองค์การเฉพาะทางและการใช้เทคโนโลยี ดังนี้

4.1 การพึ่งพาทรัพยากรที่จำกัด ระบบชั้นสูตรในประเทศไทยยังคงใช้ “ระบบตำรวจ” ที่พนักงานสอบสวนมีบทบาทหลัก ทำให้ขาดการสนับสนุนจากบุคลากรเฉพาะทาง เช่น แพทย์นิติเวชที่มีจำนวนจำกัดและประจำเฉพาะในเขตเมืองใหญ่

4.2 ขาดเทคโนโลยีและอุปกรณ์ทันสมัย การขาดแคลนเครื่องมือทันสมัย เช่น อุปกรณ์ตรวจทางพิษวิทยา ทำให้การวินิจฉัยสาเหตุการตายมีความล่าช้าและไม่แม่นยำเพียงพอ

4.3 การบริหารงานที่ไม่เป็นเอกภาพ การชั้นสูตรพลิกศพยังขึ้นอยู่กับแต่ละท้องที่ ส่งผลให้มาตรฐานและความโปร่งใสของกระบวนการอาจแตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุป เมื่อเปรียบเทียบกับทั้งญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ระบบของไทยยังคงอิงกับ “ระบบตำรวจ” โดยพนักงานสอบสวนทำหน้าที่หลักในการชั้นสูตรพลิกศพ ซึ่งเป็นการใช้บุคลากรที่ขาดความเชี่ยวชาญด้านการแพทย์นิติเวช และไม่มีระบบสนับสนุนทางเทคโนโลยีที่เพียงพอ ความล่าช้าในการประสานงาน และการขาดระบบฐานข้อมูลกลางยังเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ทำให้กระบวนการขาดความแม่นยำและความโปร่งใสอย่างที่ควรจะเป็น ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Siriporn Kosolkarn ที่ตั้งข้อสังเกตว่าการจัดสรรทรัพยากรในระบบสอบสวนไทยยังไม่สอดคล้องกับภารกิจภาคสนามที่ต้องการความชำนาญเชิงวิชาชีพ (Siriporn Kosolkarn, 2017)

บทสรุป

การชั้นสูตรพลิกศพในประเทศไทยยังคงประสบปัญหาด้านทรัพยากรและมาตรฐานที่ไม่สม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา พบว่าประเทศเหล่านี้มีข้อได้เปรียบด้านองค์การเฉพาะทางและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ซึ่งช่วยให้กระบวนการมีความโปร่งใสและเชื่อถือได้ การพัฒนาระบบในประเทศไทยควรมุ่งเน้นการเพิ่มบุคลากรที่เชี่ยวชาญ การบูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วยงาน และการลงทุนในเทคโนโลยี เพื่อสร้างความยุติธรรมให้แก่ผู้เสียชีวิตและครอบครัวอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

1) การพัฒนาทรัพยากร ควรเพิ่มจำนวนแพทย์นิติเวชและบุคลากรด้านนิติวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอในทุกภูมิภาค พร้อมทั้งจัดหาอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยสำหรับการชั้นสูตรพลิกศพ เพื่อลดความผิดพลาดในการตรวจสอบและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ

2) การฝึกอบรมบุคลากร สำนักงานตำรวจแห่งชาติและกระทรวงยุติธรรมควรร่วมกันจัดให้มีการฝึกอบรมความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์และการชั้นสูตรพลิกศพแก่พนักงานสอบสวนและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอ เพื่อยกระดับทักษะและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานทั่วประเทศ



3) การบูรณาการการทำงาน กระทรวงยุติธรรมควรพัฒนาเครือข่ายการแบ่งปันข้อมูลระหว่างตำรวจ แพทย์ และพนักงานอัยการ (เช่น การจัดทำระบบฐานข้อมูลกลางเกี่ยวกับคดีชั้นสูตรพลิกศพ) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบสวนสอบสวนและลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนของหน่วยงานต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1) การจัดตั้งองค์กรเฉพาะทาง รัฐบาลไทยควรพิจารณาจัดตั้งสำนักงานแพทย์สอบสวนประจำภูมิภาค หรือจังหวัด เพื่อให้การดำเนินงานด้านการชันสูตรพลิกศพมีความเชี่ยวชาญและเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ องค์กรดังกล่าวควรมีอิสระในการทำงานและอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงานกลางที่รับผิดชอบโดยตรง

2) การปรับปรุงกฎหมายและโครงสร้างระบบ ควรปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้องให้เอื้ออำนวยต่อการชันสูตรพลิกศพโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในกรณีที่มีข้อสงสัยหรือซับซ้อน และพัฒนาโครงสร้างระบบชันสูตรของไทยไปสู่รูปแบบ “ระบบแพทย์” หรือ “ระบบผสม” มากขึ้น เพื่อลดบทบาทของตำรวจในฐานะผู้ดำเนินการหลักและเพิ่มบทบาทของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในกระบวนการชันสูตรพลิกศพ

เอกสารอ้างอิง

- BBC NEWS Thai. (2023). *Understanding the characteristics of "serial killers" after the shocking case of "Am Cyanide" killing 14 friends*. Retrieved June 24, 2024, from <https://www.bbc.com/thai/articles/cxelv3lm0p3o> (In Thai).
- Kanung Ruechai. (1998). *Criminal Procedure Code, Volume 1*. Faculty of Law, Thammasat University. (In Thai).
- Kanit Na Nakhon. (2018). *Criminal Procedure Code*. Winyuchon Publishing House. (In Thai).
- Chinpatcha Chaimano. (2020). *Comparative study of laws related to unnatural death investigations in Thailand, Singapore, and Japan*. Thammasat University. (In Thai).
- Division of Police Operations, Royal Thai Police. (2023). *Guidelines for police and local investigators dealing with unnatural deaths*. Royal Thai Police Press. (In Thai).
- Division of Police Operations, Royal Thai Police. (2021). *Investigation manual*. Royal Thai Police Press. (In Thai).
- Pachanan Niramitchainon et. al.. (2010). *The future of the post-mortem examination system in Thailand*. Health Systems Research Institute. (In Thai).
- Pongthep Chancharoen. (2013). *Roles and processes in post-mortem examinations conducted by investigators: A case study of investigators in Nakhon Pathom Provincial Police*. Silpakorn University. (In Thai).



- Porntip Rojanasunan. (2001). *Forensic science: Post-mortem examinations*. Winyuchon Publishing House. (In Thai).
- Porntip Rojanasunan. (2013). *Post-mortem examinations*. Winyuchon Publishing House. (In Thai).
- Rapee Mankosol. (1996). *Forensic medicine manual*. Paisan Printing House. (In Thai).
- Tawee Charoenpitak. (1949). *Detailed explanations and practices of the Criminal Procedure Code*. Kanasong Printing Company. (In Thai).
- Tassana Suwannachutha. (1993). *Forensic medicine*. Bophit Printing Company. (In Thai).
- Theerawat Euapopon. (2008). *Measures for checks and balances of state power: A case study of post-mortem examinations under Section 150 of the Criminal Procedure Code*. Thammasat University. (In Thai).
- Wirat Panichpong et. al.. (2023). *Practical forensic science: Medical witness under good governance*. Rungsaeng Printing House. (In Thai).



การตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน
โดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี

Examination of Gasoline Adsorbed on Different Fabrics Using Fourier Transform
Infrared Spectroscopy Technique

กนกพร บัวดอก* และ ธิติ มหาเจริญ

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Kanokporn Buadok and Thiti Mahacharoen

Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

Received: November 13, 2024 | Revised: March 9, 2025 | Accepted: April 5, 2025

บทความวิจัย (Research Article)

บทคัดย่อ

การวางเพลิงเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงชนิดหนึ่งที่เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน นอกจากนี้เพลิงไหม้ยังทำให้การหาพยานหลักฐานเพื่อเชื่อมโยงไปยังตัวผู้กระทำผิดมีความสำคัญอย่างยิ่ง การตรวจหาน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างพยานหลักฐานและผู้ต้องสงสัยในการวางเพลิง วัตถุประสงค์ของการทำการวิจัยในครั้งนี้เพื่อการตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FTIR) ในการทดลองหยดน้ำมันเบนซินปริมาตร 50 μ l ลงบนผ้าตัวอย่าง 6 ชนิดได้แก่ ผ้าฝ้ายดิบ ผ้าลินิน ผ้าไนลอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าเรยอน ผ้าไหมอิตาลี เก็บตัวอย่างของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน ในช่วงเวลาดังนี้ เก็บตัวอย่างทันที 1 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมงนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FTIR) จากการทดลองได้โครมาโทแกรมที่สามารถระบุได้ว่าเป็นน้ำมันเบนซินได้แก่ เบนซิน, โทลูอิน, ออโทไซลีน, พาราไซลีน และเอทิลโทลูอิน ผลการวิจัยพบว่าการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าทุกตัวอย่างหลังการสัมผัสน้ำมันเบนซินนานถึงระยะเวลา 6 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำมันเบนซินที่ตรวจพบในทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ผลจากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจหาน้ำมันเบนซินในสถานที่เกิดเหตุและเป็นประโยชน์ในกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : วางเพลิง, น้ำมันเบนซิน, ผ้าตัวอย่าง, เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FTIR)

* Corresponding author, Email: kanokpornbuadok@gmail.com



Abstract

Arson is a serious crime that can cause extensive damage to both life and property. Identifying evidence to link suspects to the crime is, therefore, crucial. Detecting fuel residues provides valuable information for establishing connections between evidence and suspects. This study aimed to investigate the presence of gasoline residues on various types of fabrics using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Specifically, 50 μ l of gasoline was applied to six types of fabric samples: raw cotton, linen, nylon, polyester, rayon, and Italian silk. Gasoline samples from each fabric were collected at the following time intervals: immediately, 1 hour, 3 hours, and 6 hours, and analyzed using FTIR. The chromatograms identified the presence of gasoline components, including benzene, toluene, o-xylene, p-xylene, and ethyltoluene. The results showed that gasoline residues were detected in all samples even after 6 hours of exposure. Additionally, the amount of gasoline detected in the samples tended to decrease over time. This research has potential applications in detecting gasoline at crime scenes, thereby effectively aiding investigative process.

Keywords: Arson, Gasoline, Fabric samples, Fourier Transform Infrared Spectroscopy(FTIR)

บทนำ

การวางเพลิงเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงชนิดหนึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้เสียหาย แต่ในทางกลับกันการวางเพลิงที่ดูเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงแต่กลับเกิดขึ้นได้ง่าย โดยใช้เพียงไม้ขีดไฟ น้ำมันเชื้อเพลิง และวัสดุที่ติดไฟ (หนังสือ ผ้า ไม้) ก็สามารถทำให้เกิดจุดต้นเพลิงที่จะลุกลามไปเป็นเพลิงไหม้ที่จะทำลายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน การหาผู้กระทำความผิดในการก่ออาชญากรรมการวางเพลิงก็กลับมีแนวทางสืบสวนสอบสวนได้ยาก โดยการก่อเหตุอาชญากรรมการวางเพลิงมักใช้น้ำมันเชื้อเพลิง คือ น้ำมันเบนซิน (Thananya Soonkum, 2014)

น้ำมันเบนซิน (Gasoline) หรือ Aliphatic Hydrocarbon หมายถึง โมเลกุลที่ประกอบไปด้วยไฮโดรเจน (Hydrogen) และคาร์บอน (Carbon) ที่ต่อกันเป็นสายโซ่โมเลกุลของน้ำมันเบนซินจะมีคาร์บอนจากพื้นโลกมีลักษณะเป็นของเหลวสีดำเรียกว่า ปิโตรเลียม (Petroleum) ของเหลวชนิดนี้ประกอบไปด้วยไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) และคาร์บอนอะตอมที่จะเชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่ที่มีความยาวแตกต่างกัน โดยโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนที่มีความยาวแตกต่างกันนั้นจะมีคุณสมบัติและพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถแยกออกจากกันได้ โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือด ดังนั้นเราสามารถแยกสายโซ่แต่ละความยาวออกจากกันได้ โดยการกลั่นในลักษณะนี้อยู่ในรูปของการกลั่นน้ำมัน (Oil Refinery) โดยน้ำมันดิบจะได้รับความร้อนและสายโซ่ที่มีความยาวแตกต่างกันจะถูกดึงออกมาตามลำดับของช่วงอุณหภูมิในการกลายเป็นไอพบว่าสายโซ่ที่มีคาร์บอนอะตอม 7 ตัว (C_7H_{16}) ถึง 11 ตัว ($C_{11}H_{24}$) จะถูกนำมาผสมกันและใช้เป็นน้ำมันเบนซิน (Gasoline) คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเบนซินในการเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง (Pramote Chaiyawet,

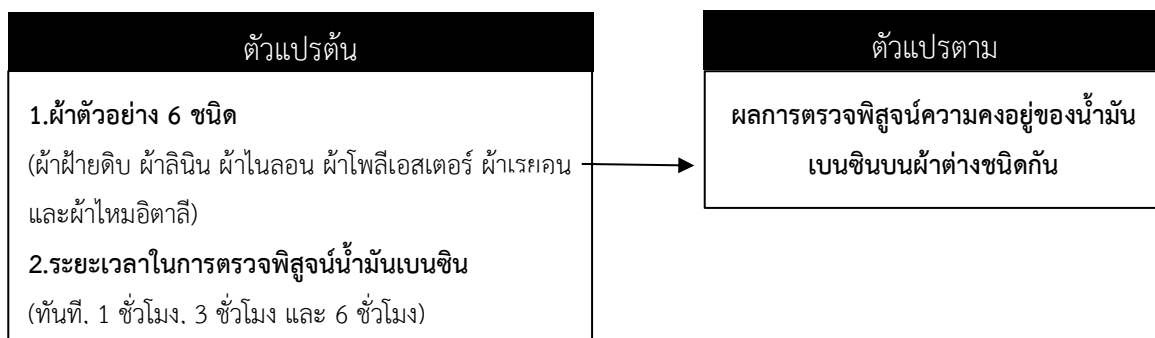
2005) คือ มีจุดวาบไฟที่อุณหภูมิห้อง เมื่อพิจารณาจุดวาบไฟจะพบว่าน้ำมันเบนซินมีความไวไฟสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลที่มีจุดวาบไฟมากกว่า 60°C ซึ่งจะมีความไวไฟต่ำอย่างมาก และที่สำคัญช่วงการติดไฟ (Flammable range) คือเปอร์เซ็นต์ของไอในอากาศ โดยปริมาตรที่สามารถก่อให้เกิดการติดไฟได้ พบว่าน้ำมันเบนซินมีช่วงการติดไฟระหว่าง 1.4% - 7.6% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกความเข้มข้นของไอน้ำมันเบนซินในอากาศในช่วงเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดสามารถติดไฟได้ที่อุณหภูมิของจุดวาบไฟ โดยอุณหภูมิของจุดติดไฟ จะมีช่วง $260 - 426.6^{\circ}\text{C}$ ช่วงการติดไฟจะอ้างอิงจากความดันและอุณหภูมิจะทำให้ช่วงการติดไฟกว้างขึ้น ดังนั้น การที่จะเกิดไฟต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน (Samrereng Chakjai, 2001) คือ เชื้อเพลิง (Fuel) ออกซิเจน (Oxygen) และความร้อน (Heat) ในสภาวะที่เหมาะสมแล้วให้พลังงานออกมาในรูปของพลังงาน ความร้อนและพลังงานแสงสว่าง ซึ่งองค์ประกอบของไฟนั้นแสดง โดยใช้รูปสามเหลี่ยมของไฟ นอกเหนือจาก องค์ประกอบดังกล่าวมาแล้วจะต้องมีปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ของการสันดาป กล่าวคือเมื่อเชื้อเพลิง ได้รับความร้อนจากการเกิดก๊าซหรือไอที่ผิวมากพอที่จะติดไฟได้และมีออกซิเจนในอากาศไม่ต่ำกว่า 16% ไฟก็จะติดขึ้น โมเลกุลของเชื้อเพลิงจะแตกตัวเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลง ๆ จนแปรสภาพเป็นก๊าซแล้วลุกไหม้ต่อเนื่องกันไปเป็นลูกโซ่ซึ่งสามารถแสดงองค์ประกอบของการเผาไหม้เป็นก๊าซแล้วลุกไหม้ต่อเนื่องกันไปเป็นลูกโซ่ขาดตอนลง เมื่อนั้นการสันดาปก็จะหยุดลง

จากความเป็นมาและความสำคัญข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์คือ Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุล โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับการสั่น (Vibration) ของโมเลกุลแสงอินฟราเรดช่วงกลาง ($2.5-25\text{ }\mu\text{m}$) มีความถี่ตรงกับความถี่การสั่นของพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลของสารที่ให้ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยจะวิเคราะห์ได้ทั้งสารในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เนื่องจากเทคนิคนี้มีความทันสมัย รวดเร็ว และลดขั้นตอนหรือสารเคมีที่ต้องใช้ เพื่อนำไปเป็นหลักฐานสำคัญที่ช่วยในการสืบสวนและใช้ในกระบวนการยุติธรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)
- 2) เพื่อศึกษาระยะเวลาในการตรวจพบน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิด

ทบทวนวรรณกรรม

1) สามเหลี่ยมไฟ ความหมายของคำว่า ไฟ (Fire) เกิดจากกระบวนการออกซิเดชันที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่างออกมามากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวทางเคมีแตกต่างกันตามสารประกอบในเชื้อเพลิง การเกิดไฟจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบของการเกิดไฟ องค์ประกอบหลัก 3 ประเภทได้แก่

น้ำมันเชื้อเพลิง ของเหลวที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบแล้วนำมาปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อใช้เผาให้เป็นพลังงานในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์เทอร์โบ หรือใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ต้มน้ำในหม้อไอน้ำ (Boiler) ใช้ในเตาอบเครื่องปั้นดินเผา ในโรงงานเซรามิก ใช้ในการทำความร้อน ให้แสงสว่าง เป็นต้น ซึ่งมักพบและซื้อขายกันทั่วไป (Pramote Chaiyawet, 2005)

วัสดุติดไฟ วัสดุหรือสารที่สามารถลุกติดไฟ เมื่อได้รับความร้อนหรือประกายไฟ โดยมีสถานะเป็นของเหลว ของแข็ง หรือก๊าซ

ออกซิเจน (Oxygen) ปริมาณออกซิเจนเป็นตัวสำคัญที่ควบคุมการลุกไหม้ โดยทั่วไปแล้วในบรรยากาศจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณร้อยละ 20.85 ของออกซิเจนที่สนับสนุนการลุกไหม้ให้เป็นเปลวไฟได้ต้องมีอย่างน้อยร้อยละ 15-16 ขึ้นไปในบรรยากาศ ถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนลดลงไปถึงร้อยละ 8 การลุกไหม้จะเป็นลักษณะของการคุ (Smoldering) คือการลุกไหม้ที่มีแต่ควัน ไม่มีเปลวไฟและถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 8 ไฟก็จะดับลง

2) ผ้าตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด หลัก ๆ คือ ผ้าที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติ และผ้าที่ได้จากการสังเคราะห์ โดยผ้าที่ได้จากธรรมชาติได้แก่ ผ้าฝ้ายดิบ ผ้าที่ทอด้วยเส้นใย เส้นด้ายฝ้ายบริสุทธิ์แท้ 100% จากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ไม่ผ่านการฟอกสี นำไปผ่านกระบวนการถักทอด้วยเครื่องจักรจนออกมาเป็นเนื้อผ้าดิบที่มีสีขาวครีมซึ่งเป็นสีธรรมชาติ ผ้าลินิน ผ้าที่ทำมาจากเส้นใยที่ได้มาจากลำต้นของต้นแฟลกซ์ (Flax) โดยคำว่า ลินิน มาจากภาษาละตินที่เรียกว่า Linum Usitatissimum เป็นที่รู้จักในฐานะผ้าที่แข็งแรง ทนทาน และมีน้ำหนักเบา ผ้าที่ได้จากการสังเคราะห์ได้แก่ ผ้าไนลอน ผ้าที่มีส่วนประกอบของ พอลิเอไมด์ (polyamide) แต่ชื่อที่เราจะคุ้นหูกันตามท้องตลาด ชื่อการค้า คือ ไนลอน (nylon) เป็นพลาสติกที่ได้จากการกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) ของเอไมด์ (amide, R-NH₂) และกรดอินทรีย์ มีการเติมสารแต่งเติม (filler & additives) ประเภทกราไฟต์และโมลิบดีนัมไดซัลไฟต์ (graphite & molybdenum disulphite) ผ้าโพลีเอสเตอร์ พลาสติกที่ถูกบีบอัดจากความร้อนให้ถูกหลอมเหลวจนรวมเป็นเส้นใยสังเคราะห์

ทดแทนเส้นใยธรรมชาติ มีจุดเด่นเป็นมวลเนื้อผ้ามีความเหนียวแน่น มันวาว คงทนต่อสภาพอากาศ โดยคงรูปเหมือนเดิม และผ้าไหมอิตาลี ผ้าที่ผลิตขึ้นมาจากเส้นใย โพลีเอสเตอร์ (Polyester) นำมาผ่านกระบวนการทอ ด้วยเครื่องจักรจนได้ลักษณะพิเศษเฉพาะตัว ถูกตั้งชื่อเรียกทางการตลาดว่า ผ้าไหมอิตาลี (Silk Italy) โดยบางครั้งอาจสร้างความสับสนต่อผู้ซื้อว่าเป็นเส้นใยธรรมชาติ แต่แท้จริงแล้ว เป็นผ้าโพลีเอสเตอร์ ที่มีผิวสัมผัสคล้ายผ้าไหมใยธรรมชาติเท่านั้น ถึงผ้าไหมอิตาลี จะผลิตขึ้นมาจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ แต่ยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติจึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีราคาถูกมาก

3) เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์วัสดุที่เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เพื่อตรวจวิเคราะห์หาโครงสร้างและองค์ประกอบของโมเลกุลรวมกับเทคนิคอื่น ๆ โดยอาศัยหลักการของการดูดกลืนคลื่นรังสีช่วงกลางอินฟราเรด (Middle infrared region) ประมาณ $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ เมื่อโมเลกุลได้รับพลังงานจากคลื่นรังสีอินฟราเรดที่มีความถี่ตรงกับความถี่ของการสั่น (Stretching) หรือการหมุน (Bending) ของพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุล จะทำให้โมเลกุลดังกล่าวเกิดการดูดกลืนแสงและมีการเปลี่ยนแปลงค่าโมเมนต์ขั้วคู่ (Dipole moment) ของโมเลกุล จากนั้นเครื่องมือจะวัดค่าความเข้มแสงต่อความถี่หรือความยาวคลื่น (Wave number) ได้ผลเป็นสเปกตรัม ซึ่งในแต่ละพันธะของหมู่ฟังก์ชันจะแสดงค่าความยาวคลื่นเฉพาะต่างกัน

4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Carlos Martín-Alberca (2017) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของของเหลวที่ติดไฟได้หลายชนิดที่อาจใช้ในการวางเพลิง (Acid alteration of several ignitable liquids of potential use in arsons) ของเหลวที่ติดไฟได้ เช่น เชื้อเพลิง แอลกอฮอล์ และทินเนอร์ สามารถใช้ในการก่ออาชญากรรมได้ เช่น การวางเพลิง ผู้เชี่ยวชาญด้านนิติวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทราบองค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งเข้าใจผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เพื่อให้สามารถตรวจจับ จำแนก และระบุได้อย่างถูกต้อง พบว่าการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่มากที่สุด คือ น้ำมันเบนซินและดีเซล ซึ่งส่งผลต่อการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โดยสารเร่งไฟชนิดอื่น ๆ ที่อาจใช้ในการวางเพลิงอย่างละเอียด โดยได้มีการเก็บข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ GC-MS โดยพบผลพลอยได้ใหม่ที่เกิดขึ้นและการหายไปของสารประกอบเริ่มต้น เช่น การไฮโดรไลซิส การเอสเทอริฟิเคชันของฟิเชอร์ และปฏิกิริยาอัลคิเลชันที่มีส่วนร่วมในการเปลี่ยนแปลงของเอสเทอร์ แอลกอฮอล์ คีโตน และสารประกอบอะโรมาติกของเหลวที่ติดไฟ ข้อมูลนี้อาจมีความสำคัญอย่างยิ่งในการระบุสารเร่งไฟเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง

Thananya Soonkum (2014) ศึกษาการตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนฝ่ามือและผ้าของผู้วางเพลิง โดยเทคนิค Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID) การวางเพลิงเป็นอาชญากรรมที่ร้ายแรงชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน เพลิงไหม้ยังเป็นสาเหตุของความเสียหายมากมาย รวมถึงการค้นหาลักษณะทางกายภาพเพื่อเชื่อมโยงไปหาตัวผู้กระทำความผิดกระทำได้อย่างวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยนี้เพื่อการตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนฝ่ามือและผ้าผู้วางเพลิงด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Flame Ionization Detector ในการทดลองหยดน้ำมันเบนซินปริมาตร $50 \mu\text{l}$ ลงบนฝ่ามือและผ้า ภายหลังการหยดน้ำมันเบนซินลงบนฝ่ามือและผ้าผู้ร่วมวิจัยใช้ชีวิตประจำวันตามปกติแล้วจากนั้นใช้



ถูกซาที่บรรจุ Activated carbon มาเก็บตัวอย่างของน้ำมันเบนซินบนผ้ามือและผ้าในช่วงเวลาดังนี้ เก็บตัวอย่างทันที 1 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 6 ชั่วโมงและ 12 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID จากการทดลองได้โครมาโตแกรมที่สามารถระบุได้ว่าเป็นน้ำมันเบนซินได้แก่ Benzene, Toluene, O-xylene และ Ethyltoluene สำหรับตัวอย่างที่เก็บจากผ้ามือและผ้ายังตรวจพบน้ำมันเบนซิน โดยตรวจพบน้ำมันเบนซินบนผ้ามือมีระยะเวลานานกว่า 12 ชั่วโมง (1.60 ppm, 3.48%) แต่ผ้าเส้นสุดที่ 3 ชั่วโมง (2.04 ppm, 4.07%) และแม้ว่าผ้ามือจะผ่านการล้างทำความสะอาดจากน้ำยาล้างจานก็ยังสามารถตรวจพบได้นานกว่า 12 ชั่วโมง (1.60 ppm, 3.48%) จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจหาน้ำมันเบนซินในสถานที่เกิดเหตุ และเป็นประโยชน์ในกระบวนการการสืบสวนสอบสวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยทำการตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ใช้ น้ำมันเบนซินปริมาตร 50 μ l โดยใช้ Micropipette หยดลงผ้าตัวอย่าง 6 ชนิดได้แก่ ผ้าฝ้ายดิบ (Raw cotton), ผ้าไหมอิตาลี (Silk), ผ้าลินิน (Linen), ผ้าไนลอน (Nylon), ผ้าโพลีเอสเตอร์ (polyester) และ ผ้าเรยอน (Rayon) ขนาดสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 3.5 ซม.ยาว 5.0 ซม. ทั้งไว้ที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างผ้าทั้ง 6 ชนิดพับ 2 ทบทับกัน ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ซึ่งการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองจากการเก็บตัวอย่างผ้า เพื่อการตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปีทดสอบที่ 0, 1, 3, 6 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างผ้าเพื่อพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยวิธีการเก็บดังนี้

- 1.1 ผ้าตัวอย่างต่างชนิดกัน 6 ชนิด นำมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 3.5 ซม.ยาว 5 ซม.
- 1.2 นำผ้าตัวอย่างทั้ง 6 ชนิดมาหยดน้ำมันเบนซินที่ปริมาตร 50 μ l โดยใช้ Micropipette
- 1.3 นำผ้าตัวอย่างที่หยดน้ำมันเบนซินแล้วทั้งไว้ที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง เข้าเครื่องวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ซ้ำ
- 1.4 นำผ้าตัวอย่างต่างชนิดกันทั้ง 6 ชนิด ไม่หยดน้ำมันเบนซินมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) เพื่อใช้เป็น Negative control ในสภาวะทดลองดังข้อ 1.1-1.3

2) เครื่องมือและสถานที่ในการวิจัย

เครื่องมือในการศึกษานี้ คือ Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) รุ่น Shimadzu IRSpirit ยี่ห้อ Shimadzu ส่วนสถานที่ในการศึกษานี้ คือ ห้องปฏิบัติการ โรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน ม.7 ต.สามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม 73110

3) การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.1 ข้อมูลสเปกตรัมจากกราฟการตรวจพิสูจน์คราบน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน ไปหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

3.2 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) เป็นการนำผลข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อใช้ในการอ้างอิงการรับรู้ของประชากร โดยการใช้เครื่องมือในการวัดที่ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ (Hypothesis Testing) ในการยืนยันในสิ่งที่ทางผู้วิจัยตั้งข้อสมมติฐานขึ้นมาว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งมีการใช้เครื่องมือ ได้แก่

3.2.1) สถิติ Independent t-test ทดสอบความแตกต่าง 2 กลุ่ม (Chusri Wongrattana, 2001:178) สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ จะใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independence Sample t-test) และการทดสอบสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยจะทำการตรวจสอบค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มก่อน โดยใช้ Levene's test หากค่าแปรปรวนของข้อมูลเท่ากันทุกกลุ่มให้ทดสอบค่า t ด้วย Equal variances assumed และถ้าค่าแปรปรวนของข้อมูล ไม่เท่ากันทุกกลุ่มให้ทดสอบค่า t ด้วย Equal variance not assumed

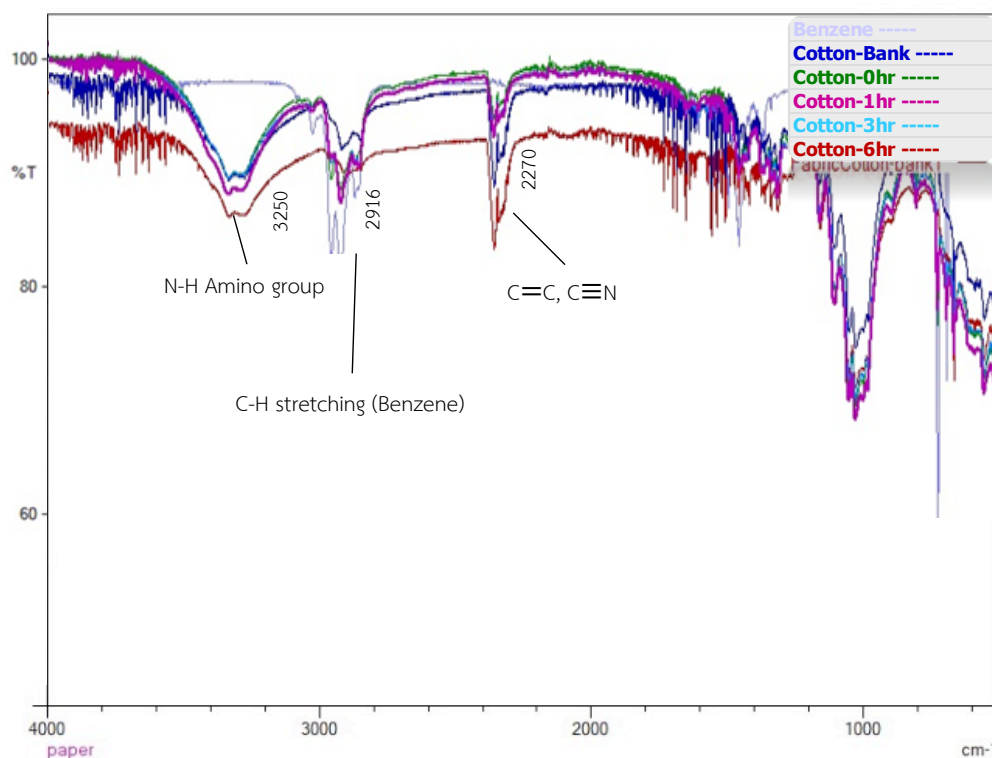
3.2.2) สถิติวิเคราะห์ค่าเอฟ F-test เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป โดยใช้วิธีทดสอบค่า t-test และการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 2 กลุ่ม ใช้ F-test โดยวิเคราะห์ตัวแปรทางเดียว (One-Way ANOVA) กรณีที่ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน กรณีพบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธีการหาตัวแปรประชากรทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ Fisher's Least Significant Difference และกรณีที่ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันใช้ค่า Brown-Forsythe (β) ในการวิเคราะห์ กรณีที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบเป็นรายคู่ เพื่อดูว่ามีคู่ใดที่แตกต่างกันโดยวิธี Dunnett's Test

3.3.3) สถิตีสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะมีค่าระหว่าง $-1 < r < 1$

ผลการวิจัย

การตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปีของผ้าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ 6 ชนิด คือ ผ้าฝ้ายดิบ ผ้าไหม ผ้าลินิน ผ้าไนลอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ และผ้าเรยอน โดยจะทำการทดสอบผ้าตัวอย่างหลังจากที่หยदन้ำมันเบนซินไปแล้วทันที, หลังจากหยदन้ำมันเบนซินไปแล้ว 1 ชั่วโมง, หลังจากหยदन้ำมันเบนซินไปแล้ว 3 ชั่วโมง, หลังจากหยदन้ำมันเบนซินไปแล้ว 6 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy หรือ FTIR 2) เพื่อศึกษาระยะเวลาในการตรวจพบน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy หรือ FTIR อาศัยการตั้งค่าสภาวะในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง โดยเลือกใช้เลขคลื่น (wavenumber) $400-4000\text{ cm}^{-1}$ เป็นรังสี

แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดรังสีอินฟราเรดช่วงกลาง $200\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้สามารถวิเคราะห์ได้ต่ำกว่า 600 cm^{-1} แต่เนื่องจากช่วงที่ต่ำกว่า 600 cm^{-1} ลงไปผลของสเปกตรัมที่ได้จะเกิดการรบกวน (Noise) ผลลัพธ์ของเทคนิค Microscope-FTIR เป็นข้อมูลสเปกตรัมของคราบน้ำมันที่วิเคราะห์ได้ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมานเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติ Independent t-test, สถิติวิเคราะห์ค่าเอฟ F-test โดยวิเคราะห์ตัวแปรทางเดียว (One-Way ANOVA)



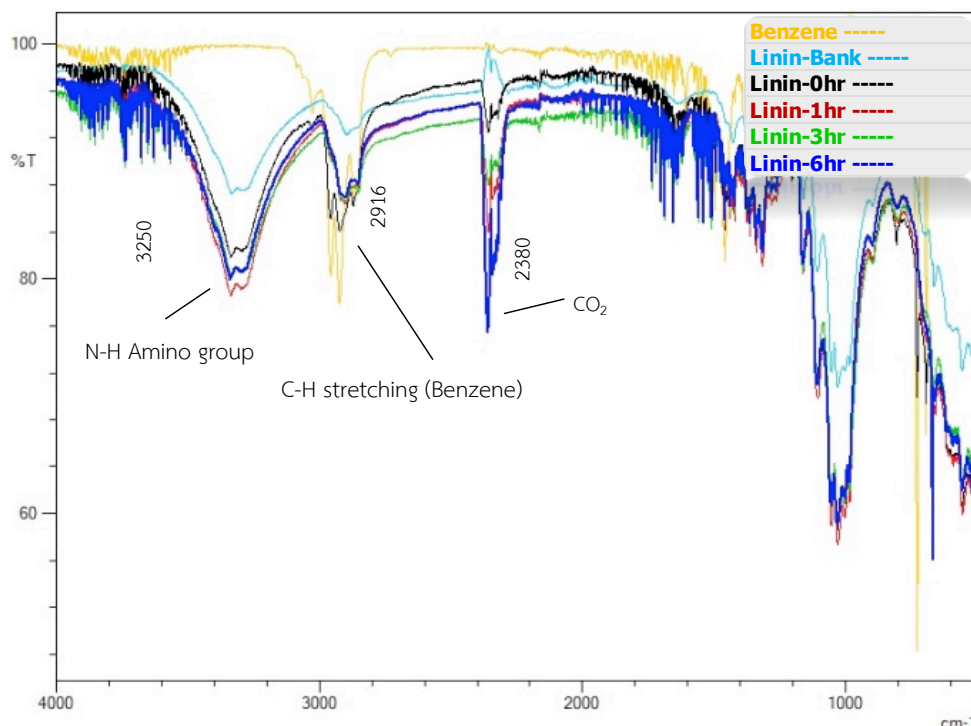
ภาพที่ 1 สเปกตรัมของผ้าฝ้ายดิบหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง

จากภาพที่ 1 เมื่อนำพิกสเปกตรัมผ้าฝ้ายดิบก่อนการหยदन้ำมันเบนซินเทียบกับผ้าฝ้ายดิบหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสเปกตรัมมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป และพิกที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผ้าฝ้ายดิบหลังการหยदन้ำมันเบนซิน คือ พิกเลขคลื่น $2100\text{--}2500\text{ cm}^{-1}$, 2916 cm^{-1} และ $3000\text{--}3740\text{ cm}^{-1}$ ซึ่งพิกเหล่านี้เป็นพิกของผ้าฝ้ายดิบหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้จากพิก 2916 cm^{-1} พิกที่พบในน้ำมันเบนซินเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไปการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินจะยังลดน้อยลงไปด้วย ตามลำดับ

นำพิกสเปกตรัมผ้าฝ้ายดิบก่อนการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2270, 2916 และ 3250 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.04, 0.01 และ 0.03 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2270, 2916 และ 3250 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2270, 2916 และ 3250 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.04, 0.01 และ 0.03 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อน

หยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2270, 2916 และ 3250 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

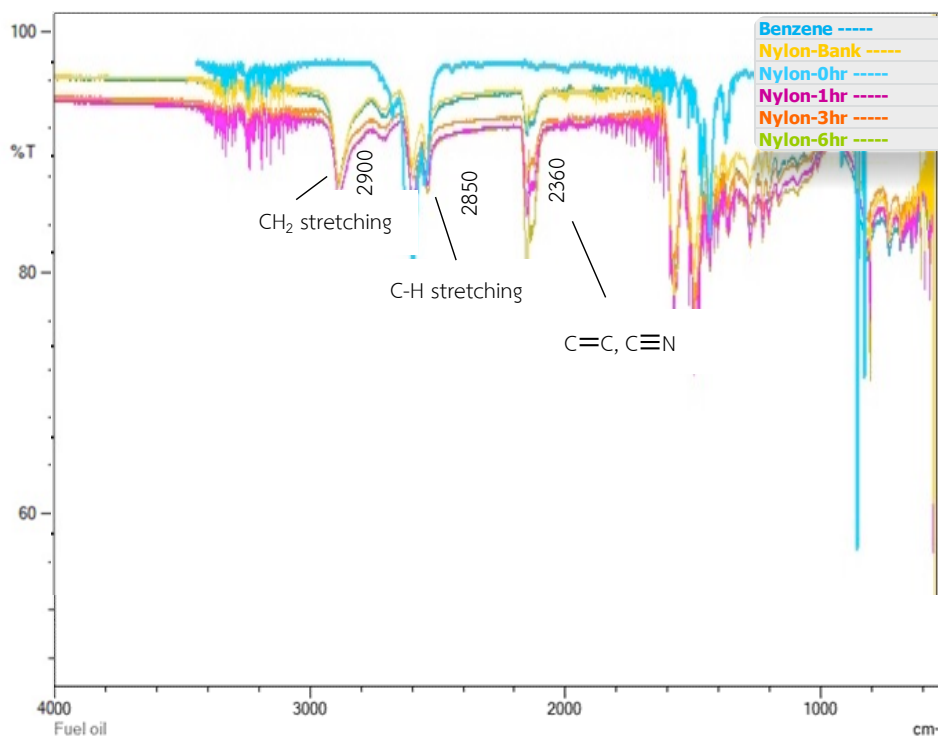


ภาพที่ 2 สเปกตรัมของผ้าลินินหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง

จากภาพที่ 2 เมื่อนำพิกสเปกตรัมผ้าลินินก่อนการหยदन้ำมันเบนซินเทียบกับผ้าลินินหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสเปกตรัมมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป และพิกที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผ้าลินินหลังการหยदन้ำมันเบนซินคือ พิกเลขคลื่น 2100-2500 cm^{-1} , 2916 cm^{-1} และ 3000-3740 cm^{-1} ซึ่งพิกเหล่านี้เป็นพิกของผ้าลินินหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้จากพิก 2916 cm^{-1} พิกที่พบในน้ำมันเบนซินเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไปการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินจะยิ่งลดน้อยลงไปด้วยตามลำดับ

นำพิกสเปกตรัมผ้าลินินก่อนการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2380, 2916 และ 3250 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.02, 0.04 และ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2380, 2916 และ 3250 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2380, 2916 และ 3250 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.00, 0.00 และ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2380, 2916 และ 3250 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

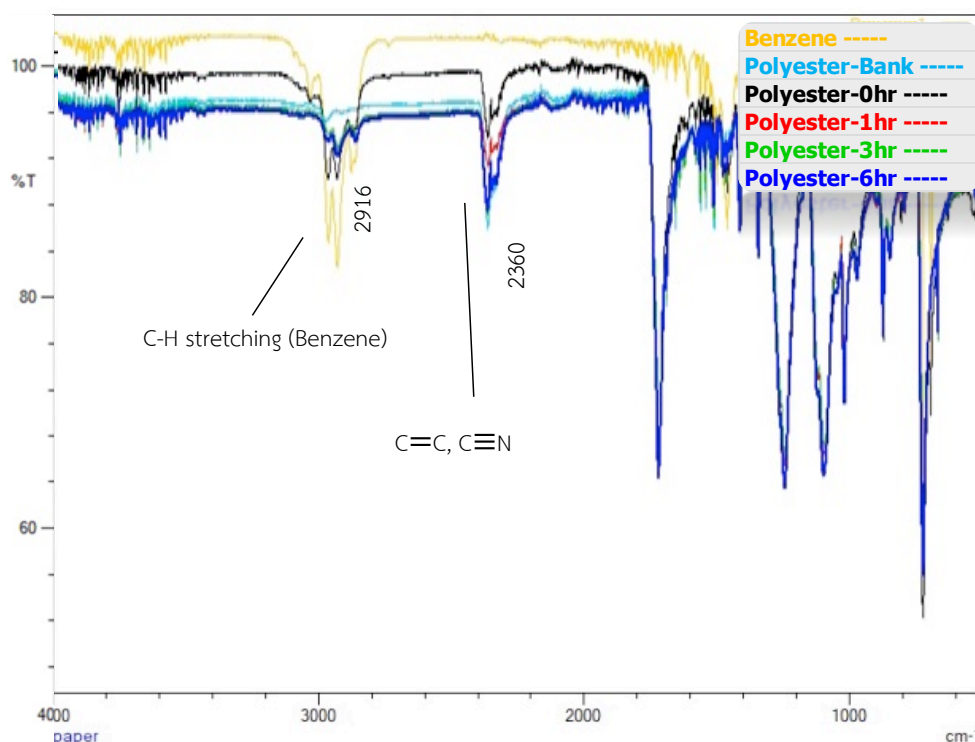


ภาพที่ 3 สเปกตรัมของผ้าไนลอนหลังจากการหยดน้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง

จากภาพที่ 3 เมื่อนำพิกสเปกตรัมผ้าไนลอนก่อนการหยดน้ำมันเบนซินเทียบกับผ้าไนลอนหลังจากการหยดน้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสเปกตรัมมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป และพิกที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผ้าไนลอนหลังการหยดน้ำมันเบนซิน คือ พิกเลขคลื่น 2100-2500 cm^{-1} และ 2850-2950 cm^{-1} ซึ่งพิกเหล่านี้เป็นพิกของผ้าไนลอนหลังจากการหยดน้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้จากพิก 2850 cm^{-1} พิกที่พบในน้ำมันเบนซินเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไปการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินจะยิ่งลดน้อยลงไปด้วย ตามลำดับ

นำพิกสเปกตรัมผ้าไนลอนก่อนการหยดน้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2850 และ 2900 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.01, 0.00 และ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยดน้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยดน้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2850 และ 2900 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2850 และ 2900 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.00, 0.00 และ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยดน้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยดน้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2850 และ 2900 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 4 สเปกตรัมของผ้าโพลีเอสเตอร์หลังการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง

จากภาพที่ 4 เมื่อนำพิคสเปกตรัมผ้าโพลีเอสเตอร์ก่อนการหยदन้ำมันเบนซินเทียบกับผ้าโพลีเอสเตอร์หลังการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสเปกตรัมมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป และพิคที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผ้าโพลีเอสเตอร์หลังการหยदन้ำมันเบนซินคือ พิคเลขคลื่น $2100-2500\text{ cm}^{-1}$ และ 2916 cm^{-1} ซึ่งพิคเหล่านี้เป็นพิคของผ้าโพลีเอสเตอร์หลังการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้จากพิค 2916 cm^{-1} พิคที่พบในน้ำมันเบนซินเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไปการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินจะยังลดน้อยลงไปด้วย ตามลำดับ

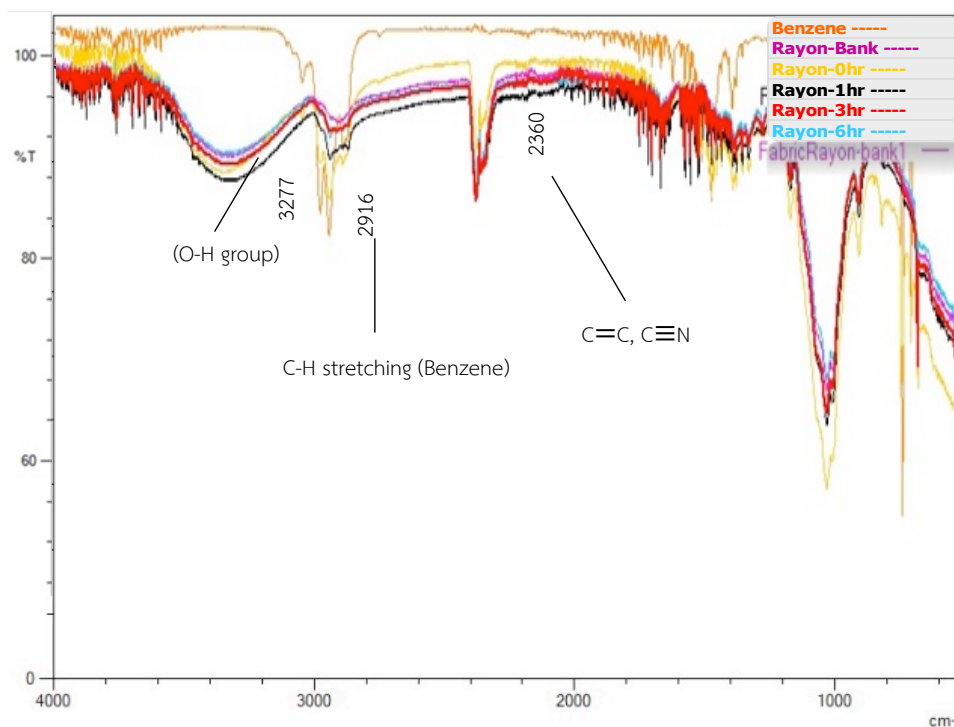
นำพิคสเปกตรัมผ้าโพลีเอสเตอร์ก่อนการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.28 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.23 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลัง

หยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

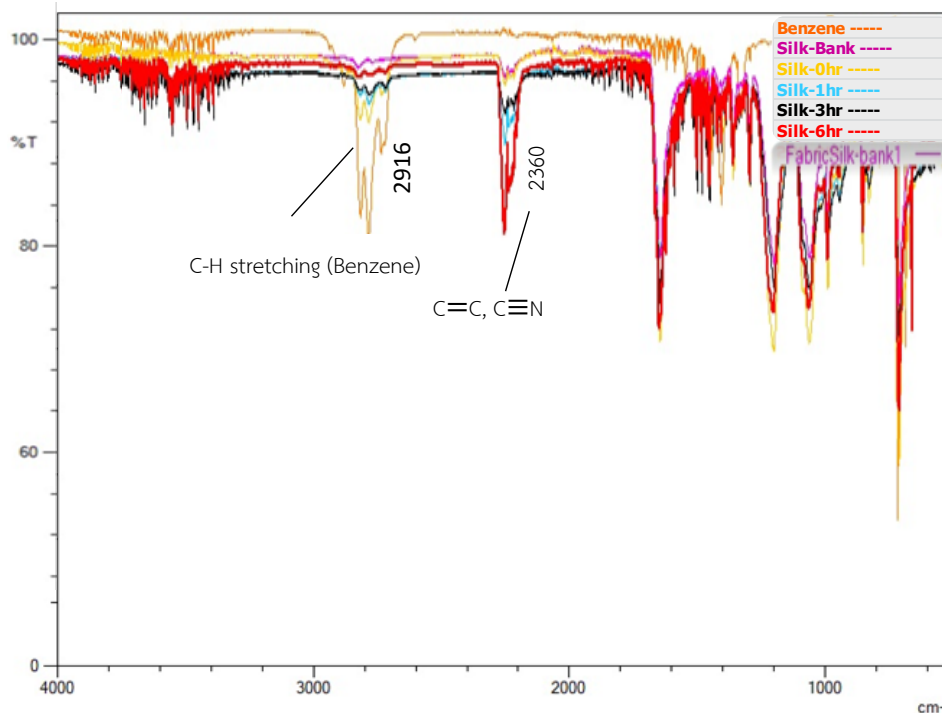


ภาพที่ 5 สเปกตรัมของผ้าเรยอนหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง

จากภาพที่ 5 เมื่อนำพิคสเปกตรัมผ้าเรยอนก่อนการหยदन้ำมันเบนซินเทียบกับผ้าเรยอนหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสเปกตรัมมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไปและพิคที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผ้าเรยอนหลังการหยदन้ำมันเบนซินคือ พิคเลขคลื่น 2100-2500 cm^{-1} , 2916 cm^{-1} และ 3000-3740 cm^{-1} ซึ่งพิคเหล่านี้เป็นพิคของผ้าเรยอนหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้จากพิค 2916 cm^{-1} พิคที่พบในน้ำมันเบนซินเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไปการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินจะยิ่งลดน้อยลงไปด้วย ตามลำดับ

นำพิคสเปกตรัมผ้าเรยอนก่อนการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2916 และ 3277 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.00, 0.00 และ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2916 และ 3277 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2916 และ 3277 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.01, 0.00 และ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360, 2916 และ 3277 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 6 สเปกตรัมของผ้าไหมอิตาลีหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง

จากภาพที่ 6 เมื่อนำพิคสเปกตรัมผ้าไหมอิตาลีก่อนการหยदन้ำมันเบนซินเทียบกับผ้าไหมอิตาลีหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสเปกตรัมมีความแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไปและพิคที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผ้าไหมอิตาลีหลังการหยदन้ำมันเบนซินคือ พิคเลขคลื่น 2100-2500 cm^{-1} และ 2916 cm^{-1} ซึ่งพิคเหล่านี้เป็นพิคของผ้าไหมอิตาลีหลังจากการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้จากพิค 2916 cm^{-1} พิคที่พบในน้ำมันเบนซินเท่านั้นเมื่อเวลาผ่านไป การคงอยู่ของน้ำมันเบนซินจะยังลดน้อยลงไปด้วย ตามลำดับ

นำพิคสเปกตรัมผ้าไหมอิตาลีก่อนการหยदन้ำมันเบนซินที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.88 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยदन้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 พบว่าค่าสถิติ t-test มีค่า Sig. 0.27 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยदन้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลัง

หยดน้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ t-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.88 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยดน้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยดน้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2360 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 พบว่าค่าสถิติ F-test มีค่า Sig. 0.27 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าผ้าตัวอย่างก่อนหยดน้ำมันเบนซินและผ้าตัวอย่างหลังหยดน้ำมันเบนซินเมื่อเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสถิติ F-test ของ %T ที่ wavenumber 2916 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยในเรื่องการตรวจพิสูจน์คราบน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FTIR) มีประเด็นอภิปรายผลดังนี้

1) การตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

การตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดมีความแตกต่างกัน เนื่องจากน้ำมันเบนซินเป็นของเหลวที่สามารถระเหยได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Alberca et al. (2017) ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเหลวที่ติดไฟได้หลายชนิดที่อาจใช้ในการวางเพลิง โดยใช้เทคนิค ATR-FTIR และ GC-MS ผลการวิจัยพบว่าของเหลวที่ติดไฟได้ง่ายและส่งผลต่อหลายกลไกทางเคมีที่เหมาะสมในการใช้ในการวางเพลิงได้ คือ น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

2) ระยะเวลาในการตรวจพบน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

การตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกันโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ของผ้าตัวอย่างจำแนกเป็นผ้าที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติ และผ้าที่ได้จากเส้นใยสังเคราะห์โดยแบ่งเป็น 6 ชนิดคือ ผ้าฝ้ายดิบ ผ้าไหม ผ้าลินิน ผ้าไนลอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ และผ้า เรยอน โดยจะทำการทดสอบผ้าตัวอย่างหลังจากที่หยดน้ำมันเบนซินไปแล้วทันที, หลังจากที่ยดน้ำมันเบนซินไปแล้ว 1 ชั่วโมง, หลังจากที่ยดน้ำมันเบนซินไปแล้ว 3 ชั่วโมง, หลังจากที่ยดน้ำมันเบนซินไปแล้ว 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดในเวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมงมีความแตกต่างกัน เนื่องจากประสิทธิภาพในการดูดซับยึดเกาะและรูพรุนของผ้าตัวอย่าง ทำให้ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าชนิดต่าง ๆ แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thananya Soonkum (2014) ศึกษาเรื่องการตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนฝ่ามือและเสื้อผ้าของผู้วางเพลิงโดยเทคนิค Gas Chromatography-Flame

Ionization Detector (GC-FID) ผลการวิจัยพบว่าการตรวจพบน้ำมันเบนซินบนฝ่ามือจะยาวนานกว่าบนเสื้อยืด Cotton ขนาด 2x4 cm. หลังการสัมผัสน้ำมันเบนซินเป็นเวลา 0, 1, 3, 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยพบน้ำมันเบนซินที่มากที่สุดคือช่วง 1 ชั่วโมงทั้งบนฝ่ามือและเสื้อผ้า หลังจากนั้นจะลดระดับอย่างรวดเร็ว โดยเสื้อยืด cotton จะลดระดับลงจนกระทั่งเมื่อผ่านไปมากกว่า 6 ชั่วโมงจะไม่สามารถตรวจพบพิกที่ระบุว่าเป็นน้ำมันเบนซินได้อีก แต่บนฝ่ามือจะลดระดับลงจนเมื่อผ่านไปมากกว่า 3 ชั่วโมง เป็นต้นไปจะมีระดับการตรวจพบที่คงที่ อยู่ในช่วง 2.52-1.60 ppm

สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการตรวจพิสูจน์คราบน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ว่าน้ำมันเบนซินบนผ้าชนิดไหนสามารถยึดเกาะดูดซับได้ดีเมื่อเวลาผ่านไป ได้นำตัวอย่างผ้าทั้ง 6 ชนิด โดยชนิดที่ 1 คือ ผ้าฝ้ายดิบ ชนิดที่ 2 ผ้าลินิน ชนิดที่ 3 ผ้าไนลอน ชนิดที่ 4 ผ้าโพลีเอสเตอร์ ชนิดที่ 5 ผ้าเรยอน ชนิดที่ 6 ผ้าไหมอิตาลี ซึ่งแตกต่างกันคือเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติ และเส้นใยที่ได้จากการสังเคราะห์ ผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้ไมโครปิเปตหยดน้ำมันเบนซินขนาด 50 μ l ลงในตัวอย่างผ้าชนิดต่าง ๆ จากนั้นนำตัวอย่างผ้าทั้ง 6 ชนิดพับ 2 ทบทับกัน ก่อนนำเข้าทดสอบเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) โดยแบ่งตามระยะเวลาตามกำหนด คือ ทดสอบทันที, ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องหลังจาก 1 ชั่วโมง, ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องหลังจาก 3 ชั่วโมง, และทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องหลังจาก 6 ชั่วโมงแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การตรวจพิสูจน์ความคงอยู่ของน้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน โดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) จากผ้าตัวอย่างทั้ง 6 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ตรวจพิสูจน์น้ำมันเบนซินบนผ้าต่างชนิดกัน พบว่าน้ำมันเบนซินสามารถอยู่บนเนื้อผ้าต่างชนิดกันได้นานถึง 6 ชั่วโมง เนื่องจากผ้าตัวอย่างทั้งแบบผ้าธรรมชาติและผ้าสังเคราะห์มี %T ที่ wavenumber ต่าง ๆ ที่เวลา 0, 1, 3 และ 6 ชั่วโมง จะมีค่าทางสถิติ t-test และ F-test ที่แตกต่างกันแบบมีนัยสำคัญและไม่มีความสำคัญ จากการวิจัยจึงสรุปได้ว่าเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) สามารถตรวจสอบคราบน้ำมันที่คงอยู่บนผ้าที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติได้นานกว่าผ้าที่ได้จากเส้นใยสังเคราะห์ และเพื่อใช้ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์เรื่องอาชญากรรมในการวางเพลิงได้

ข้อเสนอแนะ

- 1) การศึกษาวิจัยครั้งต่อไปกำหนดเพิ่มตัวอย่างในการทดสอบให้หลากหลายมากยิ่งขึ้นโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)
- 2) การศึกษาวิจัยครั้งต่อไปเปรียบเทียบพิสูจน์ตัวอย่างน้ำมันหรือสารเชื้อเพลิงต่างชนิดกันที่ใช้ในการก่อไฟบนผ้าของผู้วางเพลิงโดยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)



3) การศึกษาวิจัยครั้งต่อไปกำหนดเพิ่มตัวอย่างในการทดสอบ เช่น ตัวอย่างจากรอยลายนิ้วมือ เปรียบเทียบการวิเคราะห์ของน้ำมันเบนซินที่ติดบนรอยลายนิ้วมือนิ้วด้วยเทคนิค เทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

เอกสารอ้างอิง

- Thananya Soonkum. (2014). *Identification of gasoline on the arsonists hands and clothes by the technique of Gas Chromatography-Flame Ionization (GC-FID)*. Graduate School Master's Thesis field of law Faculty of Law, Silpakorn University. Nakhonpathom. (In Thai).
- Pramote Chaiyawet. (2005). *Petroleum technology*. (1). Bangkok. Chulalongkorn University Printing House.
- Samrerng Chakjai. (2001). *Combustion*. (1). Bangkok. Chulalongkorn University Printing House.
- Albercaa, M., Carrascosaa, H., Roman I. S., Bartolome L., Garcia-Ruiz C. (2017). Acid alteration of several ignitable liquids of potential use in arsons. *Science & Justice*, 58(1), 7–16. doi: 10.1016/j.scijus.2017.09.004.
- Cano-Trujillo, C., Barbaro, A., Ortega-Ojeda, F.E., Garcia-Ruiz, C., Montalvo, G. (2023). Source determination of human and animal oral fluid stains on porous substrates by chemometrics-assisted ATR FTIR spectroscopy: A preliminary study. *Microchemical Journal*, 190(1), 1 - 7. doi: 10.1016/j.microc. 2023.108648.



ภาพรวมการพัฒนาวิธีในการตรวจหาลายนิ้วมือในทางนิติวิทยาศาสตร์ An Overview of the Development in Forensic Fingerprint Detection

สุนทรต์ ชูลักษณ์*

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Sunthorn Chooluck*

Faculty of Science, Burapha University

Received: June 12, 2024 | Revised: January 9, 2025 | Accepted: January 10, 2025

บทความวิชาการ (Academic Article)

บทคัดย่อ

การตรวจหาลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุยังคงเป็นวิธีหลักเพื่อใช้ระบุตัวบุคคลในการสืบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยลายเส้นที่ปรากฏบนปลายนิ้วมือจัดเป็นเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ในปัจจุบันการตรวจหาลายนิ้วมือนั้นมักใช้วิธีที่อาศัยสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนโดยใช้สารประกอบเพอร์ฟลูออโรอัลคิลและโพลีฟลูออโรอัลคิลเป็นตัวทำละลาย โดยที่สารเคมีเหล่านี้มักถูกพ่นลงบนวัสดุที่ใช้ตรวจสอบเพื่อให้รอยนิ้วมือปรากฏขึ้น อย่างไรก็ตามสารเคมีในกลุ่มนี้มีความเป็นพิษสูงสามารถทำอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานได้ จึงเริ่มมีการพัฒนาวิธีในการตรวจหาลายนิ้วมือที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอันตราย มีประสิทธิภาพที่ดีในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้งานมากขึ้น บทความปริทัศน์นี้จะกล่าวถึงประวัติการใช้ลายนิ้วมือในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบทางเคมีและกายวิภาคของลายนิ้วมือ การใช้เทคนิคการตรวจหาลายนิ้วมือด้วยไอระเหยของสารไซยาโนอะคริเลต รวมถึงเทคนิคที่ใช้สารนินไฮดรินและไอโอดีนเป็นตัวตรวจสอบ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการพัฒนาเทคนิคใหม่ในการตรวจหาลายนิ้วมือที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีความปลอดภัยสูงสำหรับผู้ปฏิบัติงานโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายและยังได้กล่าวถึงทิศทางของงานวิจัยในอนาคตเพื่อปรับปรุงและพัฒนาวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: นิติวิทยาศาสตร์, ลายนิ้วมือ, กรดอะมิโน, การตรวจหาลายนิ้วมือ

Abstract

Fingerprint detection remains an indispensable tool in forensic investigations, enabling the identification of individuals from their fingerprints left at crime scenes. The distinctive ridge patterns on fingertips serve as unique identifiers for individuals. Traditionally, fingerprint detection has relied on chemical methods that utilize reagents to react with amino acids

* Email: sunthornc@buu.ac.th

present in fingerprint residues. These chemicals dissolved in perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl are often applied to the examined surface to develop the fingerprint. However, these chemicals pose significant health hazards to investigators due to their inherent toxicity. As a result, there has been a growing impetus to develop fingerprint detection methods that eliminate the use of hazardous chemicals, exhibit high forensic sensitivity, and are environmentally friendly. This review article comprehensively explores the history of fingerprint use in forensic science, the chemical and physical composition of fingerprints, the use of cyanoacrylate fuming for fingerprint detection as well as classical techniques that using ninhydrin and iodine as reagents. The development of new environmentally friendly and safe fingerprint detection techniques using water as a solvent, and future research directions to improve and develop more effective fingerprint detection methods will also be discussed.

Keywords: Forensic Science, Fingerprint, Amino Acid, Fingerprint Detection

บทนำ

หลักฐานลายนิ้วมือ (Fingerprint) มีบทบาทที่สำคัญมากสำหรับกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุสามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและนำไปสู่การระบุตัวตนของผู้กระทำผิดรวมถึงสามารถพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา ซึ่งพยานหลักฐานเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการสืบสวนสอบสวนและสามารถนำมาใช้เป็นพยานหลักฐานในการพิจารณาตัดสินความในชั้นศาลได้ โดยเส้นนูนหรือสันลายนิ้วมือ (Friction ridge) เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลและไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงอายุ เปรียบเสมือนลายเซ็นทางธรรมชาติที่ไม่มีใครเหมือนทำให้การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลจากลายนิ้วมือเป็นเทคนิคที่เจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความน่าเชื่อถือในระดับสากลรวมถึงลายนิ้วมือยังเป็นร่องรอยที่มีการตรวจพบมากในสถานที่เกิดเหตุ

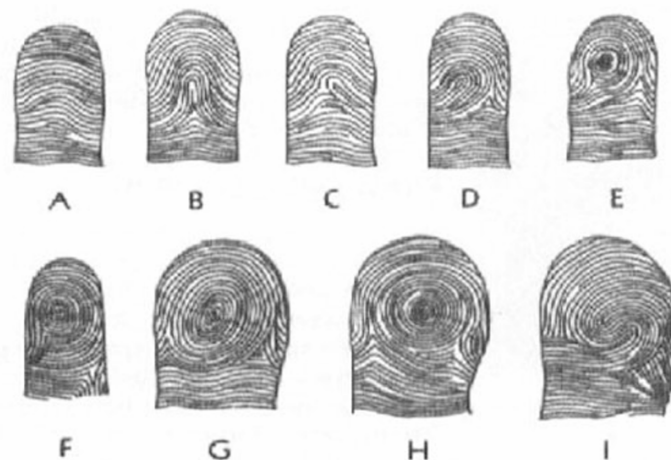
การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือมีการพัฒนาทั้งวิธีการตรวจและมีการนำเทคโนโลยีรวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆเข้ามามีส่วนร่วมในการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุหรือลายนิ้วมือที่ได้จากหลักฐานที่พนักงานสอบสวนนำส่งซึ่งเป็นเบาะแสสำคัญที่ทำให้สามารถติดตามผู้ต้องสงสัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นวัตถุพยานที่สำคัญมากในการสืบสวนคดีอาชญากรรม ลักษณะของลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุมี 2 ประเภท คือ ลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible fingerprint) และลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นหรือมองเห็นได้ยากหรือลายนิ้วมือแฝง (Latent fingerprint) หลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุเหล่านั้นมักจะเป็นลายนิ้วมือแฝง จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคที่เหมาะสมในการเก็บหลักฐานเพื่อให้ได้ลายนิ้วมือที่มีลายเส้นนูนชัดเจนเพียงพอต่อการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคล มิเช่นนั้นอาจจะทำให้ลายนิ้วมือในสถานที่เกิดเหตุมีความไม่ชัดเจนส่งผลให้สูญเสียหลักฐานที่มีคุณภาพไปได้ (Chen et al., 2021) โดยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคที่ผ่านมาทำให้การพิสูจน์หลักฐานลายนิ้วมือและการระบุตัวบุคคลมีความชัดเจน รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น

ในบทความปริทัศน์นี้จะกล่าวถึงประวัติการใช้ลายนิ้วมือในทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงความเป็นมาของการนำลายนิ้วมือมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการยุติธรรมในการตรวจพิสูจน์บุคคลและจะกล่าวถึงกายวิภาคของเส้นลายนิ้วมือ จุดเอกลักษณ์หรือจุดลักษณะสำคัญ (Minutiae) บนลายนิ้วมือที่นำมาใช้ในการระบุตัวบุคคลรวมถึงลำดับของการพัฒนาเทคนิคที่ใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือบนวัตถุพยานต่างๆจากอดีตจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงแนวทางที่จะนำมาใช้พัฒนาการตรวจลายนิ้วมือให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต

ประวัติการใช้ลายนิ้วมือในทางนิติวิทยาศาสตร์

มีหลักฐานการค้นพบเครื่องปั้นดินเผาอายุประมาณ 6,000 ปี ที่แหล่งโบราณคดีทางตะวันตกเฉียงเหนือของจีนที่ปรากฏร่องรอยลายเส้นนูน (Friction ridge impressions) บนลายนิ้วมือที่เห็นได้ชัดเจน ลายพิมพ์เหล่านี้ถือเป็นร่องรอยลายนิ้วมือที่เก่าแก่ที่สุดเท่าที่เคยพบมา แต่ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าร่องรอยเหล่านี้เกิดขึ้นโดยบังเอิญในระหว่างการทำเครื่องปั้นดินเผาหรือเป็นการจงใจเพื่อใช้สร้างลวดลายประดับหรือสัญลักษณ์บนภาชนะดังกล่าว (Holder et al., 2011) ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 617–907 ในสมัยราชวงศ์ถัง (Tang Dynasty) มีหลักฐานการใช้ลายนิ้วมือเพื่อระบุตัวคนบนสัญญาซื้อขายที่ดิน พันิชกรรม บัญชีรายชื่อทหารและการค้าขายในทวีปเอเชีย โดยสันนิษฐานว่าชาติที่เป็นคู่ค้าเหล่านั้นอาจนำแนวทางปฏิบัตินี้ไปใช้ด้วย

ในปี ค.ศ. 1823 Johannes Evangelist Purkinje ศาสตราจารย์ประจำมหาวิทยาลัยเบรสเลา (Breslau) ประเทศเยอรมนี ได้ตีพิมพ์วิทยานิพนธ์ทางการแพทย์ที่มีชื่อเสียงที่สุดงานหนึ่ง โดยในวิทยานิพนธ์นี้ได้อธิบายถึงการจำแนกรูปแบบของเส้นลายนิ้วมือออกเป็น 9 แบบ (ภาพที่ 1) ดังนี้คือ (A) เส้นโค้งตามขวาง (Transverse curve), (B) เส้นตามยาวตรงกลาง (Central longitudinal stria), (C) ลายเฉียง (Oblique stripe), (D) วงวนเฉียง (Oblique loop), (E) วงก้นหอยรูปร่างคล้ายผลอัลมอนด์ (Almond whorl), (F) วงก้นหอย (Spiral whorl), (G) วงรี (Ellipse), (H) วงกลม (Circle) และ (I) วงก้นหอยคู่ (Double whorl) และถึงแม้ว่าเขาจะไม่ได้ทำการศึกษาต่อยอดจากงานวิจัยนี้แต่ผลงานระบบการจำแนกประเภทลายนิ้วมือของเขาก็จัดเป็นรากฐานเบื้องต้นให้กับระบบการจำแนกประเภทลายนิ้วมือที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (Holder et al., 2011)



ภาพที่ 1 การจำแนกรูปแบบของเส้นลายนิ้วมือโดย J.E. Purkinje (Barnes, 2011)

Henry Faulds แพทย์ชาวสกอตแลนด์ได้เปิดโรงพยาบาลในเมืองสึกิจิ (Tsukiji) ประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี ค.ศ. 1873 ถึง 1885 ในช่วงเวลานั้น Faulds ได้เริ่มให้ความสนใจเส้นลายนิ้วมือหลังจากเห็นลวดลายบนภาชนะดินเผาที่พบบนชายหาดในญี่ปุ่น จึงได้ทำการวิจัยโดยการเก็บลายนิ้วมือของทั้งลิงและคนมาทำการวิเคราะห์เส้นลายนิ้วมือ ผลงานวิจัยนี้ถือเป็นการบุกเบิกแนวทางสำคัญในด้านลายนิ้วมือ Faulds ได้เสนอแนวคิดที่ว่าลายเส้นเหล่านี้มีลักษณะเฉพาะตัว ไม่เหมือนกันในแต่ละบุคคล (Unique) และคงอยู่ตลอดชีวิต (Persistence) เป็นการจุดประกายให้เกิดความสนใจในแวดวงวิชาการและนำไปสู่การพัฒนาเทคนิคการลายพิมพ์นิ้วมือที่แพร่หลายในปัจจุบัน (Holder et al., 2011)

Sir Francis Galton ได้ทำการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของร่างกายมนุษย์และค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะทางกายภาพกับนิสัยใจคอของบุคคลนั้น โดยทำการวัดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัคร 17 จุด แล้วหาความเชื่อมโยงของชุดข้อมูลที่ได้ ทำให้ Galton ได้ค้นพบหลักการทางสถิติที่สำคัญคือความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายแขนกับความสูง ซึ่งถือเป็นตัวอย่างแรกของสิ่งที่นักสถิติเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) จากนั้นเขาเริ่มบันทึกลายนิ้วมือ โดยทำการพิมพ์ลายนิ้วทั้ง 10 นิ้ว ควบคู่ไปกับการวัดสัดส่วนร่างกายจากอาสาสมัครกว่า 8,000 คน จากข้อมูลที่ได้ทำให้เขาสามารถบรรยายลักษณะของเส้นลายนิ้วมือและจุดเอกลักษณ์ (Minutiae) เช่น จุดจบของเส้นและจุดแยกของเส้น ซึ่งโดยทั่วไปลายพิมพ์นิ้วมือจะมีจุดเอกลักษณ์ประมาณ 50 จุด Galton ได้ตีพิมพ์หนังสือเล่มแรกเกี่ยวกับลายนิ้วมือ ชื่อ Finger Prints ในปี ค.ศ. 1892 บรรยายลักษณะเฉพาะของลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลและรูปแบบของลายนิ้วมือซึ่งมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับรูปลักษณ์ภายนอกหรือลักษณะนิสัยของบุคคล ผลงานของ Galton ถือเป็นรากฐานสำคัญของการตรวจลายนิ้วมือในการพิสูจน์และยืนยันตัวตนในปัจจุบัน Galton จึงได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งลายนิ้วมือ (Chooluck & Jankangram, 2017)

ข้อมูลของ Galton ได้เป็นแนวทางให้ Sir Edward Richard Henry ชาวอังกฤษผู้ปฏิบัติราชการในประเทศอินเดียในขณะนั้นได้นำไปใช้ระบุตัวอาชญากรนอกเหนือจากการใช้ Bertillonage system นอกจากนี้ Henry ได้ปรับปรุงระบบจำแนกลายนิ้วมือของ Galton ขึ้นใหม่ในปี ค.ศ. 1896 โดยใช้ชื่อว่าระบบการระบุลายนิ้วมือของกาลตันและเฮนรี (Galton-Henry fingerprint identification system) และได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันนั้นเอง Juan Vucetich ชาวอาร์เจนตินาเชื้อสายโครเอเชียซึ่งเป็นหัวหน้าสำนักงานระบุตัวตนทางมานุษยวิทยา (Bureau of Anthropometric Identification) ได้ศึกษาผลงานวิจัยของ Galton และได้คิดค้นระบบการบันทึกลายนิ้วมือเพื่อเก็บข้อมูลอาชญากรในปี ค.ศ. 1891 เรียกว่า Vucetich's classification system ซึ่งระบบนี้ถือเป็นการนำการตรวจลายนิ้วมือมาใช้ในการกฎหมายเป็นครั้งแรกส่งผลให้ประเทศอื่นๆ เริ่มหันมาสนใจใช้ระบบลายนิ้วมือเพื่อระบุตัวตนนักโทษเช่นเดียวกัน และประเทศอาร์เจนตินาถือเป็นชาติแรกที่ใช้ลายนิ้วมือเป็นหลักฐานในการสอบสวนคดีอาชญากรรม (Barnes, 2011)

การนำลายนิ้วมือมาใช้ในการพิสูจน์ตัวตนในประเทศไทยมีรากฐานมาอย่างยาวนาน โดยมีจุดเริ่มต้นที่สำคัญในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 เมื่อสมเด็จพระปิยะเชษฐาธิราชเจ้าบรมโกศทรงเล็งเห็นความสำคัญของ



ลายนิ้วมือในการระบุตัวบุคคล จึงได้ทรงริเริ่มก่อตั้ง "กองพิมพ์ลายนิ้วมือ" ขึ้นในปี พ.ศ. 2444 เพื่อใช้ในการระบุตัวผู้กระทำผิดซ้ำ ซึ่งถือเป็นก้าวสำคัญในการนำลายนิ้วมือเข้ามาใช้ในระบอบยุติธรรมของไทย จากจุดเริ่มต้นดังกล่าว การใช้ลายนิ้วมือในประเทศไทยได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการจัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ลายนิ้วมือ และมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการทำงาน เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ทำให้การระบุตัวบุคคลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ปัจจุบัน ลายนิ้วมือได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการบังคับใช้กฎหมาย การพิสูจน์หลักฐานในคดีอาญา และยังถูกนำไปใช้ในด้านอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การควบคุมการเข้าออกสถานที่สำคัญ การทำธุรกรรมทางการเงิน และการขอวีซ่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของลายนิ้วมือในฐานะเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (Bunteng, 2022)

องค์ประกอบของลายนิ้วมือ (Fingerprint Composition)

1. กายวิภาคของลายเส้นบนผิวหนัง (Maceo, 2009)

ผิวหนังประกอบด้วยชั้นทางกายวิภาค 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) ชั้นหนังแท้ (Dermis) และชั้นใต้ผิวหนัง (Hypodermis) ทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อปกป้องร่างกาย ควบคุมอุณหภูมิร่างกาย รับความรู้สึก ขั้วของเส้นประสาทและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันเป็นต้น

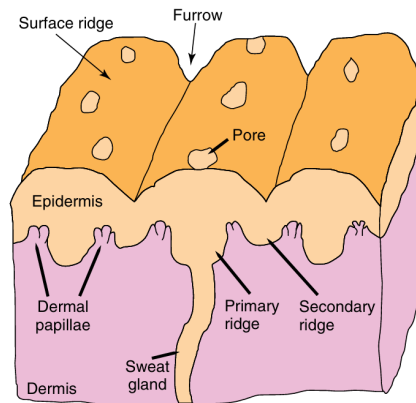
ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นชั้นนอกสุดของผิวหนัง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเอพิเธลิอัมหลายชั้น (Stratified squamous epithelium) มีหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำ ควบคุมการรับความรู้สึก และเป็นเกราะป้องกันให้กับชั้นผิวหนังใน เซลล์ของหนังกำพร้ามีการผลิตเซลล์อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ชั้นหนังกำพร้าสามารถสร้างใหม่ได้อย่างรวดเร็ว

ชั้นหนังแท้ (Dermis) เป็นชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ทำหน้าที่รองรับและหล่อเลี้ยงชั้นหนังกำพร้า ประกอบด้วยคอลลาเจน อิลาสตินและไฟโบรบลาสต์ บริเวณเส้นขนหรือสันลายนิ้วมือ (Ridge) และร่องลายนิ้วมือ (Furrow) ที่ปรากฏบนหนังกำพร้าจะสัมพันธ์กับบริเวณที่ชั้นหนังแท้ยกตัวขึ้นเป็นปุ่มหนังแท้ (Dermal papillae) โดยปุ่มหนังแท้ทำหน้าที่เหมือนกับตัวล็อก ยึดตรึงชั้นหนังกำพร้ากับชั้นหนังแท้ไว้ด้วยกันอย่างแน่นหนา

ชั้นใต้ผิวหนัง (Hypodermis) อยู่ใต้ชั้นหนังแท้ เป็นชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีชั้นของเซลล์ไขมัน ทำหน้าที่ปรับรูปทรงของร่างกายและเป็นแหล่งกักเก็บพลังงาน มีเส้นใยทำหน้าที่เชื่อมต่อชั้นหนังกำพร้ากับชั้นหนังแท้และชั้นหนังแท้กับชั้นใต้ผิวหนัง

ลายนิ้วมือจะเกิดจากการเรียงตัวของเส้นขนปฐมภูมิ (Primary ridges) และเส้นขนทุติยภูมิ (Secondary ridges) บนชั้นหนังกำพร้า ขนาดและรูปร่างของเส้นขนปฐมภูมิและเส้นขนทุติยภูมิ รวมไปถึงลักษณะของ Dermal papillae จะส่งผลต่อความแตกต่างทำให้เกิดเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลของลายนิ้วมือต่อมเหงื่อ (Sweat glands) ชนิด Eccrine เป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญของผิวหนังลายนิ้วมือและเป็นต่อมเหงื่อชนิดเดียวที่พบในผิวหนังลายนิ้วมือ (ภาพที่ 2) โดยท่อของต่อมเหงื่อจะอยู่ภายในเส้นขนปฐมภูมิ ทำหน้าที่ในการขับเหงื่อออกมาทางรูเหงื่อ (Sweat pores) ช่วยในการควบคุมอุณหภูมิร่างกายและช่วยในการขับ

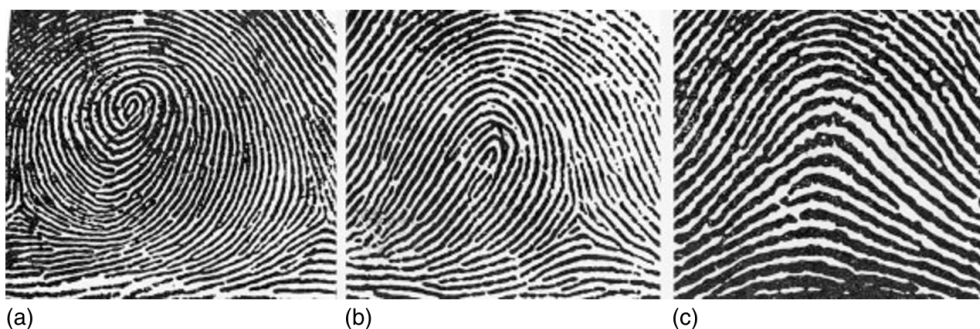
ของเสียที่เกิดจากการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายเช่นยูเรีย ลักษณะเส้นนูนหรือร่องบนผิวหนังจะพบได้ทั้งบนฝ่ามือและฝ่าเท้าของคนและสิ่งมีชีวิตในกลุ่ม Primates โดยการที่ผิวหนังมีเส้นนูนขึ้นเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานซึ่งช่วยทั้งในการจับและการเดิน ผิวหนังลายนิ้วมือไม่มีต่อมไขมัน (Sebaceous glands) หรือรูขุมขน (Hair follicles) นอกจากสันนูน (Ridge) แล้วยังมีรอยย่น (Crease) บนผิวหนังลายนิ้วมือรวมไปถึงร่องระหว่างสันนูนซึ่งจะช่วยให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น (Holder et al., 2011)



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของเส้นลายนิ้วมือบนผิวหนัง (Maceo, 2009)

การเกิดรูปแบบของลายนิ้วมือ

การก่อตัวของเส้นลายนิ้วมือนั้นเริ่มต้นตั้งแต่ระหว่างการพัฒนาของทารกในครรภ์ โดยเส้นนูนบริเวณมือจะเริ่มก่อตัวในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ของการตั้งครรภ์ กลไกการก่อตัวนั้นยังไม่มีที่ทราบแน่ชัด หลังจากสัปดาห์ที่ 12 เส้นนูนบนผิวหนังบริเวณเท้าจะเริ่มก่อตัวตามมา แรงกดดันของการเจริญเติบโต (Growth stresses) ที่ผิวหนังกำพร้าชั้นนอกหรือ Volar surface บริเวณมือและเท้าในช่วงเวลานี้จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของลายนิ้วมือลักษณะต่างๆของเส้นนูนบนผิวหนัง และมีปัจจัยแวดล้อมอื่นเกี่ยวข้องด้วย หากเส้นนูนที่กำลังก่อตัวไปเจอกับ Volar pad หรือแผ่นรองรับด้านล่างในชั้นผิวที่มีลักษณะเป็นเนินบนพื้นผิวของฝ่ามือหรือฝ่าเท้า แนวของเส้นนูนจะเปลี่ยนไปตาม Growth stresses ที่เกิดจาก Volar pad ส่งผลในการเกิดรูปแบบลายนิ้วมือ (Friction Ridge pattern) ทำให้เกิดรูปแบบต่างๆของลายนิ้วมือขึ้น (Holder et al., 2011)



ภาพที่ 3 รูปแบบลายนิ้วมือหลักทั้งสามประเภท a) ก้นหอย b) มัดหยาวย และ c) โค้ง (Langenburg & Hall, 2013)

บนพื้นผิวของปลายนิ้วมือและนิ้วเท้าจะเห็นเส้นนูนมีความชัดเจน เนื่องจาก Volar pads ที่บริเวณดังกล่าวมีความนูนเด่นอย่างเห็นได้ชัด รูปแบบหลัก 3 ประเภทที่ปรากฏบนปลายนิ้วมือ ได้แก่ ลายก้นหอย (Whorls), ลายมัดหยาวย (Loops) และ ลายโค้ง (Arches) (ภาพที่ 3) ลวดลายเหล่านี้เปรียบเสมือนเอกลักษณ์ของบุคคลและเป็นลักษณะเฉพาะที่บ่งบอกถึงขนาดและรูปร่างของ Volar pads ในช่วงเวลาที่เกิดเส้น

ลายนิ้วมือ โดยที่ลายกันหอยมักปรากฏบน Volar pads ที่มีลักษณะเป็นเนินสูงและกลมมาก ส่วนลายมัดหวาย มักพบได้บน Volar pads ที่ไม่สมดุลมีสันนูนที่เอียงไปทางใดด้านหนึ่งส่งผลให้ลายเส้นโค้งเป็นรูปคล้ายห่วง ในขณะที่ลายโค้งมักพบบน Volar pads ที่มีลักษณะเนินต่ำมากส่งผลให้ลายเส้นเป็นเส้นโค้งหรือคลื่นยาว ๆ

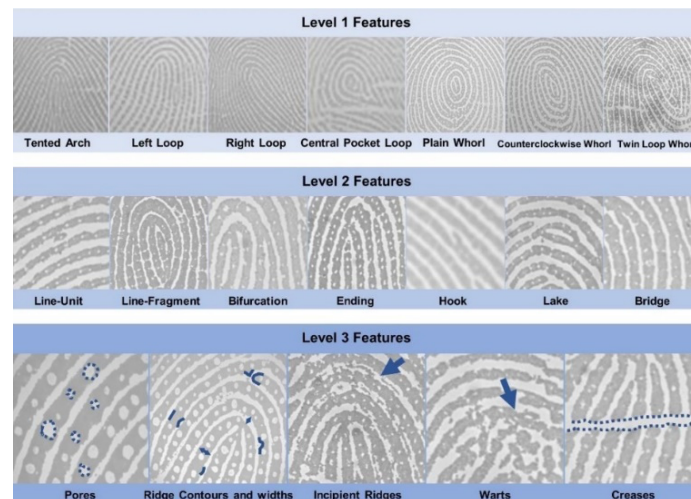
2. คุณสมบัติของเส้นลายนิ้วมือ (Chen et al., 2022)

ลายนิ้วมือถูกนำไปใช้เป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและน่าเชื่อถือมากที่สุดประเภทหนึ่งในการระบุตัวบุคคลและยืนยันตัวตนได้อย่างแม่นยำ โดยทั่วไปลักษณะของลายนิ้วมือสามารถจำแนกออกเป็น 3 ระดับ (ภาพที่ 4) ได้แก่

ระดับ 1: ลักษณะทั่วไป (Level 1: General Features) ลักษณะในระดับนี้มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น รูปแบบของเส้นลายนิ้วมือไม่ว่าจะเป็นแบบ กันหอย มัดหวาย หรือโค้ง และแนวสัน (Ridge flow)

ระดับ 2: จุดเอกลักษณ์ (Level 2: Minutiae) ลักษณะระดับ 2 เป็นการวิเคราะห์รายละเอียดของเส้นลายนิ้วมือในระดับที่ลึกกว่า โดยอาศัยจุดจบของเส้นและจุดแยกของเส้น ซึ่งรวมไปถึง ปลายสัน (Ridge ending), เส้นหยุด (Ridge beginning หรือ Ending suddenly), เส้นทะเลสาบ (Enclosure), จุดแยก (Bifurcation) และ ลักษณะอื่น ๆ

ระดับ 3: ลักษณะทางจุลภาค (Level 3: Microscopic Features) ลักษณะระดับ 3 เป็นการวิเคราะห์รายละเอียดของเส้นลายนิ้วมือในระดับจุลภาคที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าซึ่งรวมไปถึง ขนาดของรูเหงื่อ (Sweat pores), สันนูนที่เพิ่งเริ่มก่อตัว (Incipient ridges), หูด (Warts), รอยย่น (Creases), รอยแผลเป็น (Scars) ขนาดเล็ก เป็นต้น



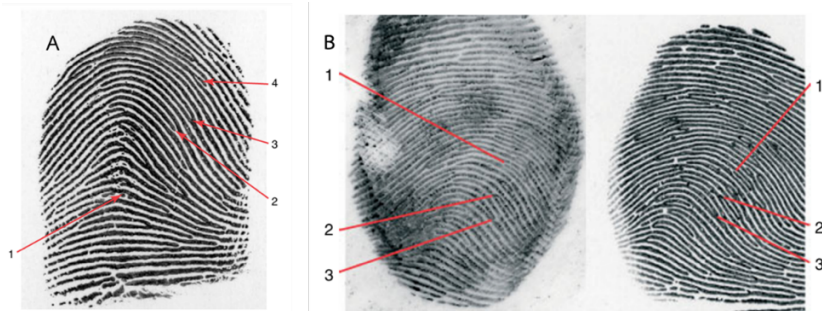
ภาพที่ 4 แสดงคุณลักษณะของลายนิ้วมือทั้ง 3 ระดับ (Chen et al., 2022)

การตรวจลายนิ้วมือ

เทคโนโลยีการตรวจลายนิ้วมือในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเน้นการพัฒนาไปที่ลักษณะเฉพาะของลายนิ้วมือในระดับที่ 1 และ 2 ซึ่งเกณฑ์ในการใช้ยืนยันตัวบุคคลมักกำหนดให้ตรวจพบจุดเอกลักษณ์ (Minutiae) จำนวน 6-17 จุดขึ้นอยู่กับมาตรฐานของแต่ละประเทศ ซึ่งในประเทศไทยนั้นการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือจะใช้วิธีการตรวจที่อ้างอิงมาตรฐานจาก SWGFAST (Scientific Working Group on Friction

Ridge Analysis, Study and Technology) โดยใช้จุดเอกลักษณ์จำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 10 จุด เพื่อยืนยันว่าเป็นบุคคลคนเดียวกัน (Vatsa et al., 2011)

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์เฉพาะรูปแบบลายนิ้วมือและจุดเอกลักษณ์อย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการประมวลผลลายนิ้วมือทั้งหมด เนื่องจากลายนิ้วมือที่พบในสถานที่เกิดเหตุส่วนใหญ่เป็นลายนิ้วมือแฝงที่ไม่สมบูรณ์หรือผิดรูปร่าง ส่งผลต่อการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือที่มีอยู่ จุดเอกลักษณ์ที่ไม่เพียงพอเหล่านี้ อาจทำให้การจับคู่ลายนิ้วมือผิดพลาดและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการพิสูจน์ตัวบุคคล นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องมีกระบวนการที่ทำให้ลายนิ้วมือเหล่านั้นชัดเจนก่อนการเปรียบเทียบซึ่งวิธีที่ใช้อาจส่งผลกระทบต่อรายละเอียดของลายนิ้วมือและอาจสร้างจุดเอกลักษณ์ปลอม (Pseudo characteristics) ส่งผลต่อความแม่นยำในการระบุตัวบุคคลโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบยังขาดประสบการณ์ในการวิเคราะห์ อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการยุติธรรมได้ (Earwaker et al., 2015; Tangen et al., 2020) ยิ่งไปกว่านั้นรายละเอียดระดับ 1 และ 2 ยังสามารถปลอมแปลงได้ง่ายด้วยวิธีการทำแม่พิมพ์หรือการพิมพ์แบบอิงค์เจ็ท ทำให้ระบบการตรวจลายนิ้วมือแบบอาศัยจุดเอกลักษณ์เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถแยกแยะลายนิ้วมือที่แท้จริงกับลายนิ้วมือที่ปลอมแปลงได้อย่างถูกต้องเสมอไป (Chen et al., 2022; Chen et al., 2021)



ภาพที่ 5 (A) แสดงประเภทต่างๆของจุดเอกลักษณ์คือ 1) Dots 2) Ending ridges 3) Bifurcations และ 4) Combination (B) การเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยใช้จุดเอกลักษณ์สามตำแหน่ง

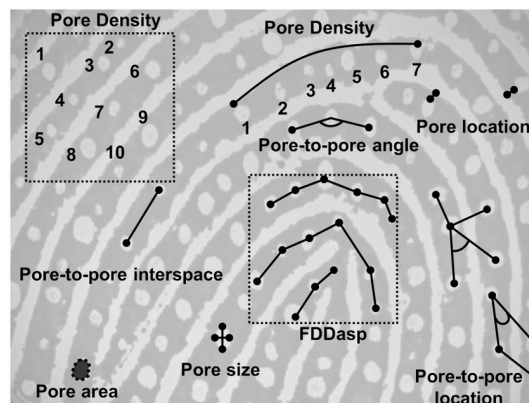
จุดเอกลักษณ์ (Minutiae หรือ Point of identification) จะเป็นตำแหน่งที่นำมาเปรียบเทียบเพื่อระบุตัวบุคคล โดยเปรียบเทียบหลักฐานลายนิ้วมือกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือหรือจากผู้ต้องสงสัย ยิ่งตรงกันมากเท่าใดโอกาสที่รอยนิ้วมือนั้นจะมีที่มาจากแหล่งเดียวกันก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น การเปรียบเทียบจุดเอกลักษณ์ มีองค์ประกอบสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ 1) ชนิดของจุดเอกลักษณ์ แบ่งเป็น 4 ประเภทพื้นฐาน ได้แก่ Bifurcations, Ending ridges, และ Dots รวมถึงรูปแบบที่ผสมผสานกัน (Combination) 2) มุม (Angle) ของจุดเอกลักษณ์ 3) การจัดเรียงตัว (Orientation) ของจุดเอกลักษณ์ และ 4) จำนวนสันหรือรอยพับ (Ridge count) ระหว่างจุดเอกลักษณ์ โดยทั่วไปแล้ว ลายนิ้วมือที่มี องค์ประกอบทั้ง 4 ที่ตรงกันจะถือว่าเป็นลายนิ้วมือเดียวกัน (ภาพที่ 5) (Langenburg & Hall, 2013) โดยมีวิธีการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. การใช้รูเหงื่อ (Sweat pores) ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

รูเหงื่อเป็นโครงสร้างขนาดเล็กบนผิวหนังทำหน้าที่สำคัญในการระบายความร้อนและควบคุมอุณหภูมิ รูเหงื่อประกอบด้วยเครือข่ายท่อขนาดเล็กที่เชื่อมต่อกับต่อมเหงื่อใต้ผิวหนัง ต่อมเหล่านี้ผลิตเหงื่อซึ่งไหลผ่านท่อและออกมาสู่ผิวหนัง โดยเหงื่อจะประกอบไปด้วยน้ำ เกลือแร่ และสารเคมีอื่นๆ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน ไขมัน ยูเรีย และสารเมแทบอลิต์ต่างๆ รูปแบบเฉพาะของรูเหงื่อสามารถนำไปใช้ในการระบุตัวบุคคลในทางนิติ

วิทยาศาสตร์ได้ (Chen et al., 2021) โดยจะทำการตรวจสอบปริมาณ ความหนาแน่น ตำแหน่ง ขนาดและพื้นที่ของรูเหงื่อ รวมไปถึงรูปร่างของรูเหงื่อซึ่งมีทั้งแบบสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม กลม รี และไม่แน่นอน (ภาพที่ 6) โดยทั่วไปรูเหงื่อจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 50-265 ไมโครเมตร ขนาดที่วัดได้ขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัยเช่น วิธีการที่ใช้ตรวจลายนิ้วมือแฝง แรงกดในการสัมผัสหรือปริมาณในการขูดเหงื่อและระยะเวลาที่เก็บลายนิ้วมือ ทำให้มีงานวิจัยมากมายที่ชี้ให้เห็นว่าการใช้รูเหงื่อเพียงอย่างเดียวในการระบุตัวบุคคลนั้นเป็นวิธีที่น่าเชื่อถือเท่าใดนัก (Shi et al., 2021)

การนำรูเหงื่อมาใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1912 โดย Edmond Locard นักนิติวิทยาศาสตร์และอาชีววิทยาชาวฝรั่งเศสได้ทำการศึกษาโครงสร้างและคุณลักษณะต่างๆของรูเหงื่อและเสนอทฤษฎีการใช้รูเหงื่อเป็นทางเลือกในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลในกรณีที่เกิดลายนิ้วมือที่เก็บได้มีจุดเอกลักษณ์ไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์บนสมมุติฐานที่ว่า รูเหงื่อมีคุณสมบัติเฉพาะเหมือนกับเส้นลายนิ้วมือ โดย Locard ชี้ให้เห็นว่าจำนวนรูเหงื่อ 20-40 จุด เพียงพอสำหรับการใช้ระบุตัวบุคคลเบื้องต้น (Kaur & Dhall, 2022) แต่เทคนิคนี้ไม่ได้รับความนิยมมากมายนัก เนื่องจากลายนิ้วมือที่เก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุมักจะมีข้อมูลต่างๆของรูเหงื่อ เช่น รูปร่าง ขนาด ตำแหน่ง ความถี่ ไม่เพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์ นอกจากนั้นรูเหงื่ออาจจะไม่ปรากฏในรอยลายนิ้วมือแฝงทุกรอยเสมอไป (Kaur & Dhall, 2022; Monson et al., 2019)



ภาพที่ 6 แสดงรูเหงื่อและ Parameters เช่นปริมาณ ขนาด ตำแหน่งและความหนาแน่น (Chen et al., 2022)

แรงกดประทับจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของรูเหงื่อ ตามคุณสมบัติยืดหยุ่นและการบีบอัดของผิวหนัง ส่งผลให้รูปร่าง ขนาด และลักษณะของรูเหงื่อเปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม ระยะห่างระหว่างรูเหงื่อยังคงค่อนข้างคงที่ เนื่องจากระยะห่างดังกล่าวมีความละเอียดมาก (หน่วยเป็นไมโครเมตร) ดังนั้นรูเหงื่อหลายตำแหน่งไม่ว่าจะอยู่บนสันลายนิ้วมือเดียวกันหรือคนละสัน จะได้รับผลกระทบจากแรงกดทับนี้ไปพร้อมกัน ด้วยเหตุนี้ระยะห่างระหว่างรูขุมขนเมื่อเทียบกันเอง (ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูเหงื่อหนึ่งไปยังจุดศูนย์กลางของรูเหงื่อที่อยู่ติดกัน) จะมีค่าใกล้เคียงของเดิม (ที่ความเชื่อมั่น 95%) ในปัจจุบันจึงได้มีงานวิจัยที่นำระยะห่างระหว่างรูเหงื่อ (Pore-to-pore distance) มาประยุกต์ใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือในระดับที่ 3 (Kaur & Dhall, 2022; Liu et al., 2020)

2. การตรวจลายนิ้วมือโดยใช้ลักษณะเฉพาะระดับ 3 (Level 3; Microscopic Features)

คุณลักษณะของลายนิ้วมือในระดับ 3 นั้นเป็นลักษณะถาวร ไม่เปลี่ยนแปลงและมีความจำเพาะสูงทำให้มีศักยภาพในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือเพื่อจำแนกบุคคลได้ จากการวิจัยพบว่าอัตราความ

ผิดพลาดในการตรวจลายนิ้วมือลดลง 20% เมื่อนำลักษณะเฉพาะระดับ 3 ไปรวมกับลักษณะเฉพาะระดับ 1-2 ในการวิเคราะห์ (Jain et al., 2006) นอกจากนี้ลักษณะเฉพาะระดับ 3 สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม เช่น เพศหรืออายุของเจ้าของลายนิ้วมือได้อีกด้วย (Chen et al., 2022; Primeau et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากลายนิ้วมือในระดับ 3 ยังมีน้อย เนื่องจากเทคนิคการตรวจลายนิ้วมือแบบบางวิธีจะส่งผลให้ไม่สามารถแสดงรายละเอียดโครงสร้างระดับที่ 3 ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งรอยนิ้วมือแฝงที่พบในสถานที่เกิดเหตุมักมีคุณภาพต่ำทำให้ลายนิ้วมือระดับ 3 ไม่มีความชัดเจนเพียงพอสำหรับการระบุตัวบุคคล (Zhong et al., 2021) อีกทั้งความละเอียดของภาพถ่ายลายนิ้วมือที่ใช้ในการตรวจสอบโดยทั่วไปอยู่ที่ 500 พิกเซลต่อนิ้ว (Pixels per inch; ppi) ซึ่งต่ำกว่าความละเอียดมาตรฐาน (≥ 1000 ppi) (Gupta & Sutton, 2010) นอกจากนี้การขาดเทคนิคและวิธีวิเคราะห์ที่ได้มาตรฐานในระดับสากลสำหรับการวิเคราะห์รายละเอียดของลายนิ้วมือในระดับ 3 ก็เป็นอุปสรรคที่สำคัญเช่นกัน

ลักษณะเฉพาะอีกประการที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือในระดับ 3 คือความถี่ของรูเหงื่อ (Pore frequency) โดยจำนวนรูเหงื่อจะพบประมาณ 9-18 รูต่อพื้นที่บนสันลายนิ้วมือ 1 เซนติเมตร โดยความหนาแน่นของรูเหงื่อโดยทั่วไปอยู่ที่ 419-519 รูต่อตารางเซนติเมตร รูเหงื่อที่ปรากฏบนลายนิ้วมือนั้นอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณของเหลวที่ถูกขับออกมาจากต่อมเหงื่อ แรงกดประทับที่ใช้ในขั้นตอนการเก็บลายนิ้วมือและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งการพิมพ์ลายนิ้วมือด้วยหมึกซ้ำหลายครั้งจากนิ้วเดียวกันจะส่งผลต่อความหนาแน่นของรูเหงื่อที่ปรากฏบนภาพลายนิ้วมือ สาเหตุอาจเกิดจากการใช้หมึกในปริมาณที่มากเกินไป หรือขนาดรูเหงื่อมีขนาดเล็ก อีกทั้งแรงกดประทับที่มากเกินไปในขณะที่พิมพ์ลายนิ้วมือกับแท่นประทับหมึกสามารถส่งผลต่อรูปร่างของรูเหงื่อผิดรูปไปจากปกติ การถ่ายภาพลายนิ้วมือโดยตรงสามารถแสดงรายละเอียดของรูขุมขนได้อย่างชัดเจนแม้เวลาจะผ่านไปนานถึง 10 ปี ส่วนการถ่ายภาพลายนิ้วมือด้วยเทคนิคแสงโฮโลแกรมหรือการกลิ้งนิ้วมือกับแท่นประทับหมึก รูขุมขนอาจมองเห็นได้ยากขึ้นหลังจากระยะเวลาเพียง 1 เดือน นอกจากนี้การใช้เทคนิคการสแกนลายนิ้วมือแบบไร้สัมผัส (Live scan) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการพิมพ์ลายนิ้วมือที่ใช้กล้องความละเอียดสูงเพื่อจับภาพลายนิ้วมือของบุคคลแล้วแปลงเป็นรูปแบบดิจิทัลก็ไม่สามารถแสดงรายละเอียดระดับที่ 3 บนลายนิ้วมือได้เท่ากับเทคนิคการเก็บลายนิ้วมือแบบอื่นๆ (Chen et al., 2022; Shi et al., 2021; Singla et al., 2020)

คุณสมบัติระดับ 3 อื่นๆที่มีการพัฒนามาใช้ในการตรวจลายนิ้วมือนั้นประกอบด้วย รูปร่างของสันนูน (Ridge shape) ความกว้างของสันนูน (Ridge width) และ สันนูนย่อยหรือเส้นที่เพิ่งเริ่มก่อตัวขึ้น (Incipient ridges) ซึ่งรูปร่างของสันนูน สามารถจำแนกได้ 7 รูปแบบ (Straight, Convex, Peak, Table, Pocket, Concave และ Angle) โดยความหลากหลายของรูปร่างเหล่านี้เกิดจากการเจริญที่แตกต่างกันของสันนูนและรูเหงื่อที่บริเวณขอบสันนูน ส่วนความกว้างของสันนูนโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 200-500 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์กับแรงกดประทับที่ใช้ขณะพิมพ์ลายนิ้วมือถ้ามีแรงกดเพิ่มขึ้นความกว้างของสันนูนก็จะเพิ่มตามไปด้วย และสันนูนย่อยที่มักจะพบบริเวณร่องของลายนิ้วมือนั้นมักจะมีขนาดเล็กและต่ำกว่าสันนูนปกติ โดยปกติจะไม่แยกเป็นกิ่ง (Bifurcate) และไม่มีรูเหงื่อ ข้อมูลจากการวิจัยชี้ให้เห็นว่าจำนวนของ Incipient ridges



จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามวัยในเพศชายแต่กลับมีจำนวนลดลงในผู้หญิงสูงวัย (Chen et al., 2022; Kaur & Dhall, 2022)

วิธีการตรวจลายนิ้วมือแฝง (Latent fingerprint development)

องค์ประกอบของลายนิ้วมือแฝง (Latent print residues) สามารถจำแนกตามสมบัติทางเคมีได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ สารที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำ สารประกอบที่ละลายน้ำได้บนลายนิ้วมือแฝง ส่วนใหญ่จะขับออกมาจากต่อมเหงื่อ เช่น โซเดียมคลอไรด์และกรดอะมิโน สารเคมีที่ใช้ตรวจพิสูจน์ร่องรอยประเภทนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ นินไฮดริน ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน และ ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver Nitrate) ที่ทำปฏิกิริยากับโซเดียมคลอไรด์เป็นต้น อย่างไรก็ตามลายนิ้วมือแฝงที่สัมผัสกับน้ำ จะยากต่อการตรวจสอบด้วยวิธีดังกล่าว ส่วนองค์ประกอบประเภทที่ไม่ละลายน้ำจะมีปริมาณมากกว่าและคงอยู่บนพื้นผิวได้นานกว่าสามารถจำแนกย่อยได้อีกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกประกอบด้วยโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำเช่น โปรตีน ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบโดยใช้ Physical developer ส่วนอีกกลุ่มจะเป็นสารพวกลิพิดที่ไม่มีขั้ว (Nonpolar lipid) ซึ่งสามารถตรวจสอบด้วยสารเคมีจำพวก Oil Red O หรือ Nile Red เป็นต้น (Holder et al., 2011) การพัฒนาเทคนิคทางเคมีเพื่อตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงจะช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถเก็บหลักฐานลายนิ้วมือจากวัสดุต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากสารเคมีที่กล่าวมาแล้วยังมีเทคนิคการตรวจพิสูจน์อื่นๆ ที่อยู่ระหว่างการพัฒนาอย่างต่อเนื่องอีกด้วย

1. การตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่น (Latent Print Powders)

การตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้งานง่าย เทคนิคนี้ใช้ผงสีชนิดต่างๆ ในการยึดเกาะกับเหงื่อและไขมันที่หลงเหลืออยู่บนพื้นผิวลายนิ้วมือทำให้มองเห็นลายนิ้วมือแฝงได้ชัดเจน ผงฝุ่น ทำงานโดยอาศัยแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลระหว่างผงสีและเหงื่อหรือไขมันจากลายนิ้วมือ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเหล่านี้ช่วยให้ผงสีเกาะติดกับสันลายนิ้วมือเผยให้เห็นรายละเอียดของลายนิ้วมือแฝง ผงฝุ่นมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับพื้นผิวที่แตกต่างกันไป เช่น ผงสีดำจะเหมาะสมสำหรับพื้นผิวเรียบและมีสีอ่อน ผงสีขาวเหมาะสำหรับพื้นผิวที่มีสีเข้มเป็นต้น สารที่นิยมนำมาผลิตเป็นผงฝุ่น เช่น Carbon black หรือ Colloidal carbon, Iron powder, Aluminium และ Corn starch เป็นต้น ในการตรวจสอบนั้นจะต้องทำความสะอาดพื้นผิวที่จะตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงเพื่อขจัดสิ่งสกปรกและฝุ่นละอองจากนั้นใช้พู่กันหรือแปรงทาผงสีบนพื้นผิวอย่างเบามือแล้วกำจัดผงสีส่วนเกินโดยใช้แปรงขนนุ่มๆ ปัดออกจากพื้นผิวจากนั้นทำการเก็บลายนิ้วมือด้วยการถ่ายรูปหรือใช้เทปกาวใสแปะลายนิ้วมือแฝงไว้ (Holder et al., 2011)

2. การตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยสาร Ninhydrin

เทคนิคการตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยสารนินไฮดริน (Ninhydrin) มีหลักการคือสารนินไฮดรินจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนซึ่งพบได้ในเหงื่อของมนุษย์เมื่อสเปรย์สารนินไฮดรินบนพื้นผิวที่มีรอยลายนิ้วมือแฝงแล้วนำไปอบด้วยความร้อนประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 10-15 นาที ความร้อนจะช่วยเร่งปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารนินไฮดรินกับกรดอะมิโนบนลายนิ้วมือ เกิดเป็นสารประกอบสีม่วง (Ruhemann's purple) ทำให้รอยลายนิ้วมือปรากฏชัดเจน สามารถบันทึกรอยลายนิ้วมือโดยการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายรูปที่

มีความละเอียดสูง แต่วิธีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดคือสารนินไฮดรินไม่สามารถใช้กับรอยลายนิ้วมือแฝงบนทุกพื้นผิวได้ รวมถึงรอยลายนิ้วมือแฝงที่เก่าหรือเสื่อมสภาพ นอกจากนี้สารนินไฮดรินซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนอาจทำลายหลักฐานอื่นๆบนพื้นผิวและเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ นอกจากสารนินไฮดรินแล้วยังมีการนำสารอนุพันธ์ของนินไฮดรินเช่น 1,8-diazafluoren-9-one (DFO), 1,2-indandione และ 5-methylthioninhydrin (5MTN) มาใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือแฝงด้วยเช่นกัน แต่สารอนุพันธ์เหล่านี้จำเป็นต้องละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ซึ่งอาจส่งผลให้เอ็นเอบริเวณรอยนิ้วมือเสียสภาพธรรมชาติและอาจทำอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน (Ruan et al., 2024)

3. การตรวจลายนิ้วมือแฝงโดยใช้สารไอโอดีน

การตรวจลายนิ้วมือแฝงโดยใช้สารไอโอดีน เป็นวิธีที่ใช้กันมาเป็นระยะเวลานาน เทคนิคนี้มีหลักการทำงานโดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างไอโอดีนกับกรดอะมิโนและโปรตีนในเหงื่อบนรอยนิ้วมือโดยมีขั้นตอนในการตรวจคือใช้เกล็ดไอโอดีนประมาณ 1 กรัมใส่ลงในขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตรจากนั้นวางวัตถุที่มีลายนิ้วมือแฝงไว้ในขวดไอโอดีนโดยไม่ให้สัมผัสกับเกล็ดไอโอดีน ปิดฝาขวดให้สนิททิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที ไอโอดีนจะระเหยและจับกับคราบเหงื่อบนลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลอ่อนแล้วทำการตรึงลายนิ้วมือโดยพ่นสารละลาย Acetone, cyclohexane, hexane หรือเมทานอล ลายนิ้วมือจะมีสีเข้มที่ชัดเจนมากขึ้น (Kumari Sharma et al., 2019)

4. การตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยไอระเหยของไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate fuming)

การตรวจลายนิ้วมือแฝงด้วยไอระเหยของไซยาโนอะคริเลตนิยมใช้กับรอยนิ้วมือแฝงบนวัตถุบางประเภทที่มองเห็นได้ยากหรือตรวจสอบได้ยากด้วยวิธีการดั้งเดิมเช่นการใช้ผงฝุ่น สาเหตุหลักมาจากเหงื่อและไขมันที่หลงเหลือบนรอยนิ้วมือ เมื่อเวลาผ่านไปคราบเหงื่อและไขมันเหล่านี้จะแห้งและกลายเป็นชั้นฟิล์มบางๆปกปิดรายละเอียดของสันลายนิ้วมือส่งผลให้ยากต่อการตรวจสอบ เทคนิคนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่มีพื้นผิวเรียบและไม่ดูดซับเช่น โลหะ กระจกหรือพลาสติก โดยใช้หลักการทางเคมีในการเปลี่ยนคราบเหงื่อที่หลงเหลือบนรอยนิ้วมือให้ปรากฏเป็นสีที่มองเห็นได้ช่วยให้ให้นักนิติวิทยาศาสตร์สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ลายนิ้วมือได้อย่างชัดเจน ไซยาโนอะคริเลตหรือกาวติดเล็บมีคุณสมบัติพิเศษในการทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน (โดยเฉพาะชนิดที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็น -OH) และโปรตีนในเหงื่อ เมื่อนำวัตถุที่มีรอยนิ้วมือแฝงมาวางไว้ในตู้อบที่มีไอระเหยของไซยาโนอะคริเลต ไอระเหยจะกระจายตัวสัมผัสกับเหงื่อบนรอยนิ้วมือเกิดเป็นปฏิกิริยาเคมี Anionic polymerization ทำให้รอยนิ้วมือเกิดเป็นสีขาวบางๆแต่จะยังคงมองเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องปิดด้วยผงคาร์บอนหรือเติมไอโอดีนเข้าไปภายในตู้อบ ไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับรอยนิ้วมือเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงหรือน้ำตาลเผยให้เห็นรายละเอียดของสันลายนิ้วมือ หรือใช้สีย้อมฟลูออเรสเซนต์ซึ่งนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เทคนิคนี้มีความไวสูงเหมาะสำหรับการตรวจสอบวัตถุที่มีรอยนิ้วมือแฝงหลงเหลืออยู่น้อย ใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่หาซื้อง่าย ราคาไม่แพง เหมาะกับหน่วยงานนิติวิทยาศาสตร์ที่มีงบประมาณจำกัด (Bumbrach, 2017)

ปัจจุบันมีการพัฒนาสีย้อมฟลูออเรสเซนต์อย่างต่อเนื่องรวมถึงพัฒนาเทคนิคการตรวจพิสูจน์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Li et al., 2022) เช่นการใช้สาร PolyCyano UV ที่พัฒนาโดยการนำสารเรืองแสงฟลูออ



เรสเซนต์ (Fluorescent dyes) รวมตัวเป็นพอลิเมอร์กับ ไฮยาโนอะคริเลตเมื่อนำไปใช้ตรวจลายนิ้วมือผง PolyCyano UV ในรูปแบบผง (Powder) จะถูกทำให้ระเหยกกลายเป็นไอสามารถจับกับเหงื่อและไขมันที่พบในลายนิ้วมือ เมื่อฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตไปยังพื้นผิวจะเกิดการเรืองแสงทำให้สามารถมองเห็นลายนิ้วมือผงได้โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการย้อมสี วิธีนี้มีความไวสูง สามารถใช้กับพื้นผิวที่หลากหลายเช่น โลหะ พลาสติก แก้ว และไม้ มีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก และ PolyCyano UV เป็นสารที่ปลอดภัยแต่ยังมีข้อจำกัดคือการทำให้ผง PolyCyano UV ระเหยกกลายเป็นไอนั้นต้องใช้อุณหภูมิที่สูงถึง 230 องศาเซลเซียส (Li et al., 2022)

5. การตรวจลายนิ้วมือผงบนพื้นเหนียวของเทปกาวด้วย Wet SPF

ลายนิ้วมือผงบนพื้นเหนียวของเทปกาว (Pressure-sensitive adhesive (PSA) tape) จัดเป็นหลักฐานสำคัญที่พบได้บ่อยในสถานที่เกิดเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในคดีที่เกี่ยวข้องกับการลักพาตัวหรือคดีฆาตกรรม อย่างไรก็ตามการตรวจจับลายนิ้วมือบนพื้นผิวเหนียวของเทปกาวนั้นมีความยุ่งยากมากกว่าพื้นผิวเรียบทั่วไป การใช้เทคนิคดั้งเดิมเช่นใช้ผงฝุ่นสีดำมักไม่เพียงพอ จึงต้องใช้ผงฝุ่นคาร์บอนผสมกับสารลดแรงตึงผิวเช่น Liquinox หรือ Triton™ X-100 ให้เกิดเป็นโครงสร้างของไมเซล (Micelle) แล้วนำไปตรวจลายนิ้วมือเมื่อไมเซลสัมผัสกับองค์ประกอบจำพวกโปรตีนและไขมันบนรอยนิ้วมือจะเกิดปฏิกิริยากับผงคาร์บอนเปียกทำให้โครงสร้างไมเซลถูกทำลายและลายนิ้วมือปรากฏชัดขึ้นมา วิธีนี้มีข้อจำกัดคือสารลดแรงตึงผิวที่นำมาผสมกับผงคาร์บอนนั้นหาได้ยากและมีราคาแพงรวมถึงอาจมีความเป็นพิษสูง ในปี ค.ศ. 2024 มีการพัฒนาวิธีการตรวจลายนิ้วมือผงบนเทปกาว ที่มีประสิทธิภาพและราคาถูกคือเทคนิค Wet SPF (SDS powder formula) โดยใช้ Sodium dodecyl sulfate (SDS) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอางอีกทั้งยังมีความเป็นพิษต่ำและราคาไม่แพงมาใช้ทดแทน โดยละลาย SDS ด้วย 5% เอทานอลแล้วนำไปผสมกับผงฝุ่นคาร์บอนสีดำ พบว่าสามารถใช้ตรวจลายนิ้วมือได้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพสูง (Bouzin et al., 2024)

6. การตรวจลายนิ้วมือผงด้วยผงเรืองแสงฟลูออเรสเซนซ์ Naph-DG

ในปี ค.ศ. 2024 ได้มีการพัฒนาผงเรืองแสงฟลูออเรสเซนซ์ 4,5-bis(diethylene glycol) functionalized 1,8-naphthalimide (Naph-DG) เพื่อใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือผงบนพื้นผิวที่มีสี พื้นผิวเรียบ พื้นผิวที่มีรูพรุนรวมถึงลายนิ้วมือเก่าที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ผงเรืองแสงจะถูกสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ผง Naph-DG จะเกิดปฏิกิริยาได้ดีกับ ยูเรีย โซเดียมคลอไรด์ กลูโคสและไบคาร์บอเนตที่เป็นองค์ประกอบบนลายนิ้วมือ เมื่อสัมผัสกับแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตรจะเกิดการเรืองแสง คุณสมบัตินี้ช่วยให้สามารถมองเห็นลายนิ้วมือผงได้ชัดเจนในรายละเอียดระดับที่ 1-3 แม้จะอยู่บนพื้นผิวที่มีดหรือมีสี มีความไวสูง สามารถยึดเกาะกับพื้นผิวที่หลากหลาย รวมถึงพื้นผิวที่พรุนและพื้นผิวเรียบ คุณสมบัตินี้ช่วยให้สามารถใช้ผงเรืองแสง Naph-DG บนวัตถุหลากหลายประเภท เช่น แก้ว โลหะ และกระดาษ นอกจากนี้ยังเป็นสารที่ปลอดภัยต่อการใช้งานทั้งกับมนุษย์และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Kumar et al., 2024)

7. การตรวจลายนิ้วมือผงโดยใช้ไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของอัลลิลอกซาน

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือหลายวิธีจะใช้สารเคมีที่สามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของเหงื่อที่หลงเหลืออยู่บนลายนิ้วมือเช่นสารละลายนินไฮดรินและสารอนุพันธ์ ซึ่งสารเคมีเหล่านี้มักประกอบด้วยสารประกอบเพอร์ฟลูออโรอัลคิลและโพลีฟลูออโรอัลคิล (Per- and polyfluoroalkyl

substances; PFAS) ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ในปี ค.ศ. 2024 มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการตรวจลายนิ้วมือแบบใหม่ที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้สารอัลล๊อกซาน (Alloxan) ที่มีคุณสมบัติสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนแล้วเกิดเป็น Murexide dye นำมาผสมผสานกับไฮโดรเจลที่ใช้เป็นตัวทำละลายแทนการใช้สารในกลุ่ม PFAS วิธีการนี้จะสามารถแสดงลายนิ้วมือบนกระดาษที่นำมาทดสอบได้อย่างชัดเจนโดยไม่ทำลายรายละเอียดของลายนิ้วมือ ไฮโดรเจลจะปล่อยอัลล๊อกซานที่ละลายน้อยไปยังพื้นผิวกระดาษ อัลล๊อกซานจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในเหงื่อแต่ไฮโดรเจลจะกักเก็บอัลล๊อกซานไว้ที่จุดที่สัมผัสกับลายนิ้วมือส่งผลให้เกิดสีหรือสารเรืองแสงที่ชัดเจนโดยไม่ต้องใช้สาร PFAS อีกทั้งไฮโดรเจลยังช่วยป้องกันไม่ให้อัลล๊อกซานละลายกรดอะมิโนและสารประกอบเรืองแสงที่เกิดขึ้น วิธีนี้ใช้สารที่ราคาไม่แพง ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนอกจากนี้ยังช่วยรักษาความสมบูรณ์ของรายละเอียดลายนิ้วมือได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการเช่น มีความไวในการเกิดปฏิกิริยาค่อนข้างต่ำ อีกทั้งไฮโดรเจลอาจแห้งเร็วจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมและวิธีนี้อาจไม่เหมาะกับพื้นผิวบางประเภท เช่น พลาสติกเป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถนำมาใช้ตรวจลายนิ้วมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Clarke et al., 2024)

บทวิเคราะห์

การตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือเพื่อระบุตัวบุคคลมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในทางนิติวิทยาศาสตร์และกระบวนการยุติธรรม เปรียบเสมือนกุญแจสำคัญที่ไขประตูสู่ตัวตนของบุคคลในคดีอาชญากรรม มีบทบาทสำคัญในการใช้ระบุตัวตนของผู้กระทำผิด เชื่อมโยงบุคคลกับสถานที่เกิดเหตุและพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของผู้บริสุทธิ์ด้วยเส้นนิ้วและร่องลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแบบดั้งเดิมเช่นการใช้ผงฝุ่นซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงานได้ ส่วนการใช้สารนินไฮดรินซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกันนอกจากนี้ การสัมผัสสารไอโอไดนซ์หรือเป็นระยะเวลานานอาจก่อให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง (Skin sensitization) และไอระเหยของสารไอโอไดนซ์อาจก่อให้เกิดอาการคล้ายเป็นโรคหอบหืด (Asthma-like syndrome) ได้ ส่วนวิธีอื่น ๆ มักต้องใช้สารเคมีบางชนิดเช่นสารประกอบเพอร์ฟลูออโรอัลคิลและโพลีฟลูออโรอัลคิลเป็นตัวทำละลายที่ล้วนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน สร้างความเสี่ยงต่อระบบทางเดินหายใจและอาจก่อให้เกิดมะเร็ง ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือหลากหลายวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง มีความไวต่อกรดอะมิโน โปรตีนและไขมันในลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น

ในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมาได้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิคใหม่ๆ ที่ใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือโดยใช้ผงเรืองแสงฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเพราะใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบไม่นาน มีความไวและความละเอียดในการตรวจวิเคราะห์สูง เช่นการพัฒนาผงเรืองแสงสีเขียวฟลูออเรสเซนต์ที่มีพื้นฐานมาจากโครโมฟอร์ของโปรตีนเรืองแสงสีเขียว (Green fluorescent protein: GFP) ซึ่งผงเรืองแสงชนิดนี้จะละลายน้ำได้ดี ทำให้ใช้งานได้ง่าย ปราศจากพิษและปราศจากโลหะหนักส่งผลให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน อีกทั้งยังมีความ



ไวสูง สามารถตรวจจับลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่หลากหลายทั้งกระดาษ พลาสติก โลหะและแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเห็นลายนิ้วมือแฝงได้ภายใน 10 วินาที และยังมีการพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาเพื่อใช้กับสารเรืองแสงเหล่านี้โดยระบบนี้ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงสีฟ้าและตัวกรองแสงสีเขียวช่วยให้สามารถตรวจจับลายนิ้วมือแฝงได้ในที่เกิดเหตุอย่างรวดเร็ว (Ruan et al., 2024) นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาวิธีตรวจลายนิ้วมือที่ใช้ไฮโดรเจลโดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายอย่างต่อเนื่องและกำลังได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากมีความปลอดภัยสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และในปัจจุบันยังมีความพยายามค้นคว้าและวิจัยในการพัฒนาวิธีการใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็วและปลอดภัยยิ่งขึ้นตัวอย่างเช่น มีการศึกษาเพื่อพัฒนาวัสดุชีวภาพสำหรับการตรวจจับลายนิ้วมือรวมถึงการใช้เทคโนโลยีนาโนในการตรวจหาลายนิ้วมือซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญในการยกระดับมาตรฐานงานนิติวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ตำรวจระบุตัวผู้กระทำผิดได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และปลอดภัยยิ่งขึ้น

บทวิพากษ์

ลายนิ้วมือเป็นหนึ่งในหลักฐานทางกายภาพที่มีความสำคัญมากในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ ในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือจะประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ (1) การตรวจลายนิ้วมือซึ่งมุ่งเน้นที่การตรวจและการปรับปรุงคุณภาพของลายนิ้วมือให้ชัดเจน (2) การนำข้อมูลจากลายนิ้วมือไปทำการเปรียบเทียบและระบุตัวตน ซึ่งมุ่งเน้นที่การเปรียบเทียบรายละเอียดของลายนิ้วมือที่เก็บได้จากที่เกิดเหตุกับลายนิ้วมือของผู้ต้องสงสัย งานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจลายนิ้วมือมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิธีการเปรียบเทียบและการระบุตัวตน ทั้งการปรับปรุงวิธีการตรวจลายนิ้วมือที่มีอยู่เดิมและพัฒนาวิธีการใหม่ๆ ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ โดยมีจุดมุ่งหมายหลักของการวิจัยอยู่ที่การเพิ่มความคุณภาพและความชัดเจนของลายนิ้วมือรวมถึงความถูกต้องแม่นยำในการวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการตรวจลายนิ้วมือที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจลายนิ้วมือในปัจจุบันมีการนำหลากหลายเทคนิคมาประยุกต์ใช้ด้วยวิธีที่แตกต่างกันไป การตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพของวิธีการเหล่านี้จึงทำได้ยาก ถึงแม้ว่ากลุ่มวิจัยลายนิ้วมือระหว่างประเทศ (International Fingerprint Research Group: IFRG) ได้ริเริ่มกำหนดแนวทางปฏิบัติทั่วไปเพื่อสร้างวิธีตรวจลายนิ้วมือที่เป็นมาตรฐานเดียวกันในปี ค.ศ. 2014 (Almog et al., 2014) แต่แนวทางเหล่านี้ยังคงเป็นเพียงข้อเสนอแนะเบื้องต้นไม่ได้ถูกบังคับใช้อย่างเคร่งครัด ผู้ปฏิบัติงานหรือนักวิจัยมักปรับแต่งวิธีการเหล่านี้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เฉพาะของการศึกษาทำให้แนวปฏิบัติของ IFRG ยังขาดการยอมรับและยังไม่ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายเท่าที่ควร การพัฒนาวิธีในการตรวจลายนิ้วมือที่เป็นมาตรฐานสากลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการนำไปใช้ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์

บทสรุป

ลายนิ้วมือเป็นหลักฐานสำคัญในการพิสูจน์ตัวบุคคลทางนิติวิทยาศาสตร์มายาวนาน ในปัจจุบันยังคงมีการวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเทคนิคในการตรวจลายนิ้วมือเพื่อการนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันมีงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่

ปลอดภัย แม่นยำและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและมีความเหมาะสมในการใช้งานในสถานที่เกิดเหตุจริง โดยได้ทำการศึกษาและทดลองใช้สีย้อมฟลูออเรสเซนต์แทนการใช้ผงคาร์บอนหรือสารไอโอดีนซึ่งสามารถนำไปใช้บนพื้นผิวที่หลากหลาย เช่น เซ็น โลหะ พลาสติก แก้ว และไม้ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาผงเรืองแสงฟลูออเรสเซนต์ Naph-DG ในการตรวจลายนิ้วมือแฝงที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มจำนวนรายละเอียดของลายนิ้วมือที่ตรวจพบรวมถึงความชัดเจนของลายนิ้วมือในรายละเอียดระดับที่ 1-3 อีกด้วย หรือการใช้ไฮโดรเจลที่มีส่วนผสมของอัลล๊อกซานจัดเป็นวิธีที่ปลอดภัยและช่วยรักษาความสมบูรณ์ของรายละเอียดลายนิ้วมือได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้การจัดตั้งฐานข้อมูลลายนิ้วมือและการพัฒนาระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System; AFIS) เพื่อนำมาใช้ประโยชน์จะทำให้เจ้าหน้าที่ผู้รักษากฎหมายทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น AFIS จะขับเคลื่อนด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์และเปรียบเทียบลายนิ้วมืออย่างละเอียด โดยเริ่มจากการสแกนลายพิมพ์นิ้วมือเพื่อดึงคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์ต่างๆในระดับ 1-3 ข้อมูลเหล่านี้จะถูกแปลงเป็นรหัสดิจิทัลและเก็บไว้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ สามารถนำไปใช้เปรียบเทียบกับลายนิ้วมือที่เก็บได้จากที่เกิดเหตุหรือที่ได้จากผู้ต้องสงสัย หากพบลายพิมพ์นิ้วมือที่ตรงกันระบบจะแสดงรายชื่อบุคคลที่เป็นไปได้ ส่งผลให้การสอบสวนคดีรวดเร็วยิ่งขึ้น AFIS มีการนำไปใช้ในโดยเจ้าหน้าที่ผู้รักษากฎหมายในหลายๆประเทศ อย่างไรก็ตามระบบนี้ยังจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาฐานข้อมูลที่เก็บรายละเอียดของลายนิ้วมือโดยเฉพาะอย่างยิ่งรายละเอียดในระดับที่ 3 รวมไปถึงซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนระบบ เพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันซึ่งเป็นยุคดิจิทัลมีการนำระบบ Biometric เข้ามาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเช่นโทรศัพท์มือถือสำหรับการระบุตัวตน (Identification) และการรับรองความถูกต้องของตัวบุคคล (Verification) ในการทำธุรกรรมทางการเงินต่างๆ การมีฐานข้อมูลลายนิ้วมือซึ่งอาจเก็บจากข้อมูลของพลเมืองในประเทศตอนที่ทำบัตรประจำตัวประชาชนแล้วนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับ AFIS จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากต่องานพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลทางนิติวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงการเข้าถึงและการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลลายนิ้วมือ ทั้งภายในหน่วยงานและระหว่างหน่วยงานภาครัฐ รวมถึงพัฒนาระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System; AFIS) โดยนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะทำให้กระบวนการสืบสวนสอบสวนคดีอาชญากรรมและกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. นำวิธีการตรวจลายนิ้วมือแฝงที่มีประสิทธิภาพมาใช้กับกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย เช่นผงฟลูออเรสเซนต์ที่มีโครโมฟอร์ของ Green Fluorescent Protein เป็นองค์ประกอบซึ่งสามารถตรวจหาลายนิ้วมือและเกิดการเรืองแสงได้ได้ภายในระยะเวลาเพียง 10 วินาทีและยังนำรอยนิ้วมือนั้นไปตรวจ



วิเคราะห์หาดีเอ็นเอได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานได้อย่างรวดเร็ว ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Almog, J., Cantu, A., Champod, C., Kent, T., & Lennard, C. (2014). Guidelines for the assessment of fingerprint detection techniques International Fingerprint Research Group (IFRG). *Journal of Forensic Identification*, 64, 174-197.
- Barnes, J. G. (2011). History. In E. H. Holder, L. O. Robinson, & J. H. Laub (Eds.), *The fingerprint sourcebook*. U.S. Dept. of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice.
- Bouzin, J. T., Sauzier, G., & Lewis, S. W. (2024). Wet SPF: A wet powder suspension for the detection of latent fingerprints on the sticky side of adhesive tape for use in Seychelles. *Forensic Science International*, 360, 112044.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2024.112044>
- Bumbrah, G. S. (2017). Cyanoacrylate fuming method for detection of latent fingerprints: a review. *Egypt J Forensic Sci*, 7(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41935-017-0009-7>
- Bunteng, K. (2022). *The use of poreology for identification of latent fingerprint* [Master's thesis, Silpakorn University].
- Chen, H., Ma, R., & Zhang, M. (2022). Recent Progress in Visualization and Analysis of Fingerprint Level 3 Features. *ChemistryOpen*, 11(11), e202200091.
<https://doi.org/10.1002/open.202200091>
- Chen, H., Shi, M., Ma, R., & Zhang, M. (2021). Advances in fingerprint age determination techniques. *Analyst*, 146(1), 33-47. <https://doi.org/10.1039/d0an01423k>
- Chooluck, S., & Jankangram, W. (2017). Reviewed History of Forensic Science. *KKU Science Journal*, 45(3), 675-689.
- Clarke, K. T., Hopkins, S. L., Krosch, M. N., Cresswell, S. L., & Gee, W. J. (2024). Showcasing water-based delivery of an amino acid targeting fingerprint developer in a hydrogel. *Forensic Science International*, 360, 112045.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2024.112045>
- Earwaker, H., Morgan, R. M., Harris, A. J. L., & Hall, L. J. (2015). Fingerprint submission decision-making within a UK fingerprint laboratory: Do experts get the marks that they need? *Science & Justice*, 55(4), 239-247.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.01.007>



- Gupta, A., & Sutton, R. (2010). Pore sub-features reproducibility in direct microscopic and Livescan images--their reliability in personal identification. *J Forensic Sci*, 55(4), 970-975. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01422.x>
- Holder, E. H., Robinson, L. O., & Laub, J. H. (2011). *The fingerprint sourcebook*. U.S. Dept. of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice. <https://purl.fdlp.gov/GPO/gpo18039>
- Jain, A., Yi, C., & Demirkus, M. (2006, 20-24 Aug. 2006). Pores and Ridges: Fingerprint Matching Using Level 3 Features. 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06),
- Kaur, J., & Dhall, M. (2022). Reproducibility of fingerprint microfeatures. *Egypt J Forensic Sci*, 12(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s41935-022-00266-6>
- Kumar, S., Kaur, K., Sharma, A., & Singh, P. (2024). Magical fluorescent powder and ink for instantaneous imaging of latent fingerprints (level 1–3) and anti-counterfeiting labels. *Results in Chemistry*, 7, 101310. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101310>
- Kumari Sharma, K., Kannikanti, G. H., Baggi, T. R. R., & Vaidya, J. R. (2019). Fixing Transient Iodine on Developed Latent Fingermarks. *J Forensic Sci*, 64(6), 1859-1866. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14139>
- Langenburg, G., & Hall, C. (2013). Friction Ridge Skin: Comparison and Identification. In *Wiley Encyclopedia of Forensic Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9780470061589.fsa355.pub2>
- Li, K., Li, S., & Yang, J. (2022). Optimum conditions and application of one-step fluorescent cyanoacrylate fuming method for fingermark development based on PolyCyano UV. *Forensic Sci Res*, 7(3), 550-559. <https://doi.org/10.1080/20961790.2022.2049153>
- Liu, F., Zhao, Y., Liu, G., & Shen, L. (2020). Fingerprint pore matching using deep features. *Pattern Recognition*, 102, 107208. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.patcog.2020.107208>
- Maceo, A. V. (2009). Friction Ridge Skin: Morphogenesis and Overview. In *Wiley Encyclopedia of Forensic Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9780470061589.fsa358>
- Monson, K. L., Roberts, M. A., Knorr, K. B., Ali, S., Meagher, S. B., Biggs, K., . . . Tarasi, F. (2019). The permanence of friction ridge skin and persistence of friction ridge skin and impressions: A comprehensive review and new results. *Forensic Science*



International, 297, 111-131.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.01.046>

Primeau, C., Dzetkuličová, V., & Shepherd, T. (2023). Can latent fingerprint disclose the sex of the donor? A preliminary test study using GC-MS analysis of latent fingerprints. *J*

Forensic Sci, 68(4), 1178-1189. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.15260>

Ruan, N., Qiu, Q., Wei, X., Liu, J., Wu, L., Jia, N., . . . James, T. D. (2024). De Novo Green Fluorescent Protein Chromophore-Based Probes for Capturing Latent Fingerprints Using a Portable System. *J Am Chem Soc*, 146(3), 2072-2079.

<https://doi.org/10.1021/jacs.3c11277>

Shi, M., Zhao, L., Chen, H., Tian, L., Ma, R., Zhang, X., & Zhang, M. (2021). Fast and quantitative analysis of level 3 details for latent fingerprints. *Anal Methods*, 13(46), 5564-5572. <https://doi.org/10.1039/d1ay01508g>

Singla, N., Kaur, M., & Sofat, S. (2020). Automated latent fingerprint identification system: A review. *Forensic Science International*, 309, 110187.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110187>

Tangen, J. M., Kent, K. M., & Searston, R. A. (2020). Collective intelligence in fingerprint analysis. *Cogn Res Princ Implic*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00223-8>

Vatsa, M., Singh, R., Noore, A., & Morris, K. (2011). Simultaneous latent fingerprint recognition. *Applied Soft Computing*, 11(7), 4260-4266.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.02.005>

Zhong, K., Lu, S., Guo, W., Su, J., Sun, S., Hai, J., & Wang, B. (2021). NIR emissive light-harvesting systems through perovskite passivation and sequential energy transfer for third-level fingerprint imaging. *Chem Commun (Camb)*, 57(74), 9434-9437.

<https://doi.org/10.1039/d1cc03006j>



การประยุกต์ใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์:
ความก้าวหน้า ความท้าทาย และแนวโน้มในอนาคต
Applications of Terahertz Waves in Forensic Science:
Advancements, Challenges, and Future Prospects

กัณฑ์เอนก โภคากรเงิน¹ พัทธ์ศรัณย์ เลหาไพบูลย์² และ อรณิชา คงวุฒิ^{3,*}

¹ กองบังคับการกฎหมายและคดี ตำรวจภูธรภาค 7

² ห้างหุ้นส่วนจำกัด บุญพาวาสนาสง

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

Kananeak Pokakorngern¹, Phatsaran Laohhapaboon², and Ornnicha Kongwut^{3,*}

¹ Legal Affairs and Litigation Division, Provincial Police Region 7

² Boonpawassanasong Limited Partnership

³ Faculty of Science and Technology, Kanchanaburi Rajabhat University

Received: July 16, 2024 | Revised: January 12, 2025 | Accepted: February 3, 2025

บทความวิชาการ (Academic Article)

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์กำลังเปิดมิติใหม่ในการตรวจพิสูจน์หลักฐาน และการสืบสวนคดีอาชญากรรม บทความนี้นำเสนอภาพรวมของเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์ ทั้งในด้าน หลักการทางฟิสิกส์ เทคโนโลยีการตรวจจับและวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ คุณสมบัติเฉพาะของคลื่นเทระเฮิรตซ์ เช่น ความสามารถในการทะลุทะลวงวัสดุที่ทึบแสง ความไวต่อการ ตรวจจับสารเคมี และความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพสูงในการตรวจสอบเอกสาร ปลอมแปลง การวิเคราะห์สารเสพติดและวัตถุระเบิด ตลอดจนการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง การวิเคราะห์ กรณีสืบสวนและผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เหนือกว่าวิธีการดั้งเดิมในหลายด้าน อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายทั้งในด้านต้นทุน ความซับซ้อนของเทคโนโลยี และประเด็นทางจริยธรรมและกฎหมายที่ต้อง ได้รับการแก้ไข บทความนี้ยังนำเสนอแนวโน้มและการพัฒนาในอนาคต รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย และพัฒนาเพื่อปลดล็อกศักยภาพเต็มที่ของเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การ ยกระดับความแม่นยำและประสิทธิภาพในกระบวนการยุติธรรม

คำสำคัญ: คลื่นเทระเฮิรตซ์, นิติวิทยาศาสตร์, การตรวจพิสูจน์หลักฐาน, เทคโนโลยีการตรวจจับ, นวัตกรรม ทางกฎหมาย

* Corresponding author, email: ornnicha.k@kru.ac.th



Abstract

The application of terahertz waves in forensic science is opening new dimensions in evidence examination and criminal investigation. This article presents an overview of terahertz wave technology, covering its physical principles, detection and analysis technologies, and applications in forensic science. The unique properties of terahertz waves, such as their ability to penetrate opaque materials, sensitivity to chemical detection, and safety for operators, give this technology high potential in detecting forged documents, analyzing drugs and explosives, and revealing latent fingerprints. The analysis of case studies and experimental results demonstrates superior performance compared to traditional methods in many aspects. However, challenges still remain in terms of cost, technological complexity, and ethical and legal issues that need to be addressed. This article also presents future trends and developments, including recommendations for research and development to unlock the full potential of terahertz wave technology in forensic science. This advancement will lead to enhanced accuracy and efficiency in the justice system.

Keywords: Terahertz waves, Forensic science, Evidence examination, Detection technology, Legal innovation

บทนำ

ในยุคที่อาชญากรรมมีความซับซ้อนมากขึ้น การพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นเสาหลักของกระบวนการยุติธรรมทั่วโลก สถิติจาก Federal Bureau of Investigation (FBI) ระบุว่าในปี 2022 มีการใช้หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ในการสืบสวนคดีอาชญากรรมมากกว่า 95% ของคดีทั้งหมดในสหรัฐอเมริกา (Fesenko, 2021) อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจสอบแบบดั้งเดิมยังคงเผชิญกับความท้าทายสำคัญ นั่นคือความเสี่ยงในการทำลายหรือปนเปื้อนวัตถุพยานระหว่างการตรวจสอบ การศึกษาโดย National Institute of Justice (NIJ) ในปี 2021 พบว่า 18% ของคดีที่มีการอุทธรณ์เนื่องจากความผิดพลาดในการวิเคราะห์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์มีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนหรือความเสียหายของวัตถุพยานระหว่างการตรวจสอบ (Sirbu, 2022) ปัญหานี้ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อความยุติธรรมเท่านั้นแต่ยังก่อให้เกิดภาระทางการเงินอย่างมหาศาล โดยรายงานจาก Innocence Project ระบุว่าค่าใช้จ่ายในการแก้ไขคำพิพากษาที่ผิดพลาดเนื่องจากหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องมีมูลค่าเฉลี่ยถึง 3.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อคดี (Bortolotti, 2020)

ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านนิติวิทยาศาสตร์จึงมุ่งมั่นในการค้นคว้าวิธีการใหม่ ๆ ที่สามารถตรวจสอบหลักฐานได้อย่างแม่นยำโดยไม่ทำลายหรือสัมผัสวัตถุโดยตรง หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงในการแก้ปัญหานี้คือการใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ (Terahertz Waves) คลื่นเทระเฮิรตซ์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 10 เทระเฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ระหว่างคลื่นไมโครเวฟและคลื่นอินฟราเรด (IEEE, 2021)

คุณสมบัติพิเศษของคลื่นเทอเรเฮิรตซ์ที่สามารถทะลุผ่านวัสดุที่ทึบแสงได้โดยไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวของประจุหรือการทำลายโมเลกุล ทำให้เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพสูงในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจสอบหลักฐานที่มีความละเอียดอ่อนหรือเสี่ยงต่อการเสียหาย การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีคลื่นเทอเรเฮิรตซ์ได้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ข้อมูลจาก Market Research Future ระบุว่าตลาดเทคโนโลยีเทอเรเฮิรตซ์ทั่วโลกมีมูลค่า 322.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2020 และคาดว่าจะเติบโตด้วยอัตราเฉลี่ยสะสมต่อปี (CAGR) 27.2% ระหว่างปี 2021-2027 (Military Radar Market, 2024) การเติบโตนี้ส่วนหนึ่งมาจากการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบเอกสารปลอมแปลง การวิเคราะห์สารเคมีและยาเสพติด การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงและการตรวจสอบวัตถุระเบิด การทดลองในห้องปฏิบัติการโดย National Institute of Standards and Technology (NIST) ในปี 2023 แสดงให้เห็นว่าการใช้คลื่นเทอเรเฮิรตซ์สามารถตรวจจับสารเสพติดที่ซ่อนอยู่ในวัสดุทึบแสงได้ด้วยความแม่นยำถึง 99.8% โดยไม่ต้องเปิดบรรจุภัณฑ์ (National Institute of Standards and Technology, 2023) นอกจากนี้การศึกษาโดย European Forensic Science Institutes Network (ENFSI) พบว่าการใช้คลื่นเทอเรเฮิรตซ์ในการตรวจสอบเอกสารปลอมแปลงสามารถเพิ่มอัตราการตรวจจับได้ถึง 35% เมื่อเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม (Roper-Miller, 2023) อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีคลื่นเทอเรเฮิรตซ์มาใช้งานนิติวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายยังคงมีข้อจำกัดและความท้าทายหลายประการ รายงานจาก Forensic Science Regulator ของสหราชอาณาจักรระบุว่า เพียง 5% ของห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์ทั่วโลกมีการใช้เทคโนโลยีคลื่นเทอเรเฮิรตซ์ในปี 2022 (Samuels, 2022) ปัจจัยหลักที่จำกัดการใช้งานคือต้นทุนที่สูงและความซับซ้อนของเทคโนโลยี การศึกษาเกี่ยวกับการใช้คลื่นเทอเรเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เข้าใจถึงศักยภาพและข้อจำกัดของเทคโนโลยีนี้ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและการประยุกต์ใช้ในอนาคต อันจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการพิสูจน์หลักฐานและสนับสนุนกระบวนการยุติธรรมให้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น บทความนี้จะนำเสนอภาพรวมของเทคโนโลยีคลื่นเทอเรเฮิรตซ์ การประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิเคราะห์แนวโน้มและความท้าทายในการนำมาใช้งานจริง

ทฤษฎีและหลักการทำงานของคลื่นเทอเรเฮิรตซ์

คลื่นเทอเรเฮิรตซ์มีลักษณะทางฟิสิกส์และมีความถี่ที่แตกต่างจากคลื่นอื่น ๆ ในสเปกตรัมของคลื่น (Neu & Schmuttenmaer, 2020) ลักษณะของคลื่นเทอเรเฮิรตซ์มีดังนี้:

- ความถี่สูง: คลื่นเทอเรเฮิรตซ์มีความถี่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับคลื่นอื่น ๆ ในสเปกตรัมอยู่ในช่วงระหว่างคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) และคลื่นอินฟราเรด (Infrared) ซึ่งทำให้ความสามารถแสดงผลข้อมูลหรือส่งข้อมูลที่มีความละเอียดสูงได้

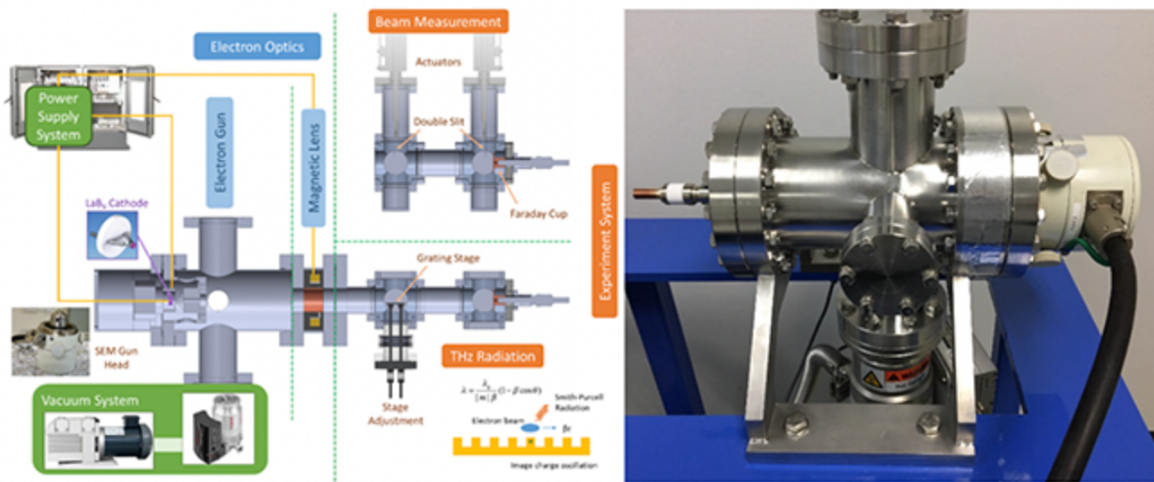
- การสะท้อนและการซึมผ่าน: การซึมผ่านของคลื่นเทอเรเฮิรตซ์ไม่ได้หมายถึงการทะลุทะลวงอย่างสมบูรณ์เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการเดินทางผ่านวัสดุได้ในระดับหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุและความถี่ของคลื่นโดยทั่วไป เมื่อความถี่ของคลื่นสูงขึ้นจะเกิด Attenuation หรือการสูญเสียพลังงานมากขึ้นเมื่อคลื่นเดินทางผ่านตัวกลาง อย่างไรก็ตามในบางกรณีคลื่นความถี่สูงอาจสามารถแทรกซึมเข้าไปในช่องว่าง

ระหว่างอนุภาคของวัสดุบางชนิดได้ดีกว่าคลื่นความถี่ต่ำ ทำให้เกิดการซึมผ่านได้มากกว่าเมื่อคลื่นเทระเฮิรตซ์เดินทางมาถึงวัสดุอาจเกิดปรากฏการณ์ได้หลายอย่าง เช่น:

1. การสะท้อน (Reflection): คลื่นบางส่วนถูกสะท้อนกลับเมื่อกระทบกับผิววัสดุ
2. การซึมผ่าน (Transmission): คลื่นบางส่วนสามารถเดินทางผ่านวัสดุไปได้
3. การดูดซึม (Absorption): คลื่นบางส่วนถูกดูดซึมโดยวัสดุ ทำให้พลังงานลดลง

ปรากฏการณ์เหล่านี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ เช่น ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (Dielectric Constant) ค่าการนำไฟฟ้า และความหนาแน่น เป็นต้น ข้อมูลเกี่ยวกับการสะท้อน การซึมผ่าน และการดูดซึมของคลื่นเทระเฮิรตซ์ในวัสดุต่าง ๆ มีประโยชน์ในการวิเคราะห์โครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุ รวมถึงการประยุกต์ใช้ ในด้านการตรวจสอบวัสดุแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Testing) แต่ก็สามารถถูกสะท้อนหรือถูกดูดซึมได้กับวัสดุบางชนิด

ภาพที่ 1 ตัวอย่างเครื่องกำเนิดสัญญาณเทระเฮิรตซ์แบบสมิทเพอร์เซลสามารถใช้สร้างภาพสำหรับการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย เช่น การตรวจพัสดุและสินค้าในบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 1 เครื่องกำเนิดสัญญาณคลื่นเทระเฮิรตซ์แบบสมิทเพอร์เซล

ที่มา: <https://www.nectec.or.th/research/research-unit/ssdrg-trt.html>

2) การปฏิสัมพันธ์ของคลื่นเทระเฮิรตซ์กับวัสดุต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคลื่นอื่นแบบตาราง

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบการปฏิสัมพันธ์ของคลื่นเทระเฮิรตซ์กับคลื่นชนิดอื่น ๆ

คุณสมบัติ/วัสดุ	คลื่นเทระเฮิรตซ์ (0.1 - 10 THz)	คลื่นไมโครเวฟ (1 - 300 GHz)	คลื่นอินฟราเรด (300 GHz - 430 THz)	แสงที่มองเห็นได้ (430 - 750 THz)	รังสีเอกซ์ (30 PHz - 30 EHx)
โลหะ	สะท้อน (>99.9%)	สะท้อน (>99.9%)	สะท้อน (>95%)	สะท้อน (70-99%)	ทะลุผ่านบางส่วน (0.1-10%)
พลาสติก (HDPE)	ทะลุผ่านดี (>90%)	ทะลุผ่านดี (>95%)	ทะลุผ่านบางส่วน (30-70%)	ทึบแสง/โปร่งแสง (0-50%)	ทะลุผ่านดี (>99%)



เซรามิก (Al ₂ O ₃)	ทะลุผ่านดี (70-90%)	ทะลุผ่านบางส่วน (50-70%)	ดุดกกลืน (>90%)	ทึบแสง (<1%)	ทะลุผ่านดี (>95%)
ผ้าฝ้าย	ทะลุผ่านดี (60-80%)	ทะลุผ่านดี (70-90%)	ดุดกกลืนบางส่วน (40-60%)	ทึบแสง/โปร่งแสง (10-30%)	ทะลุผ่านดี (>99%)
น้ำ	ดุดกกลืนมาก (>99% ที่ความหนา 1 mm)	ดุดกกลืน (80-95%)	ดุดกกลืนมาก (>99%)	ทะลุผ่านบางส่วน (20-95%)	ทะลุผ่านบางส่วน (10-50%)
กระดาษ	ทะลุผ่านดี (70-90%)	ทะลุผ่านดี (80-95%)	ดุดกกลืนบางส่วน (30-50%)	ทึบแสง (<5%)	ทะลุผ่านดี (>98%)
ความละเอียด เชิงพื้นที่	สูง (150 μm - 1.5mm)	ปานกลาง (1mm - 10cm)	สูง (2.5-25 μm)	สูงมาก (0.4-0.7 μm)	สูงมาก (<0.1 nm)
ความปลอดภัย ต่อเนื้อเยื่อ มนุษย์	ปลอดภัย (SAR < 0.1 W/kg)	ปลอดภัยในระดับ ต่ำ (SAR 0.1-2 W/kg)	ปลอดภัย (ยกเว้นความร้อน)	ปลอดภัย (ยกเว้นความเข้มสูง)	อันตราย (โดส > 100 mSv)
ความสามารถ ในการวิเคราะห์ ทางเคมี	ดีมาก (สามารถระบุโมเลกุล เฉพาะได้)	จำกัด (เฉพาะโมเลกุลที่มี ซ้ำ)	ดี (ตรวจจับพันธะเคมี ได้)	จำกัด (เฉพาะสีและการ เรืองแสง)	ดี (วิเคราะห์โครงสร้าง อะตอม)

ที่มา: Mounaix, 2022; Liu, Gong & Yi, 2021; Barker & Pickwell-MacPherson, 2022

หมายเหตุ: ค่าเปอร์เซ็นต์และตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าโดยประมาณและอาจแตกต่างกันไปตามสภาวะแวดล้อมและคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุ

จากตารางเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าคลื่นเทระเฮิรตซ์มีคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์ โดยเฉพาะความสามารถในการทะลุผ่านวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าได้ดี มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง และมีความปลอดภัยต่อเนื้อเยื่อมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการวิเคราะห์ทางเคมีที่ดีเยี่ยมทำให้มีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทะลุทะลวงของคลื่นเทระเฮิรตซ์ผ่านวัสดุต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (α) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (Tiwari, 2020):

$$I = I_0 e^{(-\alpha d)}$$

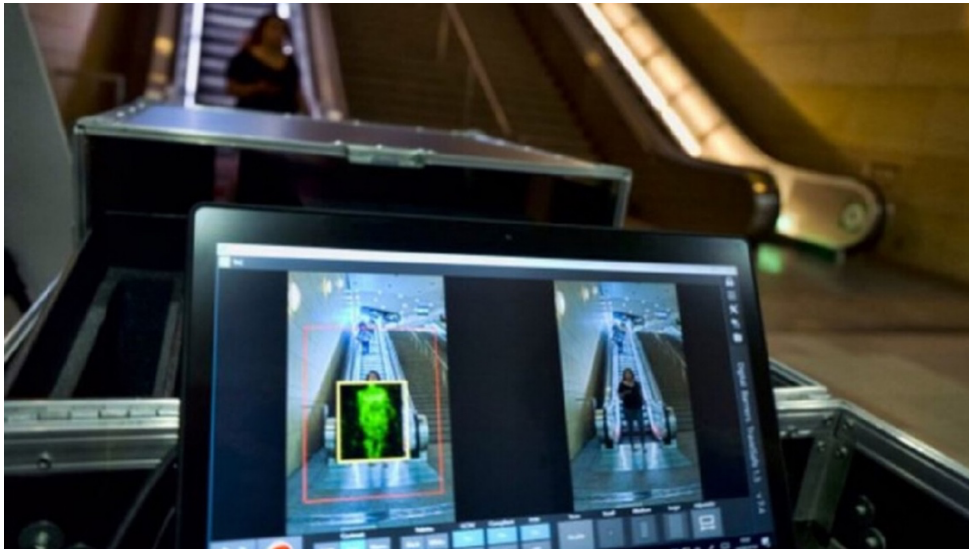
โดย I คือ ความเข้มของคลื่นที่ทะลุผ่าน, I_0 คือ ความเข้มของคลื่นเริ่มต้น, d คือ ความหนาของวัสดุ และ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน

ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (α) ที่ความถี่ 1 THz สำหรับวัสดุต่าง ๆ: น้ำ $\alpha \approx 220 \text{ cm}^{-1}$, พลาสติก HDPE: $\alpha \approx 0.2 \text{ cm}^{-1}$, กระดาษ: $\alpha \approx 5\text{-}10 \text{ cm}^{-1}$, เซรามิก Al₂O₃: $\alpha \approx 0.5 \text{ cm}^{-1}$ ค่าเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทะลุทะลวงที่แตกต่างกันของคลื่นเทระเฮิรตซ์ผ่านวัสดุต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีการตรวจจับและวิเคราะห์คลื่นเทระเฮิรตซ์

เทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์ได้พัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยมีการคิดค้นวิธีการสร้างและตรวจจับคลื่นที่หลากหลายรวมถึงเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนมากขึ้น ในด้านนิติวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพสูงเนื่องจากสามารถตรวจสอบวัตถุได้โดยไม่ทำลายหลักฐาน และสามารถวิเคราะห์สารเคมีได้โดยไม่ต้องสัมผัสตัวอย่างโดยตรง



ภาพที่ 2 การสแกนหาผู้ต้องสงสัยจากระยะไกลโดยใช้เทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์
ที่มา: <https://www.bangkokbiznews.com/tech/818129>

1) อุปกรณ์เครื่องมือและวิธีที่ใช้ในการสร้างและตรวจจับ (Kojima, 2023)

- การใช้เลเซอร์ที่เก็บเอนเนอร์ตรงข้าม: วิธีนี้ใช้เลเซอร์ในการสร้างคลื่นเทระเฮิรตซ์โดยใช้หลักการของการเก็บเอนเนอร์ตรงข้าม (Optical Rectification) โดยคลื่นเลเซอร์จะถูกส่งผ่านวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษในการสร้างคลื่นเทระเฮิรตซ์เมื่อได้รับแสงเลเซอร์ เมื่อแสงเลเซอร์เข้าสัมผัสกับวัสดุชนิดนี้ จะเกิดปฏิกิริยากับอิเล็กตรอนในวัสดุและส่งออกมาในรูปแบบของคลื่นเทระเฮิรตซ์

- การใช้สายอากาศนำแสง (Photoconductive Antenna): เป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงสัญญาณคลื่นแสงเลเซอร์เป็นคลื่นเทระเฮิรตซ์ได้ โดยอาศัยหลักการโฟโตคอนดักทีฟในวัสดุกึ่งตัวนำ เมื่อฉายแสงเลเซอร์พัลส์สั้นระดับเฟมโตวินาทีลงบนช่องว่างระหว่างขั้วโลหะที่มีสนามไฟฟ้า จะเกิดการเคลื่อนที่ของพาหะประจุอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการแผ่รังสีคลื่นเทระเฮิรตซ์ออกมา

- การใช้เฟมโตเซกกันต์ (Femtosecond) เลเซอร์: เลเซอร์ที่มีระยะเวลาของแต่ละช่วงเฟมโตเอมิตอร์สามารถสร้างคลื่นเทระเฮิรตซ์ได้ โดยใช้การสั่นสะเทือนของอิเล็กตรอนในวัสดุเพื่อสร้างคลื่นเทระเฮิรตซ์ (Wang & Pickwell-MacPherson, 2020)

- การใช้ตัวส่งสัญญาณคลื่นเทระเฮิรตซ์ มีเครื่องมือที่สามารถสร้างคลื่นเทระเฮิรตซ์ได้โดยตรงมักใช้เทคโนโลยีวงจรรวม (Integrated Circuit) หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานในช่วงความถี่เทระเฮิรตซ์

2) เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเทระเฮิรตซ์ (Malhotra & Singh, 2021) แนวทางการตรวจวัดคลื่นเทระเฮิรตซ์ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

- การตรวจวัดแบบความร้อน (Bolometric thermal Detection) เมื่อคลื่นเทระเฮิรตซ์ผ่านอุปกรณ์ตรวจจับคลื่นในช่วง THz จะมีการดูดกลืนพลังงานของคลื่นไว้ ทำให้อุปกรณ์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น



- การตรวจวัดแบบคลื่น (Wave detection) การตรวจวัดวิธีนี้ จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ตรวจวัด (Detector) ที่มีความเร็วสูงในการตรวจวัดด้วยเวลาคงตัวในหน่วยนาโนวินาที (ns) และต้องวัดที่อุณหภูมิห้อง
- การตรวจวัดแบบควอนตัม (Quantum detection) หรือการตรวจวัดอนุภาค โดยจะตรวจจับโฟตอนของคลื่นเทระเฮิรตซ์

ตารางที่ 2 ตารางสรุปเปรียบเทียบเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์กับเทคโนโลยีอื่น ๆ

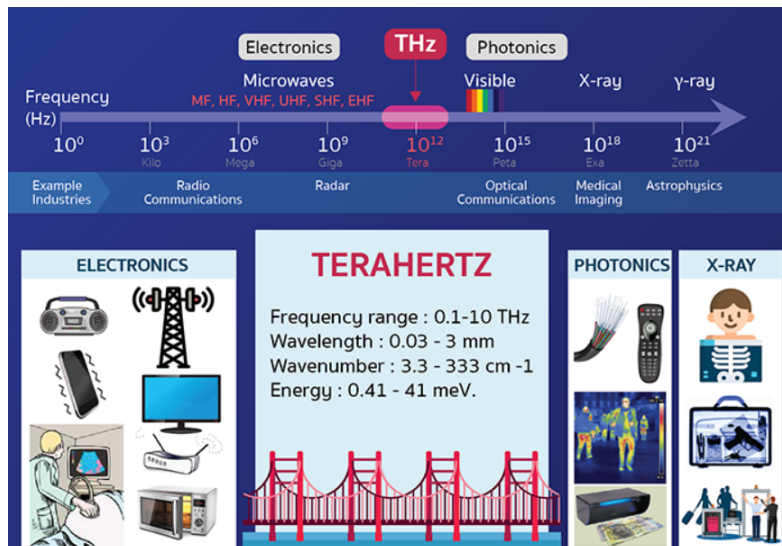
คุณสมบัติ	คลื่นเทระเฮิรตซ์	ไมโครเวฟ	อินฟราเรด	รังสีเอกซ์
การสร้างคลื่น				
ประสิทธิภาพ	1-10%	>50%	>20%	<1%
กำลังเอาต์พุต	0.1-1000 mW	1-1000 W	1-1000 mW	1-1000 W
ราคา	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูงมาก
การตรวจจับ				
ความไว (NEP)	10^{-15} – 10^{-12} W/Hz	10^{-12} – 10^{-10} W/Hz	10^{-13} – 10^{-11} W/Hz	10^{-18} – 10^{-15} W/Hz
ความเร็วตอบสนอง	10 ps – 1 ms	1 ns – 1 μ s	1 ns – 1 ms	1 ps – 1ns
การทำงานที่อุณหภูมิห้อง	บางชนิด	ส่วนใหญ่	ส่วนใหญ่	ต้องทำความเย็น
เทคนิคการวิเคราะห์				
การวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุล	ดี	พอใช้	ดีมาก	ดีเยี่ยม
การสร้างภาพ	ปานกลาง	ต่ำ	ดี	ดีเยี่ยม
ความปลอดภัย	สูง	ปานกลาง	สูง	ต่ำ
การทะลุทะลวงวัสดุ	ดี	ดีเยี่ยม	ต่ำ	ดีเยี่ยม
การประยุกต์ใช้ในนิติวิทยาศาสตร์				
การตรวจสอบเอกสาร	ดีเยี่ยม	ไม่เหมาะสม	ดี	อาจทำลายหลักฐาน
การวิเคราะห์สารเสพติด	ดีมาก	ไม่เหมาะสม	ดี	ดี แต่อาจเป็นอันตราย
การตรวจหาวัตถุซ่อนเร้น	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ดีเยี่ยม แต่อาจเป็นอันตราย

ที่มา: Kameshkov, Gerasimov & Kuznetsov, 2023; Yurduseven et al. 2019

ตารางนี้แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์มีจุดแข็งเฉพาะตัวในด้านความปลอดภัยและความสามารถในการวิเคราะห์โดยไม่ทำลายตัวอย่าง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในงานนิติวิทยาศาสตร์แม้จะมีข้อจำกัดบางประการเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่น

การประยุกต์ใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ (Kampfrath, 2023)

คลื่นเทระเฮิรตซ์มีคุณสมบัติพิเศษที่ทำให้เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์หลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการตรวจสอบวัตถุโดยไม่ทำลายหลักฐานและความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ต่อไปนี้เป็นกรอบการอธิบายการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ พร้อมตารางเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่น



ภาพที่ 3 ความถี่ของสัญญาณคลื่น

ที่มา: <https://www.nectec.or.th/research/research-project/terahertz-for-thailand.html>

- 1) การตรวจสอบเอกสารและการปลอมแปลง (Minamide & Nawata, 2020) คลื่นเทระเฮิรตซ์สามารถใช้ในการตรวจสอบเอกสารและตรวจจับการปลอมแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสามารถทะลุผ่านกระดาษและหมึกชนิดต่าง ๆ ได้ดี ทำให้สามารถตรวจสอบโครงสร้างภายในของเอกสารโดยไม่ต้องทำลาย นอกจากนี้ยังสามารถแยกแยะความแตกต่างของหมึกชนิดต่าง ๆ ได้ด้วย
- 2) การวิเคราะห์สารเคมีและยาเสพติด (Zhidong, Lijun, Li & Yuxin, 2021) คลื่นเทระเฮิรตซ์มีความไวสูงต่อการตรวจจับและวิเคราะห์สารเคมีและยาเสพติดหลายชนิด โดยสามารถตรวจสอบผ่านบรรจุภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องเปิด ทำให้ลดความเสี่ยงในการสัมผัสสารอันตรายและป้องกันการปนเปื้อนของหลักฐาน
- 3) การตรวจหาลายนิ้วมือแฝง (Palka & Kowalski, 2020) เทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์สามารถใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวต่าง ๆ ได้ โดยไม่ต้องใช้สารเคมีหรือผงฝุ่น ทำให้ไม่เกิดความเสียหายต่อหลักฐานและสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่ยากต่อการตรวจสอบด้วยวิธีดั้งเดิมได้
- 4) การตรวจสอบวัตถุระเบิดและอาวุธ (Zhang, Du & Hong, 2020) คลื่นเทระเฮิรตซ์สามารถทะลุผ่านวัสดุหลายชนิดได้ ทำให้สามารถตรวจจับวัตถุระเบิดและอาวุธที่ซ่อนอยู่ภายในวัสดุหรือเสื้อผ้าได้ นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุระเบิดได้อีกด้วย
- 5) การตรวจสอบพื้นที่เกิดเหตุ (Vallejo-Mendoza et al., 2020) คลื่นเทระเฮิรตซ์สามารถปฏิบัติ การตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุด้วยความสามารถในการสร้างแผนที่ 3 มิติที่มีความละเอียดสูง โดยไม่ต้องสัมผัสหรือรบกวนสภาพแวดล้อม ระบบสามารถวิเคราะห์รอยเท้าและร่องรอยการเคลื่อนไหวที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า รวมถึงตรวจพบคราบเลือดหรือของเหลวในร่างกายที่ถูกทำความสะอาดแล้ว การวิเคราะห์ตำแหน่งของวัตถุพยานต่าง ๆ ทำได้แม่นยำถึงระดับไมโครเมตร นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบโครงสร้างภายในของวัสดุต่าง ๆ ในที่เกิดเหตุ เช่น ผนัง พื้น หรือเฟอร์นิเจอร์ เพื่อหาวัตถุพยานที่ถูกซ่อนไว้ ข้อมูลทั้งหมดนี้สามารถนำมา



สร้างเป็นแบบจำลองดิจิทัลที่ช่วยในการวิเคราะห์และจำลองเหตุการณ์ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการสืบสวนและการนำเสนอหลักฐานในชั้นศาล

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้คลื่นתרשתกับเทคนิคอื่น ๆ ในงานนิติวิทยาศาสตร์

การประยุกต์ใช้	คลื่นתרשת	รังสีเอกซ์	อินฟราเรด	เทคนิคทางเคมี
การตรวจสอบเอกสารและการปลอมแปลง				
ความสามารถในการทะลุทะลวง	ดีมาก	ดีเยี่ยม	ปานกลาง	ไม่สามารถ
การแยกแยะชนิดหมึก	ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก
ความเสียหายต่อเอกสาร	ไม่มี	อาจเกิด	ไม่มี	อาจเกิด
ความเสียหายของภาพ	ปานกลาง	สูงมาก	ปานกลาง	-
การวิเคราะห์สารเคมีและยาเสพติด				
ความสามารถในการระบุสาร	ดี	พอใช้	ดีมาก	ดีเยี่ยม
การตรวจสอบผ่านบรรจุภัณฑ์	ดีมาก	ดีเยี่ยม	พอใช้	ไม่สามารถ
ความปลอดภัยในการใช้งาน	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
ความเร็วในการวิเคราะห์	เร็ว	เร็ว	เร็ว	ช้า
การตรวจลายนิ้วมือแฝง				
ความไวในการตรวจจับ	ดี	ไม่เหมาะสม	ดี	ดีมาก
การทำลายลายนิ้วมือ	ไม่มี	อาจเกิด	ไม่มี	อาจเกิด
การใช้งานบนพื้นผิวที่หลากหลาย	ดีมาก	จำกัด	ดี	จำกัด
ความยากในการใช้งาน	ปานกลาง	ยาก	ง่าย	ปานกลาง
การตรวจสอบวัตถุระเบิดและอาวุธ				
ความสามารถในการทะลุทะลวง	ดี	ดีเยี่ยม	พอใช้	ไม่สามารถ
การระบุองค์ประกอบทางเคมี	ดี	พอใช้	ดีมาก	ดีเยี่ยม
ความปลอดภัยในการใช้งาน	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
ความแม่นยำในการตรวจจับ	ดี	ดีเยี่ยม	ดี	ดีมาก

ที่มา: Kampfrath, 2023; Zhao, Lu, Qian & Fan, 2022

จากตารางเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่าคลื่นתרשתมีข้อได้เปรียบในหลายด้าน โดยเฉพาะในแง่ของความปลอดภัยและการไม่ทำลายหลักฐาน อย่างไรก็ตาม แต่ละเทคนิคก็มีจุดแข็งเฉพาะตัว การเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและข้อจำกัดในแต่ละกรณี ในหลายสถานการณ์ การใช้เทคนิคคลื่นתרשתร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ อาจให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์

กรณีศึกษาและผลการทดลอง

การใช้คลื่นתרשתในงานนิติวิทยาศาสตร์ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา แม้ว่าจะยังไม่แพร่หลายเท่าเทคนิคดั้งเดิม แต่ก็มีกรณีศึกษาและผลการทดลองที่น่าสนใจหลายกรณี ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างและการอธิบายโดยละเอียด:

1) ตัวอย่างคดีที่ใช้คลื่นתרשתในการพิสูจน์หลักฐาน

(1) คดีการปลอมแปลงเอกสารสำคัญในปี ค.ศ. 2018, สหรัฐอเมริกา (Mithun & Manohar, 2022): ในคดีนี้ มีการใช้เทคโนโลยีคลื่นתרשתในการตรวจสอบเอกสารที่สงสัยว่ามีการปลอมแปลง โดย



สามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงในเนื้อกระดากและความแตกต่างของหมึกที่ใช้ ซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือเทคนิคการถ่ายภาพทั่วไป ผลการตรวจสอบนี้นำไปสู่การพิสูจน์การปลอมแปลงและนำไปใช้เป็นหลักฐานในชั้นศาลได้สำเร็จ

(2) การตรวจจบบยาเสพติดในสนามบินในปี ค.ศ. 2020, สหราชอาณาจักร (Knoop, Planitz, Wüst & Thevis, 2020): มีการทดลองใช้เครื่องสแกนคลื่นเทระเฮิร์ตซ์ในสนามบินนานาชาติแห่งหนึ่งในสหราชอาณาจักร เพื่อตรวจจบบยาเสพติดที่ซุกซ่อนในกระเป๋าเดินทาง ระบบนี้สามารถตรวจพบยาเสพติดหลายชนิดผ่านวัสดุห่อหุ้มได้โดยไม่ต้องเปิดกระเป๋า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบและลดความเสี่ยงต่อเจ้าหน้าที่

(3) การตรวจสอบลายนิ้วมือบนปลอกกระสุนปืนในปี ค.ศ. 2021, ญี่ปุ่น (An & Carlson, 2022): นักวิจัยในญี่ปุ่นได้ใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยคลื่นเทระเฮิร์ตซ์ในการตรวจหาลายนิ้วมือบนปลอกกระสุนปืนที่ใช้ในคดีฆาตกรรม สามารถตรวจพบลายนิ้วมือที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและวิธีการดั้งเดิม นำไปสู่การระบุตัวผู้ต้องสงสัยได้

2) งานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

(1) การตรวจสอบเอกสารที่ถูกปลอมแปลง: จากผลการวิจัยทดลองในห้องปฏิบัติการ(Hoffmann, 2023) แสดงการใช้คลื่นเทระเฮิร์ตซ์ที่สามารถตรวจจับการแก้ไขเอกสารได้ดีกว่าวิธีดั้งเดิมถึง 35% โดยเฉพาะในกรณีที่มีการใช้หมึกชนิดเดียวกันในการแก้ไข ผลการวิจัยทดลองมีดังต่อไปนี้

- ความแม่นยำในการตรวจจับการแก้ไข: 98% (เทียบกับ 72% ของวิธีแบบดั้งเดิม)
- ความสามารถในการแยกแยะชนิดหมึก: สามารถแยกแยะหมึกที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่างกันได้

12 ชนิด

- เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบต่อเอกสาร 1 หน้า: 5 นาที (เร็วกว่าวิธีดั้งเดิมถึง 3 เท่า)

(2) การตรวจหาลายนิ้วมือแฝง (You, Hu, Kamigaito, Takamura & Okumura, 2021): ทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัย Tokyo Institute of Technology ได้พัฒนาเทคนิคการถ่ายภาพด้วยคลื่นเทระเฮิร์ตซ์เพื่อตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัตถุโดยผลการทดลองมีดังนี้

- ความละเอียดของภาพ: สามารถแยกแยะรายละเอียดของลายเส้นได้ถึง 100 ไมโครเมตร
- ประสิทธิภาพบนพื้นผิว: สามารถตรวจจบบลายนิ้วมือได้บนโลหะ พลาสติก แก้ว และกระดาก
- อายุของลายนิ้วมือแฝง: สามารถตรวจจบบลายนิ้วมือที่มีอายุถึง 6 เดือนบนพื้นผิวที่เหมาะสม

(3) การวิเคราะห์สารเสพติด (National Institute of Standards and Technology, 2024): การศึกษาที่สถาบัน National Institute of Standards and Technology (NIST) ในสหรัฐอเมริกาได้ทดสอบประสิทธิภาพของคลื่นเทระเฮิร์ตซ์ในการตรวจจบบสารเสพติดผ่านบรรจุภัณฑ์ ผลการทดลองมีดังนี้

- ความแม่นยำในการระบุชนิดสารเสพติด: 97% สำหรับสารเสพติด 10 ชนิดที่พบบ่อย
- การทะลุทะลวง: ตรวจจบบผ่านพลาสติก กระดาก และผ้าได้ที่มีความหนาถึง 5 มิลลิเมตร
- ชีตจำกัดต่ำสุดในการตรวจจบบ: 10 มิลลิกรัมสำหรับโคเคน และ 50 มิลลิกรัมสำหรับเฮโรอีน



ตารางที่ 4 ตารางสรุปผลการทดลองเปรียบเทียบกับเทคนิคดั้งเดิม

การทดลอง	คลื่นเทระเฮิรตซ์	เทคนิคดั้งเดิม
การตรวจสอบเอกสารปลอม		
ความแม่นยำ	98%	72%
เวลาตรวจสอบ/หน้า	5 นาที	15 นาที
การวิเคราะห์ยาเสพติด		
ความแม่นยำในการระบุชนิด	97%	85% (GC-MS)
การทะลุทะลวงบรรจุภัณฑ์	5 มิลลิเมตร (มม.)	ไม่สามารถ
การตรวจลายนิ้วมือแฝง		
ความละเอียด	100 μm	500 μm (ผงฝุ่น)
อายุลายนิ้วมือที่ตรวจพบ	6 เดือน	1 – 2 เดือน

ที่มา: Jarrahi, 2023; Takiguchi & Nishio, 2022

จากกรณีศึกษาและผลการทดลองเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์มีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านการตรวจสอบเอกสาร การวิเคราะห์สารเสพติด และการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายในด้านต้นทุนและความซับซ้อนของเทคโนโลยี ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในระยะสั้น

การวิเคราะห์และวิจารณ์

การประยุกต์ใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่โดดเด่นในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจสอบหลักฐานโดยไม่ทำลายและความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้อย่างแพร่หลายยังคงมีความท้าทายที่สำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคดั้งเดิมคลื่นเทระเฮิรตซ์แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เหนือกว่าในหลายกรณี โดยเฉพาะในการตรวจสอบเอกสารปลอมแปลงและการวิเคราะห์สารเสพติด ความสามารถในการทะลุทะลวงวัสดุหลายชนิดโดยไม่ต้องเปิดหรือทำลายบรรจุภัณฑ์เป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญ นอกจากนี้ ยังสามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้ด้วยความละเอียดสูงและสามารถตรวจพบลายนิ้วมือที่มีอายุมากกว่าวิธีดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม การใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญ ต้นทุนของอุปกรณ์และเทคโนโลยียังคงสูงมาก ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการนำมาใช้ในหน่วยงานที่มีงบประมาณจำกัด นอกจากนี้ ความซับซ้อนของเทคโนโลยียังต้องการผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานและแปลผล ซึ่งอาจเป็นปัญหาในการฝึกอบรมบุคลากรให้มีทักษะที่เพียงพอ ความท้าทายอีกประการหนึ่งคือการพัฒนามาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลสำหรับการใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ การขาดมาตรฐานที่ชัดเจนอาจส่งผลกระทบต่อความยอมรับผลการวิเคราะห์ในชั้นศาล ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข นอกจากนี้ ยังมี ความจำเป็นในการพัฒนามาตรฐานข้อมูลสเปกตรัมของสารต่าง ๆ ให้ครอบคลุมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ ในแง่ของประเด็นทางจริยธรรมและกฎหมาย การใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ยังคงมีคำถามเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวและการละเมิดสิทธิมนุษยชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำมาใช้ในที่สาธารณะ ความสามารถในการ "มอง

ทะเล" วัสดุบางอย่างอาจนำไปสู่การใช้งานที่ละเมิดความเป็นส่วนตัวของบุคคล จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดแนวทางการใช้งานและกฎหมายที่ชัดเจนเพื่อป้องกันการละเมิดสิทธิ



ภาพที่ 4 การตรวจด้วยเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์ในการตรวจจับหาสารเสพติด

ที่มา: <http://nkc.tint.or.th/nkc53/content/nstkc53-004.html>

นอกจากนี้ความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยีระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ อันเนื่องมาจากต้นทุนที่สูง อาจนำไปสู่ความไม่เป็นธรรมในกระบวนการยุติธรรม หน่วยงานที่มีงบประมาณมากกว่าอาจมีความได้เปรียบในการสืบสวนและพิสูจน์หลักฐาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความยุติธรรมในภาพรวม แม้จะมีความท้าทายเหล่านี้ แต่ศักยภาพของคลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ยังคงน่าสนใจและมีแนวโน้มที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต การลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ และแก้ไขข้อจำกัดต่าง ๆ จะเป็นกุญแจสำคัญในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น นอกจากนี้การสร้างความร่วมมือระหว่างนักวิทยาศาสตร์ ผู้บังคับใช้กฎหมาย และผู้กำหนดนโยบายจะเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาแนวทางการใช้งานที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง โดยสรุปแม้ว่าคลื่นเทระเฮิรตซ์จะมีศักยภาพสูงในการปฏิบัติงานนิติวิทยาศาสตร์ แต่การนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมยังต้องการการพัฒนาและการแก้ไขความท้าทายอีกมาก การวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการสร้างกรอบกฎหมายและจริยธรรมที่เหมาะสม จะเป็นสิ่งสำคัญในการปลดล็อกศักยภาพเต็มที่ของเทคโนโลยีนี้ในอนาคต

ความท้าทายและแนวทางการพัฒนา

แนวโน้มและการพัฒนาในอนาคตของเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่น่าตื่นเต้นและโอกาสในการปฏิวัติวงการนี้อย่างมีนัยสำคัญ การพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและการค้นพบใหม่ๆ กำลังเปิดโอกาสให้มีการประยุกต์ใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในแง่มุมที่หลากหลายมากขึ้นของงานนิติวิทยาศาสตร์ ในด้านเทคโนโลยีใหม่ที่เกี่ยวข้องการพัฒนาแหล่งกำเนิดคลื่นเทระเฮิรตซ์แบบกะทัดรัดและมีประสิทธิภาพสูงกำลังก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว นักวิจัยกำลังทำงานบนเทคโนโลยีเลเซอร์ควอนตัมแคสเคด (Quantum Cascade) รุ่นใหม่ที่สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจะช่วยลดความซับซ้อนและต้นทุนของระบบลงอย่างมาก นอกจากนี้ การพัฒนาตัวตรวจจับคลื่นเทระเฮิรตซ์ที่มีความไวสูงขึ้น

และทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงขึ้นกำลังช่วยเพิ่มความสามารถในการตรวจจับสารปริมาณน้อยและการวิเคราะห์ที่แม่นยำมากขึ้น

การบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) กับระบบคลื่นเทระเฮิรตซ์กำลังเปิดมิติใหม่ในการวิเคราะห์ข้อมูล อัลกอริทึมการประมวลผลภาพขั้นสูงสามารถช่วยในการแยกแยะรูปแบบและตรวจจับความผิดปกติในภาพที่ได้จากการสแกนด้วยคลื่นเทระเฮิรตซ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์และลดเวลาในการประมวลผล นอกจากนี้การพัฒนาเทคนิคการถ่ายภาพสามมิติด้วยคลื่นเทระเฮิรตซ์กำลังก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะช่วยให้สามารถสร้างภาพจำลองสามมิติของวัตถุพยานและสถานที่เกิดเหตุได้อย่างละเอียด โดยไม่ต้องสัมผัสหรือเคลื่อนย้ายวัตถุ เทคนิคนี้มีศักยภาพในการปฏิบัติการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและการวิเคราะห์หลักฐานทางกายภาพ ในแง่ของโอกาสในการประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ คลื่นเทระเฮิรตซ์กำลังแสดงศักยภาพที่น่าสนใจในหลายด้าน

ในด้านนิติพิษวิทยาการใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในการตรวจจับและวิเคราะห์สารพิษในตัวอย่างชีวภาพโดยไม่ต้องทำลายตัวอย่างกำลังได้รับความสนใจ เทคนิคนี้อาจช่วยในการตรวจหาสารพิษที่ระเหยง่ายหรือสลายตัวเร็วซึ่งอาจสูญเสียไปในกระบวนการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม

ในด้านนิติชีววิทยา การใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในการวิเคราะห์ DNA โดยไม่ต้องสกัดหรือเพิ่มปริมาณ DNA กำลังอยู่ในขั้นตอนการวิจัย หากประสบความสำเร็จ เทคนิคนี้อาจช่วยลดเวลาและต้นทุนในการวิเคราะห์ DNA อย่างมาก นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาการใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในการตรวจสอบอายุของคราบเลือดและของเหลวในร่างกาย ซึ่งช่วยกำหนดลำดับเวลาของเหตุการณ์ในคดีอาชญากรรมได้แม่นยำยิ่งขึ้น

ในด้านการตรวจพิสูจน์ลายมือชื่อและเอกสาร การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยคลื่นเทระเฮิรตซ์ที่มีความละเอียดสูงขึ้นอาจช่วยในการตรวจจับการปลอมแปลงที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น การตรวจสอบลำดับการเขียนและความดันของปากกาบนกระดาษ ซึ่งอาจไม่สามารถตรวจพบได้ด้วยวิธีการดั้งเดิม

อย่างไรก็ตามการพัฒนาเหล่านี้ยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ การลดต้นทุนและความซับซ้อนของระบบยังคงเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้เทคโนโลยีนี้สามารถนำมาใช้ได้อย่างแพร่หลายในห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์ทั่วไป นอกจากนี้การพัฒนามาตรฐานและโปรโตคอลที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลสำหรับการใช้คลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ยังคงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับในชั้นศาลและในชุมชนนิติวิทยาศาสตร์

แนวโน้มและการพัฒนาในอนาคตของเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิรตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่น่าตื่นเต้นในการปฏิวัติวิธีการตรวจพิสูจน์หลักฐานและการสืบสวนคดีอาชญากรรม การบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ ๆ และการขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้ไปสู่แขนงอื่น ๆ ของนิติวิทยาศาสตร์กำลังเปิดโอกาสใหม่ ๆ ในการเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการวิเคราะห์หลักฐาน อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้อย่างแพร่หลายจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการแก้ไขความท้าทายที่มีอยู่ ทั้งในด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และกฎหมาย การวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงความร่วมมือระหว่าง



นักวิทยาศาสตร์ ผู้บังคับใช้กฎหมาย และผู้กำหนดนโยบาย จะเป็นกุญแจสำคัญในการปลดล็อกศักยภาพเต็มที่ของเทคโนโลยีคลิ่นเทรเอิตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ในอนาคต

กฎหมายและระเบียบแบบแผนข้อบังคับในการใช้คลิ่นเทรเอิตซ์

การใช้คลิ่นเทรเอิตซ์ในทางกฎหมายความเป็นส่วนตัวหรือทางด้านนิติวิทยาศาสตร์เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีความสามารถพิเศษในการ "มองทะลุ" วัสดุซึ่งทำให้ต้องมีการควบคุมและระเบียบแบบแผนอย่างชัดเจน

1) ต่างประเทศ

- รัสเซียและอเมริกา: FCC ออกแบบข้อกำหนดระเบียบปฏิบัติเฉพาะในการใช้คลิ่นเทรเอิตซ์ โดยเน้นการจำกัดกำลังส่งและการคุ้มครองความเป็นส่วนตัว (Sokolova, 2019)

- สหภาพยุโรป: เน้นการป้องกันการรบกวนด้วยคลื่นความถี่อื่นและการคุ้มครองข้อมูลความเป็นส่วนบุคคลตาม GDPR (Miao & Hao, 2020)

- ญี่ปุ่น: อนุญาตให้ใช้คลิ่นเทรเอิตซ์ในเชิงพาณิชย์ แต่สร้างข้อจำกัดในด้านความมั่นคงและการสืบสวน (Maruyama, 2023)

2) สถานการณ์ในประเทศไทย

- ยังไม่มีระบบกฎหมายในการควบคุมเรื่องคลิ่นเทรเอิตซ์ แต่หากจะกระทำการใดจำเป็นต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของ กสทช.

- ความท้าทายในอนาคต: การนำเทคโนโลยีเทรเอิตซ์มาเพิ่มประสิทธิภาพในทางนิติวิทยาศาสตร์และด้านความมั่นคง

3) ประเด็นด้านกฎหมายและแบบแผนข้อบังคับ

- ความปลอดภัย: ต้องกำหนดมาตรฐานการใช้งานที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

- ความเป็นส่วนตัว: มีระเบียบกฎหมายและข้อบังคับเพื่อคุ้มครองการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล

- การใช้ในงานสืบสวน: มีกรอบกฎหมายและข้อปฏิบัติที่ชัดเจนในการขออนุญาตและการใช้เป็นวัตถุหลักฐานในชั้นศาล

- การปรับปรุงแก้ไขกฎหมายให้ทันต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี

แนวทางการพัฒนากฎหมายที่เหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน เพื่อการสร้างสรรค์ระหว่างประโยชน์ทางนิติวิทยาศาสตร์และการคุ้มครองสิทธิของประชาชน อีกทั้งเสริมประสิทธิภาพด้านความมั่นคง

บทสรุป

การประยุกต์ใช้คลิ่นเทรเอิตซ์ในงานนิติวิทยาศาสตร์กำลังสร้างการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในการตรวจพิสูจน์หลักฐาน ด้วยคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทะลุผ่านวัสดุทึบแสง มีความไวต่อการตรวจจับสารเคมี และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพสูงในการยกระดับงานนิติวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา



แสดงให้เห็นประสิทธิภาพที่โดดเด่นในหลายด้าน โดยสามารถตรวจจับการปลอมแปลงเอกสารได้แม่นยำถึง 98% วิเคราะห์สารเสพติดผ่านบรรจุภัณฑ์ได้แม่นยำ 97% และตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่มีอายุถึง 6 เดือน

อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ยังมีความท้าทายสำคัญ โดยพบว่า มีเพียง 5% ของห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์ทั่วโลกที่มีการใช้งานในปี 2022 เนื่องจากต้นทุนที่สูงและความซับซ้อนของเทคโนโลยี แต่คาดว่าตลาดเทคโนโลยีจะเติบโต 27.2% ต่อปีระหว่างปี 2021-2027 โดยการพัฒนาจะมุ่งเน้นการลดต้นทุน การบูรณาการกับปัญญาประดิษฐ์ และการขยายการประยุกต์ใช้ไปสู่งานนิติวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ซึ่งจะยกระดับมาตรฐานการพิสูจน์หลักฐานและการสืบสวนคดีอาชญากรรม

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- กำหนดกรอบกฎหมายระเบียบแบบแผนการปฏิบัติและข้อบังคับที่เหมาะสมสำหรับการใช้คลื่นเทระเฮิร์ตซ์ในงานด้านความมั่นคงอีกทั้งด้านอื่น ๆ เช่น ในงานนิติวิทยาศาสตร์

2) ข้อเสนอแนะการวิจัยในอนาคต

- ศึกษาผลกระทบทางจริยธรรมกฎหมายและข้อบังคับรวมถึงข้อดีข้อเสียในการใช้เทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิร์ตซ์ โดยคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวและสิทธิมนุษยชนพร้อมทั้งข้อจำกัดอื่น ๆ

- วิจัยและพัฒนาการสร้างเทคโนโลยีคลื่นเทระเฮิร์ตซ์เพื่อมาใช้งานหลากหลายด้าน

เอกสารอ้างอิง

- An, M., & Carlson, J. (2022). Politics at the Gun Counter: Examining Partisanship and Masculinity among Conservative Gun Sellers during the 2020 Gun Purchasing Surge. *Social Problems*. spac046. <https://doi.org/10.1093/socpro/spac046>
- Barker, X. E. R., & Pickwell-MacPherson, E. (2022). *Finite Rate of Innovation Theory Applied to Terahertz Signal Processing*. 2022 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz). Delft, Netherlands.
- Bortolotti, L. (2020). *The Epistemic Innocence Project*. The Epistemic Innocence of Irrational Beliefs, Oxford University Press, 1-18.
- Fesenko, I. (2021). The Federal Bureau of Investigation (FBI) Negotiator Uses Plural Addressing. *Linguistic Cues to Social Meaning*, 1(1), 7-8.
- Hoffmann, M. C. (2023). *Terahertz Pump/X-ray Probe Experiments At LCLS*. 2023 48th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). QC, Canada.
- IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology. (2021). *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*. 11(3), C3-C3.



- Jarrahi, M. (2023). Plasmonic Terahertz Camera for Real-Time Terahertz Imaging. 2023 48th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). QC, Canada.
- Kameshkov, O., Gerasimov, V., & Kuznetsov, S. (2023). *Studying Sensor Capabilities of Archimedean Spiral Metamaterials with C-Shaped Resonator using thin Dielectric Films in the Terahertz Frequency Range*. The 5th international Conference "Terahertz and Microwave Radiation: Generation, Detection and Applications" (Tera 2023). Abstract book.
- Kampfrath, T. (2023). *Terahertz spintronics: New insights into magnetic phenomena and their application in terahertz photonics*. 2023 48th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). QC, Canada.
- Knoop, A., Planitz, P., Wüst, B., & Thevis, M. (2020). Analysis of cobalt for human sports drug testing purposes using ICP- and LC-ICP-MS. *Drug Testing and Analysis*, 12(11-12), 1666-1672.
- Kojima, S. (2023). *Terahertz Spectroscopy in Advanced Materials Science*. Trends in Terahertz Technology. Intech Open.
- Liu, K., Gong, Z., & Yi, J. (2021). *Direct-detection Single-photon Radar at Terahertz Frequencies*. 2021 13th Global Symposium on Millimeter-Waves & Terahertz (GSMM). Nanjing, China.
- Malhotra, I., & Singh, G. (2021). *Terahertz Near-Field Imaging and Sensing*. In *Terahertz Antenna Technology for Imaging and Sensing Applications*. Springer, Cham. 217-234.
- Maruyama, E. (2023). *Japanese law of privacy and health*. In *Privacy and Medical Confidentiality in Healthcare*. Edward Elgar Publishing.
- Miao, Z.-W., & Hao, Z.-C. (2020). *Generation of Millimeter-Wave and Terahertz Airy Waves Using Metasurfaces*. In 2020 13th UK-Europe-China Workshop on Millimetre-Waves and Terahertz Technologies (UCMMT). IEEE.
- Military Radar Market By Type (Ground Based, Naval, Airborne and Space Based), By Application (Surveillance, Weapon Guidance), Industry Trends, Estimation & Forecast, 2016 - 2024.
- Minamide, H., & Nawata, K. (2020). *Extreme Terahertz-wave Parametric oscillator and its application*. 2020 45th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). NY, USA.
- Mithun, M. & Manohar, N. (2022). *Document Signature Recognition and Verification Using Neural Network*. 2022 International Conference on Futuristic Technologies (INCOFT). Belgaum, India.



- Mounaix, P. (2022). *Advanced Data Processing For Tomography and 3D Rendering With Terahertz Waves*. 2022 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz).
- National Institute of Standards and Technology. (2023). *The NIST Cybersecurity Framework 2.0*. Gaithersburg.
- Neu, J., & Schmuttenmaer, C. A. (2020). *Terahertz Time Domain Spectroscopy and Density Functional Theory Calculations of Peptides*. 2020 45th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). NY, USA.
- Palka, N., & Kowalski, M. (2020). *Terahertz detection of fingerprint spoofing*. 2020 45th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). NY, USA.
- Ropero-Miller, J. D. (2023). European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI). *Encyclopedia of Forensic Sciences, (Third Edition)*, 2, 304-305.
- Samuels, A. (2022). Forensic Science Regulator: The Forensic Science Regulator Act 2021. *Medico-Legal Journal*, 90(2).
- Sirbu, M. (2022). Status of the audience of the National Institute of Justice: comparative aspect and issues. *The Journal of the National Institute of Justice*, 4(63), 56-60.
- Sokolova, M. (2019). *Between business interests and security: American IT giants and new laws on personal data protection*. Russia and America in the 21st Century.
- Takiguchi, K., & Nishio, N. (2022). *Direct demultiplexing method of terahertz-wave multiple carrier channels in terahertz domain utilizing terahertz-wave asymmetric interferometer*. L. P. Sadwick & T. Yang (Eds.), *Terahertz, RF, Millimeter, and Submillimeter-Wave Technology and Applications XV*.
- Tiwari, S. (2020). Waves and particles in the crystal. *Semiconductor Physics Principles, Theory and Nanoscale*, 78-136.
- Vallejo-Mendoza, R., Olivares-Perez, A., Trevino-Palacios, C. G., Paz-Martinez, G., Briseno-Carmona, M. A., Villa-Hernandez, J. M. & Herran-Cuspinera, R. M. (2020). *High-resolution motorized x-z translation stage to scan 3D objects using terahertz technology*. *Proceedings Terahertz, RF, Millimeter, and Submillimeter-Wave Technology and Applications XIII*.
- You, J., Hu, C., Kamigaito, H., Takamura, H., & Okumura, M. (2021). *Abstractive Document Summarization with Word Embedding Reconstruction*. *Proceedings of the Conference*



Recent Advances in Natural Language Processing - Deep Learning for Natural Language Processing Methods and Applications.

- Yurduseven, O., Fromenteze, T., Cooper, K., Chattopadhyay, G., & Smith, D. R. (2019). *From Microwaves to Submillimeter Waves: Modern Advances in Computational Imaging, Radar, and Future Trends*. Proceedings 10917, Terahertz, RF, Millimeter, and Submillimeter-Wave Technology and Applications XII.
- Zhang, Z., Du, Y., & Hong, Z. (2020). *Terahertz Investigation of Drug-Drug Cocrystal Involving 4-aminosalicylic Acid and Pyrazinamide*. 2020 45th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). NY, USA.
- Zhao, J., Lu, S., Qian, Z., & Fan, S. (2022). *Enhanced selectivity based on molecular imprinting for aqueous glucose detection with terahertz waves*. 2022 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz). Delft, Netherlands.
- Zhidong, C., Lijun, Y., Li, C., & Yuxin, H. (2021). *Application of Terahertz Spectroscopy in Defect Detection of Power Cable Terminal Insulation Material*. 2021 46th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz). Chengdu, China.



การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมสำหรับใช้ติดตามและตรวจสอบแหล่งที่มาของสัตว์ป่าของกลาง Genetic Investigation for Tracing and Verifying the Origins of Confiscated Wildlife

กิตติยา เพ็ญชาติ^{1*} ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง¹ และ ณัฐพจน์ วาฤทธิ์²

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

² คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Kitichaya Penchart¹, Sirirat Choosakoonkriang¹, and Natapot Warrit²

¹ Faculty of Science, Silpakorn University

² Faculty of Science, Chulalongkorn University

Received: August 23, 2024 | Revised: February 8, 2025 | Accepted: February 27, 2025

บทความวิชาการ (Academic Article)

บทคัดย่อ

การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมถือเป็นงานด้านนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่าแขนงหนึ่งที่มีความสำคัญกับการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานเพื่อใช้ในการสืบสวนสอบสวน ติดตามแหล่งที่มาสัตว์ป่าของกลาง เนื่องจากสัตว์ป่าแต่ละชนิดมีเขตการกระจายพันธุ์ที่จำเพาะกับสัณฐานศาสตร์ เช่น ช้างเอเชีย ช้างทุ่งแอฟริกา ช้างป่าแอฟริกา เสือโคร่ง เสือดาว และลิ่นชนิดหลากหลายชนิด ทำให้สามารถใช้เขตการกระจายพันธุ์ของสัตว์ในการติดตามแหล่งต้นกำเนิดของสัตว์ ข้อมูลพันธุกรรมสัตว์ป่าใช้ระบุความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่าง พ่อ-แม่-ลูก ซึ่งเป็นพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการยืนยันคำกล่าวอ้างจากผู้ครอบครองสัตว์ป่า ว่ามีแหล่งที่มาจากการสืบพันธุ์ในกรงเลี้ยงหรือไม่ในกรณีที่มีข้อสงสัย และในการแจ้งครอบครองสัตว์ป่าตามกฎหมาย ซึ่งพยานหลักฐานที่ได้จากกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือ สามารถใช้ในการดำเนินคดีกับผู้กระทำความผิดได้ การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมสัตว์ป่าจึงช่วยสนับสนุนการบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมการลักลอบค้าสัตว์ป่าของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นไปตามเจตนารมณ์ของอนุสัญญาไซเตส

คำสำคัญ: ฐานข้อมูลพันธุกรรมสัตว์ป่า, เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์, เครื่องหมายสนิปส์, การระบุตัว, การตรวจความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก

Abstract

Genetic investigation is an important field of wildlife forensic science that can help investigate evidence and trace the origins of confiscated wildlife. Each species has a specific distribution range by zoogeography. For instance, this includes the Asian elephant, African

* Corresponding author, email: pang_jstp6@hotmail.com



savanna elephant, African forest elephant, tiger, leopard, and various pangolin species. Therefore, the distribution ranges can be used to help trace the origins of confiscated species. Moreover, genetic data can be used to investigate parent-offspring relationships to verify the origins of captive wildlife as claimed by their owners. In cases of uncertainty, such data can support the accurate and transparent documentation of captive wildlife possession. Therefore, the genetic investigation of wildlife more effectively supports the enforcement of wildlife trade regulations in Thailand, aligning with the intent of the CITES convention.

Keywords: Wildlife Genetic Database, Microsatellite, SNPs, Individual Identification, Parentage Testing

บทนำ

การลักลอบค้าสัตว์ป่าเป็นอาชญากรรมข้ามชาติรูปแบบหนึ่งที่เป็นปัญหาอันดับต้น ๆ ของภูมิภาคเอเชียรองจากปัญหาการค้ามนุษย์ และการค้ายาเสพติด ซึ่งส่งผลกระทบทั้งด้านความมั่นคง และเศรษฐกิจของประเทศ (Niyomsilpa, 2015) อีกทั้งยังทำให้ทรัพยากรสัตว์ป่าทั่วโลกลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว จนสัตว์ป่าหลายชนิดสูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติ ประเทศไทยได้ร่วมลงนามและให้สัตยาบันในอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ หรือ อนุสัญญาไซเตส (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; CITES) ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขกฎหมายเพื่อใช้ในการควบคุมการค้าสัตว์ป่าให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน กระทั่งล่าสุดประเทศไทยได้ตราพระราชบัญญัติงาช้าง พ.ศ. 2558 และพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ซึ่งมีการกำหนดกฎเกณฑ์การแจ้งครอบครอง การขออนุญาตค้า การนำเข้า การนำผ่าน การส่งออกซากสัตว์ป่าและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ป่า รวมถึงการกำหนดกฎเกณฑ์กระทำการกับสัตว์ป่าที่ชัดเจน พร้อมกำหนดโทษที่สูงขึ้นหากฝ่าฝืน ดังนั้น กระบวนการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์จึงเข้ามามีบทบาทในการติดตาม สืบสวนสอบสวนคดีการลักลอบค้าสัตว์ป่ามากขึ้น เพื่อให้การบังคับใช้กฎหมายสำหรับควบคุมการค้าและการใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่าของประเทศไทยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

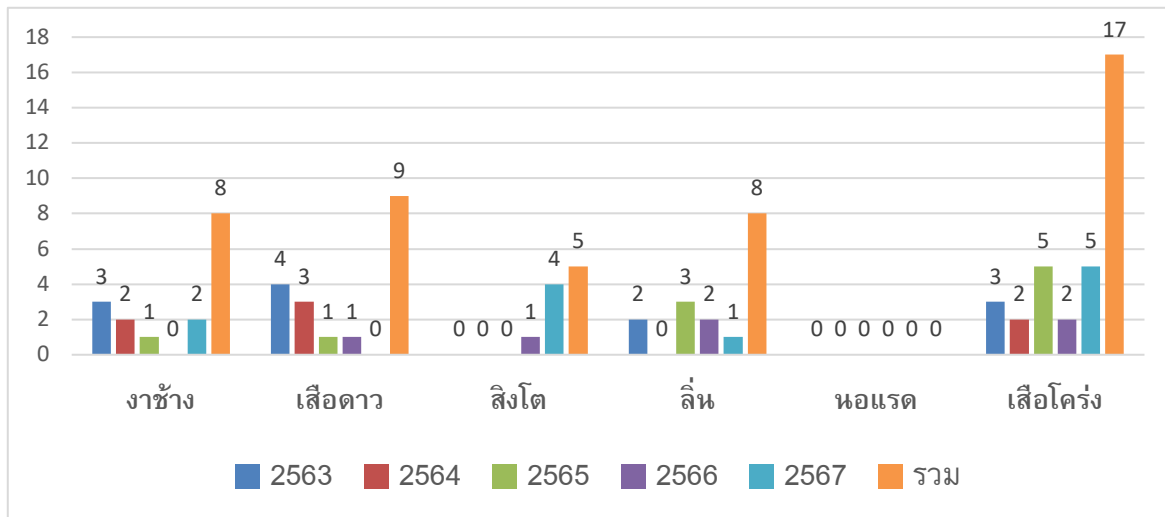
การตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่านั้นเป็นสิ่งที่ท้าทาย เนื่องจากคดีเกี่ยวกับสัตว์ป่าหนึ่งคดีสามารถตรวจยึดสัตว์ป่าของกลางได้หลายชนิด (species) มีทั้งสัตว์ป่าในประเทศและสัตว์ป่าต่างถิ่นที่ถูกลักลอบนำเข้ามา ซึ่งสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ เหล่านี้เกือบทั้งหมดที่มีการลักลอบค้าได้รับการคุ้มครองตามพระราชบัญญัติงาช้าง พ.ศ. 2558 พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 และอนุสัญญาไซเตสทั้งสิ้น สัตว์ป่าของกลางที่ตรวจยึดได้ ได้แก่ สัตว์ป่าที่มีชีวิต ซากหรือชิ้นส่วนสัตว์ป่า เช่น เนื้อ กระดูก ฟัน งา หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ป่าจำพวกกระเปาะหนังสัตว์ รวมถึงผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีส่วนผสมของซากสัตว์ป่า ได้แก่ ยารักษาโรค ซึ่งไม่สามารถจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ป่าจากลักษณะสัณฐานได้ แต่เนื่องจากพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ได้กำหนดประเภทสัตว์ป่าไว้ทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ สัตว์ป่าสงวน สัตว์ป่าคุ้มครอง สัตว์ป่าควบคุม และสัตว์ป่าอันตราย โดยสัตว์ป่าแต่ละประเภทยังมีกฎเกณฑ์การ

ครอบครอง การค้า และการอนุญาตดำเนินการกับสัตว์ป่าที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การส่งออก การนำเข้า หรือนำเข้าสัตว์ป่าที่อยู่ในบัญชีของอนุสัญญาไซเตสยังมีการแบ่งชนิดพันธุ์สัตว์ออกเป็น 3 บัญชี คือ บัญชีหมายเลข 1 บัญชีหมายเลข 2 และบัญชีหมายเลข 3 ซึ่งการส่งออก การนำเข้า หรือการนำเข้าสัตว์ป่าในแต่ละบัญชีมีกฎเกณฑ์แตกต่างกัน ดังนั้น การบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการกระทำผิดต่อสัตว์ป่าต่างชนิดพันธุ์จึงอาจมีความผิดที่แตกต่างกันด้วย แม้ว่าจะเป็นการกระทำผิดในรูปแบบเดียวกันก็ตาม การบังคับใช้กฎหมายดังกล่าว จึงจำเป็นต้องทราบถึงชนิดพันธุ์และแหล่งที่มาของสัตว์ป่าของกลาง ทำให้การตรวจพิสูจน์พันธุ์กรรมสัตว์ป่าของกลางมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการสืบสวนสอบสวนและการบังคับใช้กฎหมายเพื่อควบคุมการค้าและการใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่าของประเทศไทย

สำหรับบทความนี้จะกล่าวถึงการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานทางพันธุกรรมในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า จากสัตว์ป่าของกลางชนิดเป้าหมายที่มีการลักลอบค้ามากที่สุดในโลกและเป็นที่สนใจของศูนย์การศึกษาเพื่อการป้องกันประเทศขั้นสูง (Center for Advanced Defense Studies; C4ADS) ที่ประเทศไทยสามารถตรวจยึดได้สูงที่สุด 3 กลุ่มแรก (Family) ในช่วงปี 2563-2567 ซึ่งเป็นช่วงหลังการบังคับใช้พระราชบัญญัติงาช้าง พ.ศ. 2558 ร่วมกับพระราชบัญญัติ สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ได้แก่ เสือโคร่งและเสือดาว (Felidae) ช้าง (Elephantidae) และลิง (Manidae) (C4ADS, 2025) ซึ่งทั้งหมดอยู่ในบัญชีไซเตสหมายเลข 1 ห้ามนำเข้า นำผ่าน หรือส่งออก เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าโดยเด็ดขาด ด้วยการตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของกลาง (Species Identification) การตรวจพิสูจน์เพื่อระบุตัว (Individual Identification) และการหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก (Parentage Testing) โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมประเภทต่าง ๆ ในการติดตามและตรวจสอบสัตว์ป่าของกลาง ตลอดจนข้อเสนอแนะในการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า เพื่อให้การบังคับใช้กฎหมายของประเทศไทยในคดีเกี่ยวกับสัตว์ป่าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเจตนารมณ์ของอนุสัญญาไซเตส

1. สถานการณ์การลักลอบค้าสัตว์ป่า

ปัจจุบันมีการตรวจยึดซากสัตว์ป่ารวมถึงผลิตภัณฑ์จากสัตว์ป่าที่ได้จากการลักลอบค้าทั่วโลก ประเภทสัตว์ป่าของกลางที่ศูนย์การศึกษาเพื่อการป้องกันประเทศขั้นสูง (Center for Advanced Defense Studies; C4ADS) ให้ความสำคัญและเฝ้าระวังมีทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ งาช้าง เสือดาว สิงโต ลิ่น นอแรด และเสือโคร่ง ซึ่งจัดเป็นสัตว์ป่าชนิดเป้าหมายที่มีถูกลักลอบค้า เป็นสัตว์ป่าหายากเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และจัดอยู่ในบัญชีไซเตสหมายเลข 1 (CITES, 2025) โดยมีการประเมินว่าในทุก ๆ ปี มีเสือโคร่งมากกว่า 100 ตัว แรดมากกว่า 1,000 ตัว ช้างมากกว่า 20,000 ตัว และลิงมากกว่า 200,000 ตัว ถูกลักลอบค้า (WWF, 2022) จากข้อมูลการตรวจยึดสัตว์ป่าของกลางทั้ง 6 ประเภทข้างต้นของประเทศไทยระหว่างปี 2563-2567 พบว่า สัตว์ป่าของกลางที่ตรวจยึดได้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มสัตว์ที่ปัจจุบันยังคงมีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย ได้แก่ กลุ่มช้าง กลุ่มเสือ (เสือโคร่งและเสือดาว) และกลุ่มลิง ซึ่งกลุ่มสัตว์ดังกล่าวยกเว้นกลุ่มลิงมีการเพาะขยายพันธุ์ในกรงเลี้ยงของประเทศไทยด้วย โดยกลุ่มสัตว์ที่สามารถตรวจยึดได้สูงสุดของประเทศไทย 3 กลุ่มแรก คือ สัตว์กลุ่มเสือ (เสือโคร่ง เสือดาว และสิงโต) กลุ่มช้าง และกลุ่มลิง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กราฟแสดงสถิติรายปีของจำนวนครั้งที่ตรวจยึดสัตว์ป่าของกลางในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 - 2567 อ้างอิงตามข้อมูลจากศูนย์การศึกษาเพื่อป้องกันประเทศขั้นสูง (C4ADS, 2025)

2. ความสำคัญของอนุสัญญาไซเตสกับกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการลักลอบค้าสัตว์ป่า

อนุสัญญาไซเตส หรือ อนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; CITES) คือ อนุสัญญาที่เกิดจากการลงนามข้อตกลงระดับนานาชาติระหว่างรัฐบาลของประเทศหรือรัฐต่าง ๆ ซึ่งประเทศไทยได้ร่วมลงนามเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2516 ณ กรุงวอชิงตัน ดี.ซี. สหรัฐอเมริกา จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อนุสัญญาวอชิงตัน (Washington Convention) มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2518 โดยประเทศไทยได้ให้สัตยาบันเมื่อวันที่ 21 มกราคม 2526 มีเจตนารมณ์เพื่อป้องกันการค้าสัตว์ป่าและพืชป่าที่หายาก ซึ่งอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ของชนิดพันธุ์เหล่านั้น (Ministry of Natural Resources and Environment, 2023) โดยมีระบบการขอใบอนุญาต (Permit) และหนังสือรับรอง (Certificate) นำเข้า (Import) ส่งออก (Export) ส่งกลับออกไป (Re-export) และนำเข้าจากทะเล (Introduction from the Sea) ซึ่งตามแนบท้ายของอนุสัญญานี้มีบัญชีรายชื่อชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ที่ได้รับการคุ้มครองแบ่งเป็น 3 บัญชี ได้แก่ ชนิดพันธุ์ในบัญชีหมายเลข 1 เป็นชนิดพันธุ์ที่หายาก ใกล้สูญพันธุ์ ห้ามส่งออกเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าโดยเด็ดขาด ชนิดพันธุ์ในบัญชีหมายเลข 2 เป็นชนิดพันธุ์ที่ยังไม่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ สามารถส่งออกเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าได้ และชนิดพันธุ์ในบัญชีหมายเลข 3 เป็นชนิดพันธุ์ที่ถูกคุ้มครองโดยประเทศในภาคีของอนุสัญญา สำหรับประเทศไทยผู้ที่นำเข้า ส่งออก หรือนำผ่าน สัตว์บกที่อยู่ในบัญชีแนบท้ายของอนุสัญญาทุกบัญชีจะต้องได้รับอนุญาตจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (Division of Wild Fauna and Flora Protection under The Convention, n.d.) สำหรับสัตว์น้ำรวมถึงสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำหากมีการกระทำการดังกล่าวจะต้องได้รับอนุญาตจากกรมประมง (Department of Fisheries, n.d.)

ประเทศไทยได้มีการปรับปรุงแก้ไขกฎหมายว่าด้วยการค้าสัตว์ป่า ซึ่งมีกำหนดกฎหมายเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ สอดคล้องกับอนุสัญญาไซเตส ได้แก่ พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ส่วนที่ 4 การนำเข้า ส่งออก หรือนำผ่านซึ่งสัตว์ป่า และด่านตรวจสัตว์ป่า มาตรา 22 ถึง มาตรา 27 และ พระราชบัญญัติ

งาช้าง พ.ศ. 2558 มาตรา 5 ห้ามมิให้ผู้ใดนำเข้า ส่งออก หรือนำผ่านซึ่งงาช้าง อย่างไรก็ตามสามารถกระทำการดังกล่าวได้เท่าที่ไม่ขัดกับกฎเกณฑ์และได้รับการอนุญาตอย่างถูกต้อง ดังนั้น อนุสัญญาไซเตสจึงมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการค้าสัตว์ป่าระหว่างประเทศของไทย ซึ่งสัตว์ป่าของไทย ตามกฎกระทรวงกำหนดให้สัตว์ป่าบางชนิดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง พ.ศ. 2567 ส่วนใหญ่ได้รับการคุ้มครองจากอนุสัญญาไซเตส ตัวอย่างชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของไทยในบัญชีหมายเลข 1 เช่น เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) เสือดำ (*Panthera pardus*) ช้าง (*Elephas maximus*) กระต่าย (*Bos gaurus*) ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของไทยในบัญชีหมายเลข 2 เช่น ลิงกัง (*Macaca leonine*) ลิงเสน (*Macaca arctoides*) หมาใน (*Cuon alpinus*) เหี้ย (*Varanus salvator*) และชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของไทยในบัญชีหมายเลข 3 เช่น อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*) หมาจิ้งจอก (*Canis aureus*) (CITES, 2025)

3. การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า

การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า เป็นการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานจากตัวอย่างวัตถุพยานที่ได้จากสัตว์ สำหรับตัวอย่างที่ได้จากสัตว์ป่าของกลางที่สามารถนำมาตรวจพิสูจน์พันธุกรรมได้ ได้แก่ เลือด น้ำลาย เส้นขน หรือเนื้อเยื่อต่าง ๆ ซึ่งการตรวจพิสูจน์ดังกล่าวจะวิเคราะห์รหัสพันธุกรรม (DNA) เพื่อเปรียบเทียบ เชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างวัตถุพยาน หรือแหล่งที่มาของสัตว์ป่าของกลางนั้น ๆ เนื่องจากสัตว์ป่าแต่ละชนิดมีเขตการกระจายพันธุ์ในธรรมชาติที่แตกต่างกัน ดังนั้น หากทราบชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของกลางที่ตรวจยึดได้ ก็จะทราบถึงแหล่งต้นกำเนิดของสัตว์ป่าของกลางนั้น ๆ ด้วย จากการตรวจยึดสัตว์ป่าของกลางในประเทศไทยที่ผ่านมา บ่อยครั้งไม่สามารถจำแนกชนิดพันธุ์จากลักษณะสัณฐานภายนอกได้ ตัวอย่างเช่น ของกลางประเภทงาช้าง เกล็ดลื้อน หรือแม้แต่การระบุชนิดพันธุ์ย่อย (subspecies) ของสัตว์ป่าของกลางที่มีชีวิตจำพวกเสือโคร่ง และเสือดาว จากลักษณะภายนอก อาจทำให้เกิดความสับสนได้ เนื่องจากชนิดพันธุ์ย่อยของเสือโคร่ง และเสือดาวมีลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกันมาก ไม่ว่าจะเป็นสีขน ขนาดลำตัว ฯลฯ (Castelló, 2020) นอกจากนี้สัตว์ป่าบางชนิด เช่น ช้าง มีสถานภาพเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ไม่อนุญาตให้ล่า หรือครอบครอง แต่ในขณะเดียวกันช้างบางกรณีเป็นสัตว์พาหนะตามพระราชบัญญัติสัตว์พาหนะ พ.ศ. 2482 สามารถเลี้ยง และเพาะขยายพันธุ์ได้ แต่ต้องจดทะเบียนตัวรูปพรรณกับกรมการปกครอง และต้องพิสูจน์ได้ว่าเป็นช้างที่ได้จากการสืบพันธุ์จากช้างที่มีตัวรูปพรรณเท่านั้น ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการลักลอบนำช้างป่ามาสวมสิทธิเป็นช้างบ้าน สำหรับการตรวจพิสูจน์พันธุกรรมช้างเพื่อใช้เป็นพยานหลักฐานในการดำเนินคดีเกี่ยวกับการลักลอบสวมทะเบียนตัวรูปพรรณช้างป่ามาเป็นช้างบ้านของประเทศไทย จะใช้การตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก และการตรวจพันธุกรรมเพื่อระบุตัว ซึ่งกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ร่วมกับกรมการปกครอง และกรมปศุสัตว์ ได้จัดทำฐานข้อมูลพันธุกรรมของช้างบ้านมากกว่า 3,500 เชือก และใช้ฐานข้อมูลพันธุกรรมนี้ในการเปรียบเทียบผลการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานจากสัตว์ป่าของกลางสำหรับดำเนินคดี (Thai PBS, 2017)

เสือโคร่ง และเสือดาว ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 จัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองที่ไม่อนุญาตให้ครอบครอง หรือเพาะพันธุ์เพื่อการค้าโดยเด็ดขาด แต่สามารถครอบครองได้เพื่อกิจการ



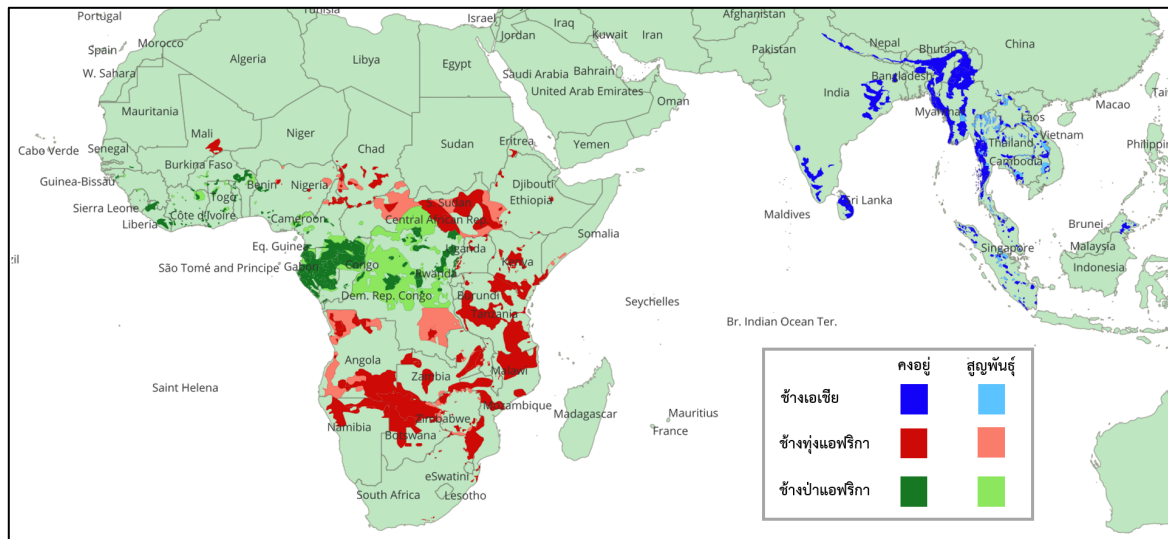
สวนสัตว์เท่านั้น โดยจะต้องจดทะเบียนครอบครองกับกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช รวมถึงต้องแจ้งหากมีการเกิด ตาย ของสัตว์ที่ครอบครอง โดยเฉพาะเสือโคร่ง จะต้องแจ้งผ่านช่องทางสายด่วน 1362 ให้เร็วที่สุด (Forest Fire Prevention and Suppression Office, 2515) เพื่อให้เจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบและจัดทำฐานข้อมูลการเพิ่มลดของประชากรเสือโคร่งในกรงเลี้ยง ซึ่งส่วนคุ้มครองสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ให้ข้อมูลว่า ลูกเสือโคร่งที่เกิดใหม่ จะมีการถ่ายภาพลายเสือโคร่งในมุมต่าง ๆ เช่น ภาพลายทั้งสองข้างของลำตัว ลายหน้าผาก ลายข้างแก้ม และลายหาง ซึ่งลายเสือโคร่งมีลักษณะเป็นแถบ (strip) และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเช่นเดียวกับลายนิ้วมือของมนุษย์ สามารถใช้ระบุตัวได้ (Shi et al., 2023) นอกจากนี้ทางสัตวแพทย์ประจำสวนสัตว์จะฝังรหัสไมโครชิพไว้บริเวณสะบักหลังของเสือโคร่งด้วย โดยมีเจ้าหน้าที่ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ร่วมเป็นพยาน ถึงกระนั้น บ่อยครั้งก็ไม่สามารถตรวจหารหัสไมโครชิพจากเครื่องอ่านได้ จึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบลายจากภาพถ่ายในฐานข้อมูลเพื่อใช้ระบุตัวและฝังไมโครชิพรหัสใหม่ ทำให้เกิดความสับสน ดังนั้น เพื่อเป็นการควบคุมไม่ให้เกิดการลักลอบสวมทะเบียนเสือโคร่ง รวมถึงการลักลอบค้าซากเสือโคร่งที่ตายในกรงเลี้ยง การทำลายซากเสือโคร่ง จึงต้องมีเจ้าหน้าที่ร่วมเป็นพยานด้วย สำหรับในกรณีเสือดาว มีการจัดทำทะเบียนควบคุมเช่นเดียวกับเสือโคร่ง แต่ไม่มีการถ่ายภาพลาย เนื่องจากลายเสือดาวมีลักษณะคล้ายดอกกุหลาบ (Rosettes) และกระจายชนิดติดกันทั้งตัว การระบุตัวจากลายเสือดาวด้วยสายตานั้นจึงทำได้ยาก (Mahaliyanaarachchi et al., 2024) นอกจากนี้เสือดาวบางตัวมีสีพื้นและลายสีเดียวกัน เช่น เสือดำ ดังนั้นการระบุตัวจึงอาศัยการตรวจพิสูจน์พันธุกรรมเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ลูกเสือโคร่งและเสือดาวทุกตัวที่นำมาจดทะเบียนแจ้งเกิดนั้น จะต้องได้มาจากการสืบพันธุ์ในกรงเลี้ยง หรือมีแหล่งที่มาที่ถูกต้องตามกฎหมาย โดยผู้แจ้งครอบครองจะต้องสามารถระบุพ่อ หรือ แม่ หรือ แหล่งที่มาของสัตว์ที่นำมาจดทะเบียนครอบครองได้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบพันธุกรรมหากมีข้อสงสัย

การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมเพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก รวมถึงการตรวจพันธุกรรมเพื่อระบุตัวสัตว์จึงมีความจำเป็นสำหรับการพิสูจน์เพื่อยืนยันว่า สัตว์ตัวนั้น ๆ ได้มาจากการสืบพันธุ์ในกรงเลี้ยงจริงตามคำกล่าวอ้าง หรือใช้ในการระบุตัวในกรณีที่สัตว์บางชนิดไม่มีลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น ช้าง เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการจดทะเบียนตัวรูปพรรณช้าง หรือในการจดทะเบียนครอบครองเสือโคร่ง และเสือดาวในกรงเลี้ยง รวมถึงใช้ตรวจพิสูจน์ในกรณีที่มีข้อสงสัยว่า สัตว์ตัวนั้น ๆ อาจมีที่มาไม่ถูกต้อง หรือมีการลักลอบสวมทะเบียนสัตว์ ตลอดจนใช้ตรวจพิสูจน์เพื่อตรวจสอบและติดตามแหล่งที่มาของพยานหลักฐานที่ได้จากสัตว์ป่าของกลาง

4. การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของกลางในสัตว์กลุ่มช้าง (Elephantidae)

สัตว์กลุ่มช้างในปัจจุบันที่ยังมีการกระจายพันธุ์ในธรรมชาติมี 2 ชนิดพันธุ์ คือ ช้างเอเชีย (*Elephas maximus*) และช้างแอฟริกา (*Loxodonta africana*) โดยช้างเอเชียมีพื้นที่กระจายพันธุ์ตั้งแต่คาบสมุทรมลายูมายังเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ลงไปถึงเกาะบอร์เนียว และทางตอนเหนือมีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่ประเทศเนปาลลงมาถึงตอนใต้ของเกาะสุมาตรา (Williams et al., 2020) ส่วนช้างแอฟริกา มีพื้นที่กระจายพันธุ์ในทวีปแอฟริกาบริเวณแอฟริกาใต้สะฮารา (Sub-Saharan Africa) แบ่งเป็น 2 ชนิดพันธุ์ย่อย คือ ช้างทุ่งแอฟริกา หรือ African Savanna Elephant (*Loxodonta africana africana*) ซึ่งเป็นประชากรส่วนใหญ่ที่กระจายพันธุ์ในทวีป

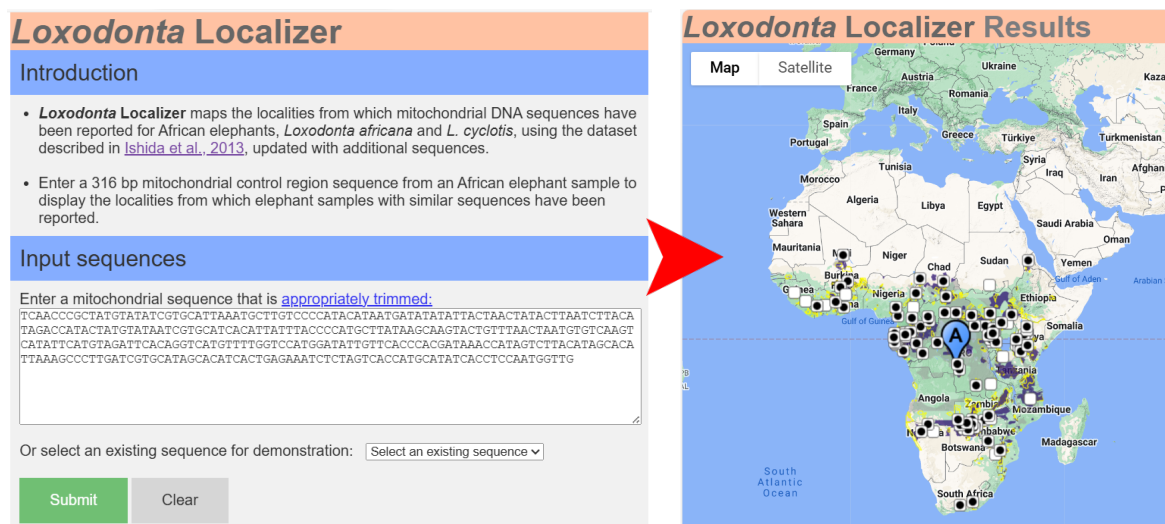
แอฟริกา ได้แก่ ประเทศมาลี ชาด ตอนใต้ของประเทศซูดาน เคนยา บุรุนดี แทนซาเนีย แองโกลา แซมเบีย มาลาวี นามิเบีย เอสวาตินี ซิมบับเว ฯลฯ (Gobush et al., 2021a) และช้างป่าแอฟริกา หรือ African Forest Elephant (*Loxodonta africana cyclotis*) กระจายพันธุ์เฉพาะในแถบตะวันตกของทวีปแอฟริกา ได้แก่ ประเทศไอวอรี โคสต์ กานา ไนจีเรีย แคเมอรูน กาบอง คองโก ยูกันดา บุรุนดี ฯลฯ (Gobush et al., 2021b) (ภาพที่ 2) ดังนั้น หากทราบชนิดพันธุ์ของงาช้างก็สามารถสืบแหล่งที่มาในระดับภูมิภาคของงาช้างของกลางได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการติดตามแหล่งที่มาของกลาง โดยเฉพาะในคดีการลักลอบค้าและนำเข้างาช้าง ที่ประเทศไทย ตรวจยึดได้เป็นจำนวนมากจากการลักลอบนำเข้างาช้างมาจากประเทศทางแถบแอฟริกา โดยในปี 2557-2558 กรมศุลกากรไทยสามารถตรวจยึดงาช้างดิบได้มากกว่า 10 ตัน ซึ่งในปี 2563 สำนักงานสืบสวนความมั่นคง สหรัฐอเมริกา (Homeland Security Investigations; HIS) ได้ร่วมกับทีมเจ้าหน้าที่ศุลกากรไทย และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ดำเนินการเก็บตัวอย่างงาช้างบางส่วนตรวจพันธุกรรมงาช้างของกลาง เชื่อมโยงกับคดีอื่น ๆ เพื่อใช้ขยายผลในการดำเนินคดีกับผู้เกี่ยวข้อง (Customs, 2020)



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงพื้นที่กระจายพันธุ์ของช้างเอเชีย ช้างทุ่งแอฟริกา และช้างป่าแอฟริกา ที่ยังคงเหลืออยู่ในธรรมชาติ และสูญพันธุ์ไปแล้ว อ้างอิงตามข้อมูลจาก IUCN red list (2024)

ของกลางในกลุ่มสัตว์จำพวกช้างที่ตรวจยึดได้ส่วนใหญ่เป็นของกลางประเภทงาช้างดิบและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากงาช้าง นอกจากนี้ยังมีการนำวัสดุเลียนแบบงาช้างมาวางขายปะปนกับผลิตภัณฑ์งาช้างด้วย ได้แก่ กระดุกสัตว์ เขี้ยว และเรซิน (Buddhachat et al., 2017) ซึ่งสามารถจำแนกได้จากลักษณะสัณฐานภายนอก โดยงาช้างจะมีลายตะแกรง (Schreger lines) บริเวณหน้าตัดของงา เป็นลักษณะเฉพาะที่พบในงาช้างเท่านั้น องค์การท่าเรือของหลายประเทศจะแตกต่างกันระหว่างงาช้างแอฟริกาและงาช้างปัจจุบัน (Cartier et al., 2020) การตรวจพิสูจน์ทางพันธุกรรมจึงมีความจำเป็นในการจำแนกชนิดพันธุ์งาช้างปัจจุบัน โดยวิธีการตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์ของงาช้างจะใช้การถอดรหัสพันธุกรรมสายแม่ (Mitochondrial DNA) และนำรหัสพันธุกรรมที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลพันธุกรรมของศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (National Center for Biotechnology Information; NCBI) ของสหรัฐอเมริกา หรือที่เรียกว่า GenBank โดยใช้

เครื่องมือค้นหาและจัดเรียงลำดับเบื้องต้น (Basic Local Alignment Search Tool; BLAST) ซึ่งขึ้นส่วนพันธุกรรมสายแม่ที่นิยมใช้ในการจำแนกชนิดพันธุ์ช้าง ได้แก่ *ND5*, *Cytochrome b* และ Control Region (Goffette et al. 2022; Hale et al., 2021) ปัจจุบันมีการศึกษาพัฒนาชุดตรวจพันธุกรรมช้างแบบพกพาสามารถจำแนกชนิดพันธุ์ช้างเอเชียและงาช้างแอฟริกาได้แล้ว แต่ยังไม่มีการนำมาใช้ในงานคดี (Thanakiatkrai et al., 2024) ในกรณีการตรวจสอบแหล่งที่มาของงาช้างของกลางที่ได้จากช้างแอฟริกา สามารถนำรหัสพันธุกรรมที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมหาแหล่งที่อยู่อาศัยของช้าง (Loxodonta Localizer; LL software) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลออนไลน์ที่รวบรวมข้อมูลพันธุกรรมและแหล่งที่อยู่อาศัยของช้างแอฟริกาในธรรมชาติ (Ishida et al., 2013) การวิเคราะห์ทำได้โดยการป้อนข้อมูลรหัสพันธุกรรมสายแม่ในส่วน Control Region เพียง 316 คู่เบส เพื่อสืบค้นแหล่งที่มาของตัวอย่างของกลาง ซึ่งผลที่ได้จากการสืบค้นจะแสดงออกมาในรูปแบบแผนที่ พร้อมปักหมุดแสดงตำแหน่งแหล่งอาศัยของช้างอย่างชัดเจน (ภาพที่ 3) (Carrothers et al., 2024) จากข้อมูลการตรวจยีนช้างที่ลักลอบนำเข้ามาในประเทศไทย แม้ว่างาช้างเกือบทั้งหมดมีที่มาจากภูมิภาคแอฟริกา (TRAFFIC International, 2024) แต่ก็จำเป็นต้องตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ด้วยการตรวจพันธุกรรมเพื่อยืนยันว่า ไม่ใช่งาช้างที่มีต้นกำเนิดจากประเทศไทย



ภาพที่ 3 แสดงการใช้ซอฟต์แวร์ Loxodonta Localizer หรือ LL software ในการติดตามแหล่งต้นกำเนิดที่มาจากช้างของกลางที่มีเขตการกระจายพันธุ์ในทวีปแอฟริกา (ช้างทุ่งแอฟริกา และช้างป่าแอฟริกา)

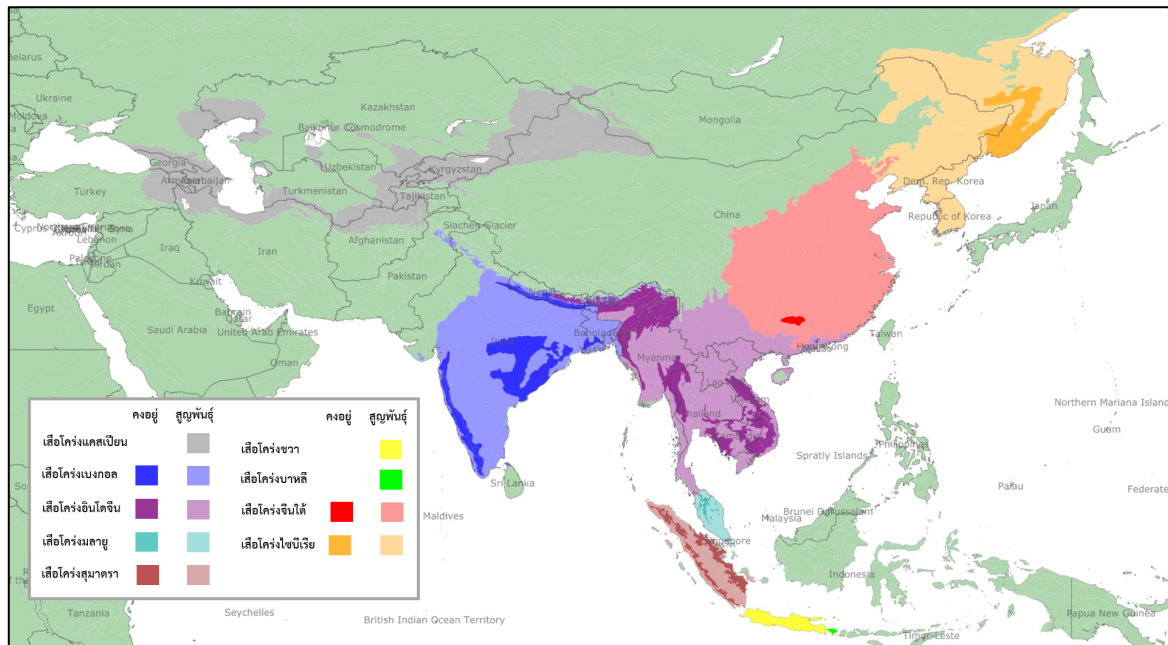
แหล่งที่มา: ฐานข้อมูล Loxodonta Localizer หรือ LL software (<https://www.loxodontalocalizer.org/>)

5. การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของกลางในสัตว์กลุ่มเสือ (Felidae)

สัตว์กลุ่มเสือที่มักตกเป็นเป้าหมายการลักลอบค้าในอันดับต้น ๆ ของโลกและมีถิ่นกระจายพันธุ์ในประเทศไทย ได้แก่ เสือโคร่ง และเสือดาว ซึ่งทั้งสองชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์ในธรรมชาติเป็นพื้นที่กว้าง รวมถึงมีการลักลอบค้าทั่วโลก

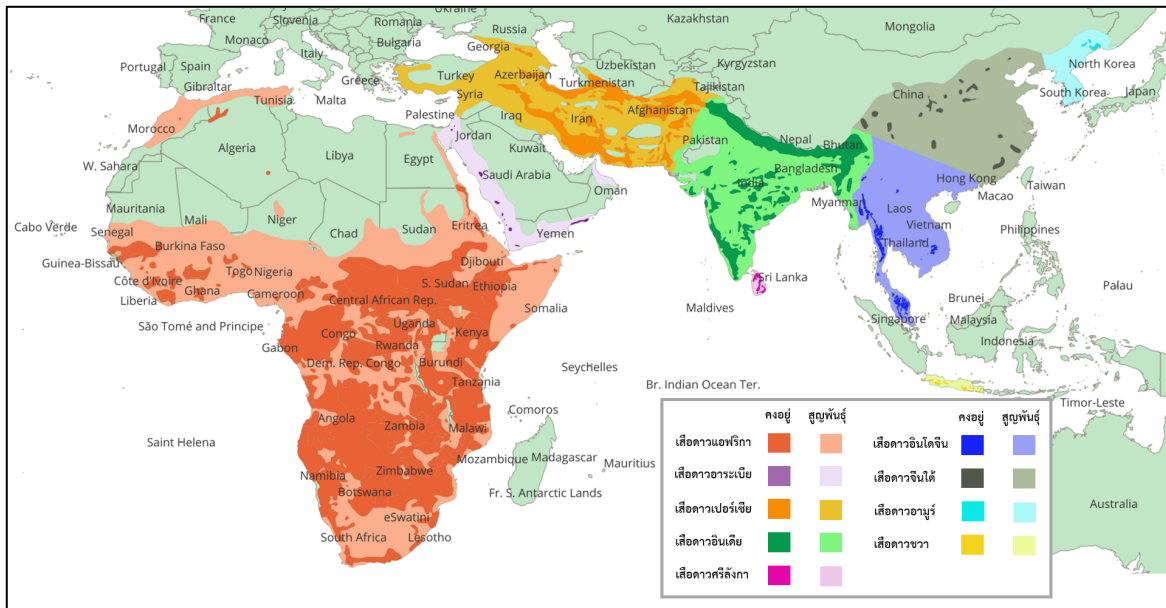
เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) มีเขตการกระจายพันธุ์ตั้งแต่บริเวณทะเลสาบแคสเปียน จีนตอนเหนือ คาบสมุทจีนใต้ คาบสมุทอินโดจีน เกาหลีสมาตรา เกาหลีสว และทางตอนเหนือของคาบสมุทอินโดจีนขึ้นไปถึงแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย แบ่งเป็น 9 ชนิดพันธุ์ย่อย ได้แก่ เสือ

โคร่งเบงกอล (*P.t. tigris*) เสือโคร่งไซบีเรีย (*P.t. altaica*) เสือโคร่งสุมาตรา (*P.t. sumatrae*) เสือโคร่งอินโดจีน (*P.t. corbetti*) เสือโคร่งมลายู (*P.t. jacksoni*) เสือโคร่งจีนใต้ (*P.t. amoyensis*) และ 3 ชนิดพันธุ์ย่อย ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว ได้แก่ เสือโคร่งชวา (*P.t. sondaica*) เสือโคร่งแคสเปียน (*P.t. virgata*) และเสือโคร่งบาห์ลี (*P.t. balica*) (Allberry et al., 2024) ซึ่งแต่ละชนิดพันธุ์ย่อยมีเขตการกระจายพันธุ์ที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4) โดยชนิดพันธุ์ย่อยที่มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยมี 2 ชนิดพันธุ์ย่อย ประชากรส่วนใหญ่ที่พบในประเทศไทยเป็นชนิดพันธุ์ย่อยเสือโคร่งอินโดจีน ส่วนเสือโคร่งมลายู มีพื้นที่กระจายพันธุ์ทางตอนใต้ของประเทศไทยเท่านั้น (Buddhakosai et al., 2016)



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงพื้นที่กระจายพันธุ์ของเสือโคร่งทั้ง 9 ชนิดพันธุ์ย่อย อ้างอิงตามข้อมูลของ Molina (n.d.) และ IUCN red list (2024)

เสือดาว (*Panthera pardus*) มีเขตการกระจายพันธุ์ตั้งแต่ทวีปแอฟริกาไปจนถึงภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงเกาะชวา แบ่งเป็น 9 ชนิดพันธุ์ย่อย ได้แก่ เสือดาวแอฟริกา (*P.p. pardus*) เสือดาวอาระเบีย (*P.p. nimr*) เสือดาวเปอร์เซีย (*P.p. saxicolor*) เสือดาวอินเดีย (*P.p. fusca*) เสือดาวศรีลังกา (*P.p. kotiya*) เสือดาวอินโดจีน (*P.p. delacouri*) เสือดาวจีนใต้ (*P.p. japonensis*) เสือดาวอาหรับ (*P.p. orientalis*) และเสือดาวชวา (*P.p. melas*) (IUCN red list, 2024) ซึ่งแต่ละชนิดพันธุ์ย่อยมีพื้นที่การกระจายพันธุ์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีแนวเขตธรรมชาติแบ่งกั้นพื้นที่การกระจายพันธุ์ของเสือดาวแต่ละชนิดพันธุ์ย่อย (biological barriers) เช่น ภูเขา แม่น้ำ เกาะ โดยเสือดาวแอฟริกาที่มีประชากรมากที่สุด สำหรับประเทศไทยเป็นแหล่งกระจายพันธุ์ของเสือดาวอินโดจีน พบการกระจายพันธุ์ในพื้นที่ป่าตะวันตก โดยมีแม่น้ำอิรวดี (Irrawaddy River) แบ่งกั้นเขตการกระจายพันธุ์ระหว่างประชากรเสือดาวอินเดียและเสือดาวอินโดจีน แม่น้ำเพิร์ล (Pearl River) แบ่งกั้นเขตการกระจายพันธุ์ของประชากรเสือดาวอินโดจีนและเสือดาวจีนใต้ (Jacobson et al., 2016) (ภาพที่ 5)

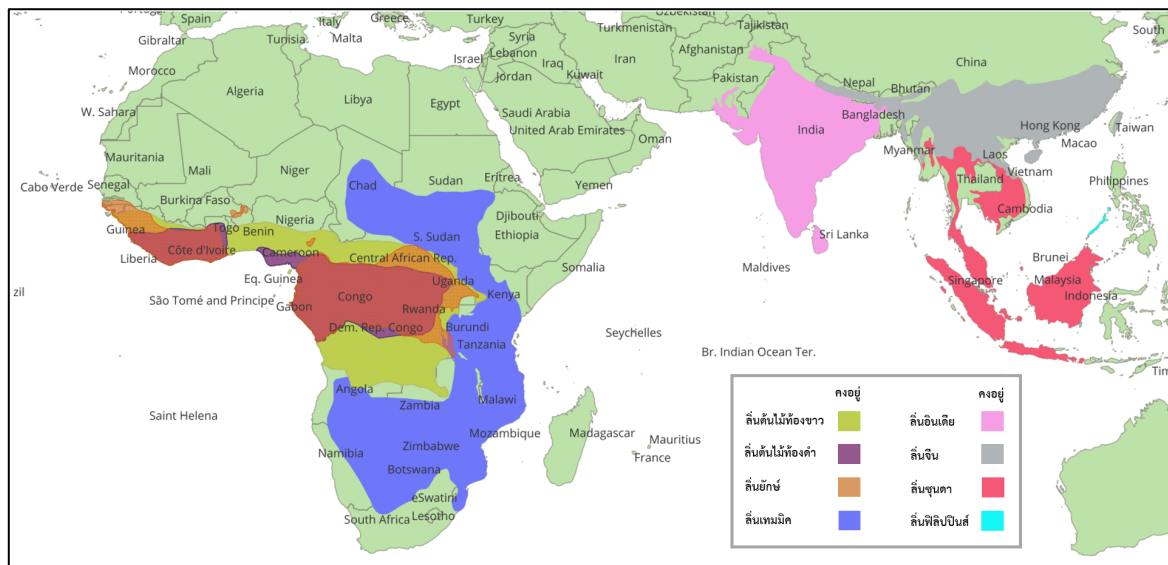


ภาพที่ 5 แผนที่แสดงพื้นที่กระจายพันธุ์ของเสือดำทั้ง 9 ชนิดพันธุ์ย่อย ที่ยังคงเหลืออยู่ในธรรมชาติ และสูญพันธุ์ไปแล้ว อ้างอิงตามข้อมูลจาก IUCN red list (2024)

ของกลางเสือโคร่งและเสือดำที่มักตรวจยึดได้ในประเทศไทยมีตั้งแต่ หนึ่ง เขี้ยว เล็บ ซากทั้งตัว รวมไปถึงลูกเสือที่มีชีวิต การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์ย่อยของลูกเสือของกลางเป็นวิธีหนึ่งสำหรับการติดตามหาแหล่งที่มาตัวอย่างของกลางที่ตรวจยึดมาได้ อย่างไรก็ตามการตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์ย่อย (subspecies) มีความละเอียดมากกว่าการตรวจชนิดพันธุ์ (species) ดังนั้น จึงต้องใช้การถอดรหัสพันธุกรรมหลายชิ้นส่วนมาวิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งนิยมใช้การวิเคราะห์พันธุกรรมสายแม่ เช่น *Cytochrome b*, *ND1*, *ND2*, *ND5*, *ND6*, *COI*, *COII*, *ATP8*, *12S* และ Control Region แต่ก็มีการศึกษาพันธุกรรมบนอโตโซมใช้ในการจำแนกชนิดพันธุ์ย่อยร่วมด้วย (Gouda et al., 2020; Luo et al., 2004; Uphyrkina et al., 2001) และบางการศึกษาใช้ทั้งยีน *COI*, Mitogenome หรือกระทั่ง Genome-wide ในการจำแนกชนิดพันธุ์ย่อยของเสือโคร่ง (Ashrifurrahman et al., 2022; Liu et al., 2018) ส่วนการศึกษาพันธุกรรมชนิดพันธุ์ย่อยของเสือดำยังคงอ้างอิงตาม Uphyrkina et al. (2001) ซึ่งใช้ยีน *ND5* ร่วมกับส่วนของ Control Region อย่างไรก็ตาม การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์ย่อยของเสือโคร่งและเสือดำจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลพันธุกรรมของแต่ละชนิดพันธุ์ย่อยสำหรับการเปรียบเทียบกับโดยใช้วิธีการสร้างแผนภูมิต้นไม้สายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ซึ่งทั้งเสือโคร่งและเสือดำมีข้อมูลพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาต่าง ๆ เผยแพร่อยู่ในฐานข้อมูล GenBank ครบทุกชนิดพันธุ์ย่อยแล้ว จากผลการตรวจพันธุกรรมเพื่อจำแนกชนิดพันธุ์ย่อยของลูกเสือโคร่งของกลางที่มีชีวิต 3 ตัว ที่ตรวจยึดได้ในประเทศไทย 2 ครั้ง พบว่า ลูกเสือโคร่ง 2 ตัวเป็นชนิดพันธุ์ย่อยเบงกอล และอีก 1 ตัวเป็นชนิดพันธุ์ย่อยไซบีเรีย ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ลูกเสือโคร่งของกลางทั้งหมดไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในธรรมชาติจากประเทศไทย (Thai PBS, 2022)

6. การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของกลางในสัตว์กลุ่มลิง (Manidae)

ลิ่น (pangolin) เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ตามลำตัวมีเกล็ดปกคลุม มีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่ภูมิภาคแอฟริกาจนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถจำแนกชนิดพันธุ์ได้ทั้งหมด 8 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ ลิ่นต้นไม้ท้องขาว (*Phataginus tricuspis*) ลิ่นต้นไม้ท้องดำ (*Phataginus tetradactyla*) ลิ่นยักษ์ (*Smutsia gigantea*) ลิ่นเทมมิก (*Smutsia temminckii*) ลิ่นอินเดีย (*Manis crassicaudata*) ลิ่นจีน (*Manis pentadactyla*) ลิ่นซุนดา (*Manis javanica*) และลิ่นฟิลิปปินส์ (*Manis culionensis*) (Cota-Larson, 2017) ซึ่งลิ่นแต่ละชนิดพันธุ์มีเขตการกระจายพันธุ์แตกต่างกัน โดยลิ่น 4 ชนิดพันธุ์แรก มีเขตการกระจายพันธุ์ในภูมิภาคแอฟริกา และลิ่น 4 ชนิดพันธุ์หลัง มีเขตการกระจายพันธุ์ในภูมิภาคอินเดีย ตอนใต้ของจีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และฟิลิปปินส์ ตามลำดับ (ภาพที่ 6) (IUCN red list, 2024) ปัจจุบันสถานการณ์การลักลอบค้าลิ่นทั่วโลกนับตั้งแต่ปี 2559-2562 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี และมีสถิติการตรวจยึดลิ่นของกลางได้ไม่น้อยกว่า 60-150 ครั้ง ของกลางที่ตรวจยึดได้มีตั้งแต่ลิ่นที่มีชีวิต เกล็ดลิ่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากหนังลิ่น (Challender et al., 2020) การตรวจยึดลิ่นของกลางในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นของกลางประเภทเกล็ดลิ่น โดยล่าสุดเจ้าหน้าที่ทางการไทยได้ตรวจยึดเกล็ดลิ่นที่ลักลอบค้าได้กว่า 1,400 กิโลกรัม (Matichon Online, 2023) ซึ่งการจำแนกชนิดพันธุ์ลิ่นจากลักษณะเกล็ดต้องอาศัยประสบการณ์ และมีโอกาสผิดพลาดได้สูง การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์จากเกล็ดลิ่นในงานนิติวิทยาศาสตร์จึงนิยมใช้การตรวจพิสูจน์พันธุกรรม โดยการถอดรหัสพันธุกรรมสายแม่ในส่วนของยีน *Cytochrome b* และเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank ด้วยเครื่องมือ BLAST ตลอดจนสร้างแผนภูมิต้นไม้สายวิวัฒนาการ (Ewart et al., 2021) ทำให้ทราบถึงชนิดพันธุ์ของเกล็ดลิ่น และสามารถติดตามแหล่งภูมิภาคต้นกำเนิด หรือที่มาเกล็ดลิ่นของกลางได้ ที่ผ่านมามีประเทศไทยสามารถตรวจยึดเกล็ดลิ่นได้จำนวนหลายตัน ซึ่งส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากประเทศในภูมิภาคแอฟริกาทั้งสิ้น (TRAFFIC International, 2024)



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงพื้นที่กระจายพันธุ์ของลิ่นทั้ง 8 ชนิดพันธุ์ อ้างอิงตามข้อมูลจาก IUCN red list (2024)

7. การระบุตัวและการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก ในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า



การระบุตัวและการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดส่วนใหญ่ใช้ตรวจสอบที่มาของสัตว์ป่า ต้องสงสัยที่มีการแจ้งครอบครองในกรณีเลี้ยง โดยเฉพาะเสือโคร่ง เสือดาว และช้าง ที่อนุญาตให้สามารถครอบครองได้เป็นบางกรณี ซึ่งสัตว์เหล่านี้มีการจัดทำทะเบียนควบคุมจำนวนประชากร โดยผู้รับอนุญาตให้ครอบครองจะต้องแจ้งหากมีการลด หรือเพิ่มจำนวนสัตว์ที่ตนครอบครอง โดยการแจ้งครอบครองเสือโคร่ง และช้างในประเทศไทยได้มีการจัดทำฐานข้อมูลพันธุกรรมสัตว์ร่วมกับการจดทะเบียนครอบครองด้วย ซึ่งฐานข้อมูลพันธุกรรมดังกล่าวเป็นการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA profiling) โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมประเภทเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ (Short Tandem Repeats; STRs) และ เครื่องหมาย สนิปส์ (Single Nucleotide Polymorphisms; SNPs) ในการระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด โดยการหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก จะใช้การเปรียบเทียบลายพิมพ์ดีเอ็นเอบนออโตโซม (autosome) ซึ่งโดยปกติลูกจะได้รับ การถ่ายทอดพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่อย่างละเท่า ๆ กัน และความสัมพันธ์ทางสายเลือดจะลดลงไปเรื่อย ๆ หากเป็นเครือญาติห่างกันออกไป (Kanthaswamy, 2024)

ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมสำหรับใช้ในการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อใช้ระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดของสัตว์เลี้ยงด้วยวิธีเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ และเครื่องหมายสนิปส์ ซึ่งเป็นชุดตรวจสำเร็จรูปอ้างอิงตามมาตรฐานของสมาคมพันธุศาสตร์สัตว์สากล (International Society of Animal Genetics; ISAG) (ISAG, n.d.) ชุดตรวจพันธุกรรมด้วยวิธีเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์สำหรับระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดที่ขายตามท้องตลาด ได้แก่ ชุดตรวจพันธุกรรมสำเร็จรูปของสุนัข (Thermo Scientific™ Canine Genotypes Panel 1.1) จำนวน 19 เครื่องหมาย ชุดตรวจพันธุกรรมสำเร็จรูปของวัว (Bovine Genotypes™ Panels 1.2) จำนวน 12 เครื่องหมาย (Kanthaswamy, 2015) นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาชุดตรวจเพื่อใช้ระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดด้วยวิธีเครื่องหมายสนิปส์ของสัตว์เลี้ยง ได้แก่ ชุดตรวจพันธุกรรมสำเร็จรูปของวัว (Bovine ISAG SNP Parentage Panel (2013)) จำนวน 200 เครื่องหมาย (Schütz and Brenig, 2015) และชุดตรวจพันธุกรรมสำเร็จรูปของสุนัข (AgriSeq™ Canine SNP Parentage and ID Panel) จำนวน 381 เครื่องหมาย สำหรับเครื่องหมายพันธุกรรมของสัตว์ป่ายังไม่มีการพัฒนาเป็นชุดตรวจสำเร็จรูป ถึงกระนั้นก็มีนักศึกษาวัยจ้ยค้นหาเครื่องหมายพันธุกรรมสำหรับสัตว์ป่าแต่ละชนิดพันธุ์เพื่อใช้ในการนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการค้นหาเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ด้วยวิธี cross-species amplification ตัวอย่างเช่น การทดสอบเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ของแมวในสัตว์กลุ่มเสือ ตลอดจนมีการทดสอบเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์แบบมัลติเพล็กซ์ (multiplex STR) เพื่อสะดวกและประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายในการใช้วิเคราะห์มากขึ้น (Zhao et al., 2020) ในขณะที่การศึกษาเครื่องหมายสนิปส์บนออโตโซมของสัตว์ป่าส่วนใหญ่ เป็นการใช้เครื่องหมายสนิปส์เพื่อการจำแนกกลุ่มประชากรสัตว์ ซึ่งปัจจุบันนิยมศึกษาในระดับจีโนม (genomes) (Hyun et al., 2021) แต่ก็มีการศึกษาเครื่องหมายสนิปส์สำหรับใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่าด้วย เช่น เสือโคร่ง (Ewart et al., 2024)

บทวิเคราะห์และบทวิจารณ์

1) การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าของกลางสำหรับใช้ในการติดตามแหล่งที่มา

การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมสำหรับระบุชนิดพันธุ์สัตว์นิยมใช้เครื่องหมายพันธุกรรมแบบ ช่มสมบุรณ์ (dominant marker) เพื่อถอดรหัสพันธุกรรมสายสั้น ๆ หรือที่เรียกว่า ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode) ที่อยู่ในส่วนไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอ (mitochondrial DNA) ซึ่งเป็นพันธุกรรมสายแม่มีจำนวน 10^3 - 10^4 ชุด ต่อเซลล์ (Copeland, 2010) ทำให้การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมด้วยวิธีนี้สามารถใช้กับตัวอย่างที่เสื่อมสภาพ หรือ ตัวอย่างที่มีปริมาณสารพันธุกรรมเพียงเล็กน้อยได้ อย่างไรก็ตามการจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ด้วยวิธีการตรวจ พันธุกรรมสายแม่ไม่อาจทราบได้ว่า สัตว์นั้น ๆ เป็นสัตว์ลูกผสมข้ามชนิดพันธุ์หรือไม่ (Amorim et al., 2020) ซึ่งมีผลต่อการบังคับใช้กฎหมายของประเทศไทย เนื่องจากบทบัญญัติของกฎหมายกำหนดประเภทสัตว์ป่าโดย อ้างอิงชื่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงไม่สามารถบังคับใช้กฎหมายกับสัตว์ลูกผสมได้ นอกจากนี้ยังไม่มีฐานข้อมูล พันธุกรรมที่เพียงพอในการติดตามแหล่งต้นกำเนิดของสัตว์ป่าด้วยวิธีการตรวจสอบชนิดพันธุ์เพื่อเชื่อมโยงกับ ขอบเขตการกระจายพันธุ์เฉพาะของสัตว์ป่าแต่ละชนิดพันธุ์ ประกอบกับสัตว์ป่าบางชนิดพันธุ์มีเขตการกระจายพันธุ์ กว้าง และซ้อนทับกัน เช่น ลิ่นต้นไม้ท้องขาว ลิ่นต้นไม้ท้องดำ และลิ่นยักษ์ โดยเฉพาะในปัจจุบันมีการค้าและ ขนส่งสัตว์ป่าจากภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก อีกทั้งมีการปรับปรุงสายพันธุ์สัตว์ป่าเพื่อการค้า ทำให้พันธุกรรมที่มี ความจำเพาะดั้งเดิมในแต่ละเขตการกระจายพันธุ์เกิดการปนเปื้อน ดังนั้น การติดตามแหล่งต้นกำเนิดสัตว์ป่าของ กลางจากการตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์สัตว์จึงจำเป็นต้องอาศัยพยานหลักฐานอื่น ๆ ประกอบด้วย

2) การระบุตัวและการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก สำหรับใช้ ตรวจสอบยืนยันแหล่งที่มาสัตว์ป่าต้องสงสัย

เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์ และเครื่องหมายสนิปส์เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมแบบช่มร่วม (codominant marker) สามารถจำแนกอัลลีลที่เป็น heterozygotes ได้ จึงสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์เพื่อการ ระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก อย่างไรก็ตาม การตรวจดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ พันธุกรรมบนออโตโซม ซึ่งเป็นพันธุกรรมที่อยู่บนนิวเคลียร์ดีเอ็นเอที่มีเพียง 2 ชุดต่อหนึ่งเซลล์เท่านั้น ทำให้การตรวจพิสูจน์ดังกล่าวต้องใช้ตัวอย่างที่มีปริมาณสารพันธุกรรมมากกว่าการตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์ด้วย พันธุกรรมทางสายแม่ (mitochondrial DNA) ที่มีจำนวนพันธุกรรมหลายชุดซ้ำในแต่ละเซลล์

การวิเคราะห์เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ทำได้หลายเทคนิค ปัจจุบัน งานนิติวิทยาศาสตร์ของมนุษย์และสัตว์นิยมใช้เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส (Capillary Electrophoresis; CE) ในการวิเคราะห์เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์ เนื่องจากสามารถแยกขนาดความยาวของลำดับเบสที่ แตกต่างกันเพียง 1 คู่ลำดับเบสได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์จำนวนลำดับเบสด้วยวิธีนี้ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.075-0.117 คู่ลำดับเบสเท่านั้น (Buel et al., 1998) จนกระทั่งมีการพัฒนาเทคโนโลยีการหาลำดับเบสยุคใหม่ (Next-Generation Sequencing; NGS) ที่สามารถถอดรหัสพันธุกรรมได้จำนวนมากถึงระดับจีโนม ทำให้สามารถ วิเคราะห์ตำแหน่งสนิปส์บนสายพันธุกรรมได้ครอบคลุมทั้งจีโนม จึงมีการศึกษาเพื่อคัดเลือกตำแหน่งและจำนวน เครื่องหมายพันธุกรรมประเภทเครื่องหมายสนิปส์ที่เหมาะสมกับการศึกษาประเภทต่าง ๆ รวมถึงงานด้านนิติ วิทยาศาสตร์มากขึ้น ตลอดจนมีการพัฒนาเครื่องหมายสนิปส์สำหรับใช้ในการระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทาง สายเลือดของสัตว์แต่ละชนิดพันธุ์ แม้ว่าเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์และเครื่องหมายสนิปส์ จะเป็นที่ยอมรับในการ ระบุตัวและตรวจหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด ถึงกระนั้นการพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมในงานนิติวิทยาศาสตร์



จำเป็นต้องอ้างอิงตามมาตรฐานสากล เพื่อให้ผลที่ได้จากการตรวจพิสูจน์มีความน่าเชื่อถือ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงขั้นตอน วิธีการที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์ได้ สำหรับมาตรฐานที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์และเครื่องหมายสปีส์ของสัตว์ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ International Society of Animal Genetics; ISAG, International Society for Forensic Genetics; ISFG และ Society for Wildlife Forensic Science; SWFS นอกจากนี้การพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมจำเป็นต้องทดสอบกับกลุ่มประชากรที่มีความหลากหลาย ครอบคลุมประชากรให้ได้มากที่สุด และมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอด้วย (Jiang et al., 2020) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการศึกษาเครื่องหมายพันธุกรรมของสัตว์ป่า

จำนวนเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์และเครื่องหมายสปีส์ที่เหมาะสมในการระบุตัวและการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดของสัตว์ขึ้นกับจำนวนประชากร และสถานการณ์การผสมแบบเลือดชิด (inbreeding) ในประชากรของสัตว์ชนิดพันธุ์นั้น ๆ โดยสามารถทดสอบเครื่องหมายพันธุกรรมที่เหมาะสม และจำนวนเครื่องหมายที่เพียงพอสำหรับการตรวจพิสูจน์ในกรณีต่าง ๆ ได้จากค่าสถิติเฉพาะ ได้แก่ Hardy-Weinberg Equilibrium (HWE), Polymorphism Information Content (PIC), Heterozygosity, Probability of Exclusion (PE), Probability of Discrimination power (PD) เป็นต้น (Zhao et al., 2020) ปัจจุบันการพัฒนาเครื่องหมายสปีส์ในการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก เกือบทั้งหมดเป็นเครื่องหมายสปีส์แบบ biallelic เนื่องจากพบบนจีโนมมากที่สุด (Samaha, 2021) ซึ่งเครื่องหมายสปีส์ดังกล่าวมีเพียง 2 อัลลีล ในแต่ละเครื่องหมายเท่านั้น ในขณะที่เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ส่วนใหญ่ให้ความหลากหลายของจำนวนอัลลีลที่วิเคราะห์ได้มากกว่า (polymorphism) ทำให้การตรวจพิสูจน์ด้วยวิธีเครื่องหมายสปีส์ต้องใช้จำนวนเครื่องหมายมากกว่าเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ อย่างน้อย 16-20 เท่า โดยอ้างอิงจากชุดตรวจพันธุกรรมสำเร็จรูปของสุนัขและวัว นอกจากนี้หากประชากรมีการผสมแบบเลือดชิดสูง หรือแต่ละตัวมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมาก ก็จำเป็นต้องใช้จำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมในการวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น ดังนั้น เครื่องหมายสปีส์จึงเป็นเพียงเครื่องมือเสริมสำหรับช่วยในการตรวจพิสูจน์ในงานนิติวิทยาศาสตร์เท่านั้น (Kowalczyk et al., 2018)

บทสรุป

การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่ามีความสำคัญต่อกระบวนการติดตามตรวจสอบยืนยันแหล่งที่มาของสัตว์ป่าของกลาง เพื่อประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวน และให้ได้มาซึ่งพยานหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือในชั้นศาล ถึงกระนั้น วิธีการตรวจพิสูจน์พันธุกรรมสัตว์ป่าเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับชนิดสัตว์ป่า การระบุตัว และการหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูก ยังไม่มีการพัฒนาชุดตรวจพันธุกรรมสำเร็จรูปในทางการค้า อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมประเภทต่าง ๆ จำเป็นต้องมีฐานข้อมูลพันธุกรรมสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบจำนวนที่มากพอและเชื่อถือได้ ขณะที่ปัจจุบันฐานข้อมูลพันธุกรรมสัตว์ปายังมีไม่มาก และยังไม่ครอบคลุมกับทุกประชากร ประกอบกับมีการขนย้ายสัตว์ป่าจากถิ่นต้นกำเนิดมาเพาะขยายพันธุ์ในกรงเลี้ยง ทำให้พันธุกรรมที่มีความจำเพาะกับถิ่นการกระจายพันธุ์

ในธรรมชาติเกิดการปนเปื้อน นอกจากนี้ยังมีการผสมข้ามสายพันธุ์ให้ได้สัตว์ลูกผสมที่มีลักษณะแปลกไปจากเดิม ทำให้การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมสัตว์ป่าของกลางไม่อาจใช้เป็นพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ทุกกรณี

การตรวจพิสูจน์ทางพันธุกรรมเพื่อใช้ระบุตัวและหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดระหว่างพ่อ-แม่-ลูกของสัตว์ป่ากลุ่มช้าง และกลุ่มเสือ เป็นกลุ่มสัตว์ป่าที่มีรายงานการศึกษาวิจัยเผยแพร่จำนวนมาก ตลอดจนมีการพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมที่หลากหลาย โดยเครื่องหมายพันธุกรรมที่ใช้ในวัตถุประสงค์ดังกล่าวที่มีการศึกษามากที่สุด คือ เครื่องหมายพันธุกรรมประเภทเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์เพื่อประโยชน์ในการสำรวจตรวจนับจำนวนประชากรสัตว์ป่าในธรรมชาติ ในขณะที่การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมด้วยเครื่องหมายส尼ป์ส่วนใหญ่ใช้สำหรับการศึกษาจำนวนประชากรและการจำแนกกลุ่มประชากรของสัตว์ในธรรมชาติซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ และเครื่องหมายส尼ป์เหล่านี้มาใช้ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ต้องมีการศึกษาวิจัย ทดสอบประสิทธิภาพ และจำนวนเครื่องหมายที่เหมาะสม ทั้งนี้ การพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมสำหรับใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์จะต้องอ้างอิงตามมาตรฐานสากล

ข้อเสนอแนะ

1. การตรวจพิสูจน์พันธุกรรมในงานนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่าจำเป็นต้องมีการจัดทำฐานข้อมูลพันธุกรรมสัตว์ป่าในแต่ละชนิดพันธุ์ให้ครอบคลุมประชากรของสัตว์ชนิดนั้น ๆ มากที่สุด ทั้งประชากรในกรงเลี้ยง รวมถึงประชากรในธรรมชาติ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างของกลาง
2. ควรมีการศึกษาพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมสำหรับใช้ในการจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ป่าลูกผสม เช่น ลูกผสมระหว่างเสือโคร่งกับสิงโต หรือลูกผสมของสัตว์ป่า ที่เป็นเป้าหมายการลักลอบค้าสัตว์ป่า
3. การเลือกประเภทเครื่องหมายพันธุกรรมที่ใช้ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์นอกจากจะคำนึงถึงประสิทธิภาพของเครื่องหมายแล้ว การพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมยังต้องอ้างอิงตามหลักมาตรฐานสากล ได้แก่ ISAG, ISFG และ SWFS รวมถึงการประเมินความคุ้มค่าและระยะเวลาในการวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Allberry, K., Rovie-Ryan, J. J., Ali, N. A. N. G., Elias, N. A., Darmaraj, M. R., Wong, C. C. T., Fong, L. C., Smith, O., Mohamed, K. A. B., Mukri, M. I. B. A., Yazid, M. H. B. M., Struebig, M. J., Ogden, R. and Groombridge, J. J. (2024). Emerging patterns of genetic diversity in the critically endangered Malayan tiger (*Panthera tigris jacksoni*). *Biodiversity and Conservation*, 33(4), 1325-1349.
- Amorim, A., Pereira, F., Alves, C., and Garcia, O. (2020). Species assignment in forensics and the challenge of hybrids. *Forensic Science International: Genetics*, 48, 102333.
- Ashrifurrahman, A., Simamora, S., Ritonga, R., Novarino, W., Tjong, D. H., Rizaldi, R., Syaifullah, S. and Roesma, D. I. (2022). Sumatran tiger identification and phylogenetic analysis



- based on the CO1 gene: Molecular forensic application. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(4).
- Buddhachat, K., Brown, J. L., Thitaram, C., Klinhom, S., and Nganvongpanit, K. (2017). Distinguishing real from fake ivory products by elemental analyses: A Bayesian hybrid classification method. *Forensic Science International*, 272, 142-149.
- Buddhakosai, W., Klinsawat, W., Smith, O., Sukmak, M., Kaolim, N., Duangchantrasiri, S., Simcharoen, A., Siriaronrat, B. and Wajjwalku, W. (2016). Mitogenome analysis reveals a complex phylogeographic relationship within the wild tiger population of Thailand. *Endangered Species Research*, 30, 125-131.
- Buel, E., Schwartz, M. B., and LaFountain, M. J. (1998). Capillary electrophoresis STR analysis: comparison to gel-based systems. *Journal of forensic sciences*, 43(1), 164-170.
- C4ADS. (2025). *Wildlife Seizure Dashboard*. Retrieved January 28, 2025. from <https://wildlifedashboard.c4ads.org/>.
- Carrothers, K. L., Slattengren, N. M., Kuhner, M. K., Brown, T. A., and Spicer, A. M. (2024). Species and origin determinations of an ivory chess set: An application of the ivory workflow implemented by California's Wildlife Forensic Laboratory. *Forensic Science International: Animals and Environments*, 5, 100086.
- Cartier, L. E., Krzemnicki, M. S., Gysi, M., Lendvay, B., and Morf, N. V. (2020). A Case Study of Ivory Species Identification Using a Combination of Morphological, Gemmological and Genetic Methods. *Journal of Gemmology*, 37(3).
- Castelló, J. R. (2020). *Felids and Hyenas of the World: Wildcats, Panthers, Lynx, Pumas, Ocelots, Caracals, and Relatives*. Princeton University Press.
- Challender, D. W., Heinrich, S., Shepherd, C. R., and Katsis, L. K. (2020). International trade and trafficking in pangolins, 1900–2019. In *pangolins* (pp. 259-276). Academic Press.
- CITES. (2025). *Checklist of CITES Species*. Retrieved January 28, 2025. from <https://checklist.cites.org/#/en>.
- Copeland, W. C. (2010). The mitochondrial DNA polymerase in health and disease. *Genome Stability and Human Diseases*, 211-222.
- Cota-Larson, R. (2017). *Pangolin Species Identification Guide: A Rapid Assessment Tool for Field and Desk*. Prepared for the United States Agency for International Development. Bangkok: USAID Wildlife Asia Activity. Retrieved May 20, 2024. from <http://www.usaidwildlifeasia.org/resources>



- Customs. (2020). *Monthly Customs Press* 6/2563. Retrieved June 1, 2024. from extension://gfdkcfdhglbbcnllmbgkfkfbmnfkcncio/pdf.js/web/viewer.html?file=https://www.customs.go.th/data_files/850e9380d7c7b1a96ffca5afc06abd69.pdf. (In Thai).
- Department of Fisheries. (n.d.). *Processing / Import & Export*. Retrieved January 21, 2025. from https://www4.fisheries.go.th/dof/service_item/17/0/21/0/666. (In Thai).
- Division of Wild Fauna and Flora Protection under The Convention. (n.d.). *Control System under CITES*. Retrieved January 28, 2025. from https://portal.dnp.go.th/Content/citesdnp?contentId=1600. (In Thai).
- Ewart, K. M., Lightson, A. L., Sitam, F. T., Rovie-Ryan, J., Nguyen, S. G., Morgan, K. I., Luczon, A., Anadon, E. M. S., Bruyn, M. D., Bourgeois, S., Ouitavon, K., Kotze, A., Bakar, M. S. A., Salgado-Lynn, M. and McEwing, R. (2021). DNA analyses of large pangolin scale seizures: Species identification validation and case studies. *Forensic Science International: Animals and Environments*, 1, 100014.
- Ewart, K. M., Sitam, F. T., Giarat Ali, N. A. N., Ogden, R., Morgan, K. I., Tran, H. M., Bui, T. P. T., Nguyen, T. Q., Nguyen, S. G., Rosli, N., Penchart, K., Ouitavon, K. and McEwing, R. (2024). Tigerbase: A DNA Registration System to Enhance Enforcement and Compliance Testing of Captive Tiger Facilities. *Available at SSRN* 4825380.
- Forest Fire Prevention and Suppression Office. (2015). Receive Notification of Incident. Retrieved June 10, 2024. from https://portal.dnp.go.th/Content/ProtectandFirecontrol?contentId=38152. (In Thai)
- Gobush, K. S., Edwards, C. T. T., Balfour, D., Wittemyer, G., Maisels, F. and Taylor, R. D. (2021a). *Loxodonta africana* (amended version of 2021 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2022: e.T181008073A223031019. Retrieved 4 July, 2024. from https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T181008073A223031019.en.
- Gobush, K. S., Edwards, C. T. T., Maisels, F., Wittemyer, G., Balfour, D. and Taylor, R. D. (2021b). *Loxodonta cyclotis* (errata version published in 2021). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T181007989A204404464. Retrieved 4 July, 2024. from https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T181007989A204404464.en.
- Goffette, Q., Suarez Gonzalez, N., Vanmechelen, R., Verheyen, E., and Sonet, G. (2022). Tracking the origin of worked elephant ivory of a medieval chess piece from Belgium through analysis of ancient DNA. *International Journal of Osteoarchaeology*, 32(1), 38-48.
- Gouda, S., Kerry, R. G., Das, A., and Chauhan, N. S. (2020). Wildlife forensics: a boon for species identification and conservation implications. *Forensic Science International*, 317, 110530.



- Hale, C., Ogden, R., Ciavaglia, S. A., Cook, G. T., Clarke, G., Ogle, S., and Webster, L. M. (2021). Investigating the origins of ivory recovered in the United Kingdom. *Forensic Science International: Animals and Environments*, 1, 100027.
- Hyun, J. Y., Pandey, P., Kim, K. S., Chon, A., Jeong, D., Bhak, J., Yu, M., Song, H. K., Singh, R., Min, M., Goyal, A. P., Bayarkagva, D., Marchenkova, T., Vikalova, A. and Lee, H. (2021). Whole genome survey of big cats (Genus: *Panthera*) identifies novel microsatellites of utility in conservation genetic study. *Scientific reports*, 11(1), 14164.
- ISAG. (n.d.). *Guidelines for standing committees*. Retrieved 4 July, 2024. from <https://www.isag.us/about.asp>.
- Ishida, Y., Georgiadis, N. J., Hondo, T., and Roca, A. L. (2013). Triangulating the provenance of African elephants using mitochondrial DNA. *Evolutionary Applications*, 6(2), 253-265.
- IUCN red list. (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Retrieved 4 May, 2024. from <https://www.iucnredlist.org/>.
- Jacobson, A. P., Gerngross, P., Lemeris Jr, J. R., Schoonover, R. F., Anco, C., Breitenmoser-Würsten, C., Durant, S. M., Farhadinia, M. S., Henschel, P., Kamler, J. F., Laguardia, A., Rostro-García, S., Stein, A. B. and Dollar, L. (2016). Leopard (*Panthera pardus*) status, distribution, and the research efforts across its range. *PeerJ*, 4, e1974.
- Jiang, H. H., Li, B., Ma, Y., Bai, S. Y., Dahmer, T. D., Linacre, A., and Xu, Y. C. (2020). Forensic validation of a panel of 12 SNPs for identification of Mongolian wolf and dog. *Scientific reports*, 10(1), 13249.
- Kanthaswamy, S. (2015). domestic animal forensic genetics—biological evidence, genetic markers, analytical approaches and challenges. *Animal genetics*, 46(5), 473-484.
- Kanthaswamy, S. (2024). Wildlife forensic genetics—Biological evidence, DNA markers, analytical approaches, and challenges. *Animal Genetics*, 55(2), 177-192.
- Kowalczyk, M., Zawadzka, E., Szewczuk, D., Gryzińska, M., and Jakubczak, A. (2018). Molecular markers used in forensic genetics. *Medicine, Science and the Law*, 58(4), 201-209.
- Liu, Y. C., Sun, X., Driscoll, C., Miquelle, D. G., Xu, X., Martelli, P., Uphyrkina, O., Smith, J. L. D., O'Brien, S. j. and Luo, S. J. (2018). Genome-wide evolutionary analysis of natural history and adaptation in the world's tigers. *Current Biology*, 28(23), 3840-3849.
- Luo, S. J., Kim, J. H., Johnson, W. E., Walt, J. V. D., Martenson, J., Yuhki, N., Miquelle, D. G., Uphyrkina, O., Goodrich, J. M., Quigley, H. B., Tilson, R., Brady, G., Martilli, P., Subramaniam, V., McDougal, C., Hean, S., Huang, S. Q., Pan, W., Karanth, U. K., Sunquist,



- M., Smith, J. L. D. and O'Brien, S. J. (2004). Phylogeography and genetic ancestry of tigers (*Panthera tigris*). *PLoS biology*, 2(12), e442.
- Mahaliyanaarachchi, V., Randeniya, A., Dheerathna, R., and Samarakoon, D. (2024). *Individual Leopard Identification Using Black Spot Patterns*. In 2024 4th International Conference on Advanced Research in Computing (ICARC) (pp. 121-126). IEEE.
- Matichon Online. (2023). *International Pangolin Scale Gang Arrested, 1,400 Kg of Evidence Seized, Worth Over 50 million Baht*. Retrieved June 1, 2024. from https://www.matichon.co.th/news-monitor/news_4133801. (In Thai).
- Ministry of Natural Resources and Environment. (2023). *Convention on International Trade on Endangered Species of Wild Fauna and Flora: CITES*. Retrieved January 28, 2025. From <https://fad.mnre.go.th/th/mpb/content/217>. (In Thai).
- Molina, L. K. (n.d.). *Former and current tiger subspecies habitat map*. Retrieved June 11, 2024. from <https://databayou.com/tiger/habitat.html>.
- Niyomsilpa, S. (2015). *Transnational Organized Crime: A Threat to Thailand and ASEAN*. Population and Social Diversity in Thailand 2015. June 29, 2015. Nakhon Pathum. (In Thai).
- Samaha, G. A. (2021). *Advances in felid genetics and genomics*. Bachelor of Animal and Veterinary Biosciences (Hons I), The University of Sydney, Australia.
- Schütz, E., and Brenig, B. (2015). Analytical and statistical consideration on the use of the ISAG-ICAR-SNP bovine panel for parentage control, using the Illumina BeadChip technology: example on the German Holstein population. *Genetics Selection Evolution*, 47, 1-7.
- Shi, C., Xu, J., Roberts, N. J., Liu, D., and Jiang, G. (2023). Individual automatic detection and identification of big cats with the combination of different body parts. *Integrative Zoology*, 18(1), 157-168.
- Thai PBS. (2017). *The First "Wildlife Forensic Science Lab" to Solve Crime Mysteries*. Retrieved May 31, 2024. from <https://www.thaipbs.or.th/news/content/260569>. (In Thai).
- Thai PBS. (2022). *DNA Results Clearly Show That the Three Tigers in the Evidence Did Not Come from the Thai Forest*. Retrieved May 31, 2024. from <https://www.thaipbs.or.th/news/content/316532>. (In Thai).
- Thanakiatkrai, P., Chenphun, C., and Kitpipit, T. (2024). African and Asian elephant ivory discrimination using a portable strip test. *Forensic Science International: Genetics*, 70, 103027.
- TRAFFIC International. (2024). *Wildlife trade portal*. Retrieved June 16, 2024. from <https://wildlifetradeportal.org/dashboard>.



- Uphyrkina, O., Johnson, W. E., Quigley, H., Miquelle, D., Marker, L., Bush, M., and O'Brien, S. J. (2001). Phylogenetics, genome diversity and origin of modern leopard, *Panthera pardus*. *Molecular ecology*, 10(11), 2617-2633.
- Williams, C., Tiwari, S. K., Goswami, V. R., de Silva, S., Kumar, A., Baskaran, N., Yoganand, K. and Menon, V. (2020). *Elephas maximus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T7140A45818198. Retrieved July 4, 2024. from <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T7140A45818198.en>.
- WWF. (2022). *Illegal Wildlife Trade*. Retrieved January 31, 2025. from <https://www.wwf.sg/nature-biodiversity/illegal-wildlife-trade/>.
- Zhao, X., Qiu, Q., Li, C., Fu, D., Hu, X., Gao, S., Zhu, Y., Mu, H., Wang, R., Yang, H. and Li, B. (2020). Genome-based development of 15 microsatellite markers in fluorescent multiplexes for parentage testing in captive tigers. *PeerJ*, 8, e8939.

นโยบายและกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์บทความ

นโยบายวารสาร

วารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์ (JCFS) ดำเนินการเปิดรับต้นฉบับ และพิจารณาตีพิมพ์ ผลงานวิชาการในรูปแบบบทความต่อเนื่องมาเกือบทศวรรษ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการวิจัย พัฒนางค์ความรู้ในงานด้าน อาชีวศึกษา นิติวิทยาศาสตร์ กระบวนการยุติธรรม และด้านอื่นที่เกี่ยวข้องในลักษณะสหวิทยาการ และเผยแพร่ผลงาน วิชาการ องค์ความรู้ของคณาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษาให้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับชาติ ซึ่งสามารถนำมาอ้างอิง ประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนเกิดประโยชน์แก่สังคมโดยรวม กำหนดตีพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ (ฉบับแรก ประจำเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน และฉบับที่สอง ประจำเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนธันวาคม)

วารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์ ผ่านการรับรองคุณภาพวารสาร อยู่ในวารสารกลุ่มที่ 2 ของ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) กองบรรณาธิการของวารสารประกอบด้วย บุคลากรจากสถาบันทั้งภายนอกและภายใน มีทั้งผู้ทรงคุณวุฒิตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิระดับปริญญาเอก ผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) อ่านพิจารณาบทความ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีผลงานทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง

กระบวนการดำเนินงาน

1. กองบรรณาธิการเปิดรับต้นฉบับจากผู้เขียน
2. กองบรรณาธิการคัดกรอง ความสอดคล้อง วัตถุประสงค์ การลอกเลียนวรรณกรรม รูปแบบ และเนื้อหา
3. กองบรรณาธิการส่งต้นฉบับ ไปยังผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชาที่สอดคล้อง ส่วนต้นฉบับที่ไม่ผ่านการคัดกรอง จะถูกส่งกลับให้ผู้เขียนปรับปรุง หรือปฏิเสธการรับพิจารณา
4. กองบรรณาธิการสรุปผลการประเมินคุณภาพของเนื้อหาต้นฉบับ ที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิและจัดส่งไปยังผู้เขียน เพื่อให้ดำเนินการแก้ไข
5. กองบรรณาธิการตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพของเนื้อหาและพิจารณาฉบับที่จะจัดพิมพ์
6. กองบรรณาธิการดำเนินการจัดรูปแบบการจัดพิมพ์
7. กองบรรณาธิการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของวารสารต้นฉบับก่อนทำการจัดพิมพ์
8. คณะทำงานจัดพิมพ์และเผยแพร่วารสาร

เกณฑ์ในการพิจารณาตีพิมพ์

1. ต้นฉบับมีชื่อเรื่องกระชับ ชัดเจน น่าสนใจ
2. เนื้อหาของต้นฉบับมีคุณภาพตามหลักวิชาการในสาขาวิชา และองค์ความรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง
3. เนื้อหาของต้นฉบับมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตที่วารสารกำหนด
4. ต้นฉบับที่ส่งเข้ามาไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน หรือไม่อยู่ในระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์ในวารสารอื่น
5. เนื้อหาทั้งหมด ไม่ได้คัดลอก หรือดัดแปลงมาจากผลงานอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต
6. ผู้เขียนต้องเขียนต้นฉบับตามข้อกำหนดการเขียนต้นฉบับบทความก่อนยื่นส่งบทความต่อวารสาร
7. ผู้เขียนต้องปรับปรุงแก้ไขต้นฉบับตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) และกองบรรณาธิการ
8. เมื่อผ่านการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เขียนจะได้รับแจ้งผลผ่านอีเมลและระบบวารสาร

การพิจารณาบทความ

กองบรรณาธิการจะตรวจพิจารณาบทความเบื้องต้นตามเงื่อนไขและข้อกำหนดที่ระบุไว้ หากไม่ตรงตามหลักเกณฑ์ที่ระบุไว้จะไม่ผ่านการพิจารณา จากนั้นจึงจะส่งบทความที่ผ่านการตรวจให้แก่ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาบทความ ต้นฉบับบทความจะได้รับการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) สาขาวิชานั้น อย่างน้อย 2 ท่าน และ



ส่งผลการพิจารณาแก่ผู้เขียน เพื่อปรับปรุง แก้ไขบทความ หรือพิมพ์ต้นฉบับใหม่ แล้วแต่กรณี เมื่อบทความผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และกองบรรณาธิการแล้ว ผู้เขียนจะได้รับผลพิจารณาการตอบรับการตีพิมพ์ผ่านระบบ

ข้อกำหนดการส่งบทความเพื่อพิจารณาในวารสาร

กองบรรณาธิการกำหนดระเบียบการเขียนบทความให้ผู้เขียนยึดเป็นแนวทางในการส่งต้นฉบับสำหรับพิจารณาเสนอตีพิมพ์มายังวารสาร และกองบรรณาธิการสามารถตรวจสอบต้นฉบับก่อนการตีพิมพ์ เพื่อให้วารสารมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้อ้างอิงประโยชน์ทางวิชาการได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเตรียมต้นฉบับ

- 1.1 บทความวิชาการ/บทความวิจัย ความยาว 15-20 หน้า (รวมบรรณานุกรม) ขนาดกระดาษ A4
- 1.2 รูปแบบอักษร : TH SarabunPSK ขนาด 16
- 1.3 ระยะห่างบรรทัด : 1.0 บรรทัด
- 1.4 ชนิดของ File นามสกุล : doc./docx.

2. การจัดรูปแบบ

2.1 การเว้นระยะขอบและการเว้นระยะห่างระหว่างบรรทัด

- 2.1.1 ด้านบนเว้นจากขอบ 1.25 นิ้ว
- 2.1.2 ด้านซ้ายและด้านขวาเว้นจากขอบ 1.1 นิ้ว
- 2.1.3 ด้านล่างเว้นจากขอบ 1 นิ้ว
- 2.1.4 ระยะห่างระหว่างบรรทัดเท่ากับ 1.0 บรรทัด

2.2 ขนาดของต้นฉบับ ให้พิมพ์ต้นฉบับเท่ากับขนาดกระดาษ A4 พิมพ์หน้าเดียว 15-20 หน้า (รวมบทคัดย่อ และบรรณานุกรม) โดยใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาดของตัวอักษร รวมทั้งการจัดวางตำแหน่ง ดังนี้

2.2.1 หัวกระดาษหน้าคือประกอบด้วยชื่อวารสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 11 ชนิดตัวธรรมดา ตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านขวา และตราสัญลักษณ์โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

2.2.2 หัวกระดาษหน้าคือประกอบด้วยปีและฉบับที่พิมพ์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 11 ชนิดตัวธรรมดา ตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านซ้าย และตราสัญลักษณ์โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

2.2.3 ชื่อเรื่องภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 18 ชนิดตัวหนา ตำแหน่งกึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.2.4 ชื่อผู้เขียนภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 15 ชนิดตัวหนา ตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านขวา ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุล โดยไม่ต้องมีคำนำหน้า หากมีมากกว่า 1 คน ให้ใช้ตัวเลขยก (Superscript) กำกับท้ายชื่อ

2.2.5 ชื่อสังกัด เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 14 ชนิด ตัวธรรมดาตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านขวา หากมีมากกว่า 1 สังกัด ให้ใช้ตัวเลขยก (Superscript) กำกับหน้าชื่อสังกัดให้ตรงกันกับชื่อเขียนบทความ

2.2.6 บทคัดย่อภาษาไทย ชื่อหัวข้อขนาด 18 ชนิดตัวหนา ตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านซ้าย เนื้อหาบทคัดย่อไทยขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา จัดพิมพ์เป็นแบบ 1 คอลัมน์ บรรทัดแรกย่อหน้า 1 Tab (0.5 นิ้ว) จากขอบกระดาษด้านซ้ายและพิมพ์ให้ชิดขอบทั้งสองด้าน ทั้งนี้ขนาดเนื้อหาต้องไม่เกินกว่า 300 คำ

2.2.7 หัวข้อคำสำคัญภาษาไทย ขนาด 16 ชนิดตัวหนา ชิดขอบกระดาษด้านซ้าย อยู่ใต้บทคัดย่อภาษาไทย ถัดไปเป็นคำสำคัญภาษาไทยขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา จำนวน 3-5 คำ เว้นระหว่างคำด้วยเครื่องหมายจุลภาค (.)

2.2.8 บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ชื่อหัวข้อขนาด 18 ชนิดตัวหนา ตำแหน่งชิดขอบกระดาษด้านซ้าย เนื้อหาบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา จัดพิมพ์เป็นแบบ 1 คอลัมน์ บรรทัดแรกย่อหน้า 1 Tab (0.5 นิ้ว) จากขอบกระดาษด้านซ้ายและพิมพ์ให้ชิดขอบทั้งสองด้าน ทั้งนี้ขนาดเนื้อหาต้องไม่เกินกว่า 300 คำ

2.2.9 หัวข้อคำสำคัญภาษาอังกฤษขนาด 16 ชนิดตัวหนา ชิดขอบกระดาษด้านซ้าย อยู่ใต้บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ถัดไปเป็นคำสำคัญภาษาอังกฤษขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา 3-5 คำ เว้นระหว่างคำด้วยเครื่องหมายจุลภาค (.)



2.2.10 หัวข้อหลักภาษาไทยหรืออังกฤษขนาด 18 ชนิดตัวหนา ตำแหน่งขีดขอบกระดาษด้านซ้าย

2.2.11 หัวข้อย่อยภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษขนาด 16 ชนิดตัวหนา บรรทัดแรกย่อหน้า 1 Tab (0.5 นิ้ว) จากอักษรตัวแรกของหัวข้อเรื่อง

2.2.12 เนื้อหาภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา จัดพิมพ์เป็นแบบ 1 คอลัมน์ บรรทัดแรกย่อหน้า 1 Tab (0.5 นิ้ว) จากขอบกระดาษด้านซ้ายและพิมพ์ให้ชิดขอบทั้งสองด้าน

2.2.13 อ้างอิง (References) หัวข้อภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 18 ชนิดตัวหนา ชิดขอบซ้าย เนื้อหาภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา ตำแหน่งชื่อผู้เขียนชิดขอบซ้าย

2.2.14 ประวัติผู้เขียน หัวข้อภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 18 ชนิดตัวหนา ชิดขอบซ้าย เนื้อหาภาษาไทยและภาษาอังกฤษขนาด 16 ชนิดตัวธรรมดา โดยประกอบไปด้วยคำนำหน้า ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง/สถานะ ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

3. การอ้างอิง

ผู้เขียนต้องอ้างอิงเฉพาะงานวิชาการที่ปรากฏในบทความเท่านั้น เรียงตามตัวอักษร ใช้การอ้างอิงแบบ APA 7 หากเอกสารที่อ้างอิงไม่ได้เขียนด้วยภาษาอังกฤษให้แปลอ้างอิงนั้นเป็นภาษาอังกฤษ และวงเล็บท้ายชื่อเรื่องของเอกสารเหล่านั้นว่า ต้นฉบับเป็นภาษาใด เช่น (In Thai) เป็นต้น โดยตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิงให้ยึดถือรูปแบบตามตัวอย่างดังนี้

3.1 การอ้างอิงในเนื้อหาบทความ

เขียนรายการอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษ แม้เจ้าของผลงานเป็นคนไทยก็ตาม โดยระบุเฉพาะนามสกุลเท่านั้น ดังนี้

การอ้างอิงในเนื้อหาหน้าข้อความ	การอ้างอิงในเนื้อหาท้ายข้อความ
Srikantaiah & Koeing (2000, pp. 33-45)	(Srikantaiah & Koeing, 2000, pp. 33-45)
Witchuvanit (2021, p. 56)	(Witchuvanit, 2021, p. 56)

3.2 การอ้างอิงท้ายบทความ

1) หนังสือ

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปีพิมพ์). ชื่อเรื่อง. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

Chamsuwannawong, A. (2003). *Forensic Science 2 for Criminal Investigation*. 4th Edition. Bangkok: G.B.P.Center. (In Thai).

2) บทความวารสาร

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่ (ฉบับที่), เลขหน้า.

Sanguansak, S. (2018). Juvenile Delinquency Prevention Strategy in Bangkok Metropolis. *Journal of Criminology and Forensic Science*, 4(2), 1-21. (In Thai).

3) บทความหรือเรื่องจากเว็บไซต์

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปีพิมพ์). ชื่อเรื่อง. Retrieved วัน เดือน ปีที่สืบค้น. from ระบุ URL ของเว็บไซต์

Verachart, J. (2010). *Jindamanee: The Thai Open Source Library System*. Retrieved August 16, 2010. from <https://libl.dpu.ac.th/Mpl46>. (In Thai).

4) วิทยานิพนธ์

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปีพิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทหรือปริญญาตรี หรือ วิทยานิพนธ์ปริญญาโทหรือปริญญาตรี หลักสูตร ชื่อมหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษา, สถานที่ตั้ง.

Tunyaseevee, W. (2019). *Comparative Evaluation of Open Source and Commercial Tools for Digital Forensic*. Master of Science Thesis, Royal Police Cadet Academy, Nakhon Pathom. (In Thai).



5) รายงานการประชุมหรือสัมมนาทางวิชาการ

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อเอกสารรายงานการประชุม. วัน เดือน ปี. สถานที่จัด. เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

Thanaraksakul, W., and Phruksaphanrat B., (2009). *Supplier Evaluation Framework Based on Balanced Scorecard with Integrated Corporate Social Responsibility Perspective*. Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists Vol 2. March 18-20, 2009. Hong Kong. (In Thai).

6) หนังสือพิมพ์

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปี, เดือนที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อหนังสือพิมพ์, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าที่ปรากฏของบทความ
Kluger, J. (2008, January 28). Why we love. *Time*, 171, pp. 54-60. (In Thai).

7) สื่ออินเทอร์เน็ต

ชื่อสกุลผู้แต่ง, ชื่อย่อ. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สืบค้นเมื่อ วันเดือนปี. เข้าถึงได้จาก URL: <http://>.

Office if the Education Council. (2012). *Professional Standards*. Retrieved December 30, 2018 from <http://www.ksp.or.th/ksp2013/content/viwe.php?mid=36&did=254>.

4. ลำดับหัวข้อในการเขียนต้นฉบับ

การเขียนต้นฉบับกำหนดให้ใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษเท่านั้น ในกรณีเขียนเป็นภาษาไทย ควรแปลคำศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยให้มากที่สุด ยกเว้นในกรณีที่คำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้นเป็นคำเฉพาะที่แปลไม่ได้หรือแปลแล้วไม่ได้ความหมายชัดเจน ให้ใช้คำทับศัพท์ที่ถอดคำในภาษาอังกฤษเดิมให้เป็นภาษาไทยโดยแยกพยางค์ให้ถูกต้องพร้อมทั้งวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษเดิมไว้ด้วย เช่น โซเชียลมีเดีย (Social Media) เป็นต้น ทั้งนี้ให้เขียนในรูปที่อ่านได้สะดวกในภาษาไทยที่ผู้อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน หากใช้คำย่อต้องเขียนคำเต็มไว้ครั้งแรกก่อน

4.1 เนื้อหาต้นฉบับบทความวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ทั้งนี้ผู้เขียนต้องแยกทั้ง 2 ส่วนออกจากกัน และยื่นผ่านระบบวารสารออนไลน์ โดยแบ่งเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่

4.1.1 ส่วนเนื้อหา (ไฟล์ที่ 1) ประกอบไปด้วย

- 1) ส่วนต้น ประกอบไปด้วย ชื่อบทความ ชื่อผู้เขียน สังกัด บทคัดย่อ และคำสำคัญ
- 2) ส่วนเนื้อหาการวิจัย ประกอบไปด้วย บทนำ วัตถุประสงค์ กรอบแนวคิด การวิจัย (ถ้ามี)

ทบทวนวรรณกรรม ระเบียบวิธีวิจัย ผลการวิจัย อภิปรายผล บทสรุป ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

4.1.2 ส่วนประวัติผู้เขียน (ไฟล์ที่ 2) ประกอบไปด้วย

- 1) รายละเอียดของบทความ ได้แก่ ชื่อเรื่องภาษาไทยและอังกฤษ และประเภทของบทความ
- 2) ประวัติผู้เขียนบทความทุกคน ได้แก่ คำนำหน้า ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง/สถานะ ที่อยู่

หน่วยงาน/สังกัด ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ หมายเลขโทรศัพท์ และอีเมล

4.2 เนื้อหาต้นฉบับบทความวิชาการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ทั้งนี้ผู้เขียนต้องแยกทั้ง 2 ส่วนออกจากกัน และยื่นผ่านระบบวารสารออนไลน์ โดยแบ่งเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่

4.2.1 ส่วนเนื้อหา (ไฟล์ที่ 1) ประกอบไปด้วย

- 1) ส่วนต้น ประกอบไปด้วย ชื่อบทความ ชื่อผู้เขียน สังกัดผู้เขียน บทคัดย่อ และคำสำคัญ
- 2) ส่วนเนื้อหาทางวิชาการ ประกอบไปด้วย บทนำ เนื้อหา บทวิเคราะห์ บทวิจารณ์ บทสรุป

ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

4.2.2 ส่วนประวัติผู้เขียน (ไฟล์ที่ 2) ประกอบไปด้วย

- 1) รายละเอียดของบทความ ได้แก่ ชื่อเรื่องภาษาไทยและอังกฤษ และประเภทของบทความ



2) ประวัติผู้เขียนบทความทุกคน ซึ่งประกอบไปด้วย คำนำหน้า ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง/สถานที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ หมายเลขโทรศัพท์ และอีเมล

5. การส่งต้นฉบับ

5.1 เขียนต้นฉบับตามระเบียบการเขียนต้นฉบับวารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์

5.2 ส่งไฟล์ผ่านระบบ Online Submission บนเว็บไซต์ของวารสารเท่านั้น โดยให้แนบไฟล์เอกสารต้นฉบับบทความแยกออกเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่ (1) ส่วนเนื้อหา และ (2) ส่วนประวัติผู้เขียน ทั้งนี้สามารถศึกษารายละเอียดและดาวน์โหลดเอกสารเพิ่มเติมได้ที่ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/forensic>

ลิขสิทธิ์

ต้นฉบับบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์ ถือเป็นลิขสิทธิ์ของคณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

ความรับผิดชอบ

เนื้อหาต้นฉบับที่ปรากฏในวารสารเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้ ไม่รวมความผิดพลาดอันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์

ติดต่อสอบถาม

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

เลขที่ 90 หมู่ 7 สามพราน นครปฐม 73110

อีเมล jcfs@rpca.ac.th

โทรศัพท์ 034 312 009 ต่อ 412

เว็บไซต์วารสาร <https://www.tci-thaijo.org/index.php/forensic>

เว็บไซต์คณะ <https://forensic.rpca.ac.th/>

ข้อมูลการติดต่อ

กองบรรณาธิการ วารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์
คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
เลขที่ 90 หมู่ 7 อาคาร 52 ตำบลสามพราน อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
โทรศัพท์และโทรสาร : 034-312-009 ต่อ 412
อีเมลกองบรรณาธิการ : jcf@rpca.ac.th
เว็บไซต์วารสาร : <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/forensic>
เว็บไซต์คณะนิติวิทยาศาสตร์ : <https://forensic.rpca.ac.th/>
เฟซบุ๊กคณะนิติวิทยาศาสตร์ : facebook.com/forensic.rpca.ac.th

