



Journal of Science and Technology Association of Private Higher Education Institutions of Thailand

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย

ISSN : XXXX-XXXX (ONLINE)

ปีที่ 13 เล่มที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2567

VOL. 13 NO. 1 JANUARY - JUNE 2024



0-2354-5691



apeit.org@gmail.com



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/apheitoffice>

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย

ISSN: XXXX-XXXX

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2567

Vol. 13 No.1 January – June 2024

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการพัฒนานวัตกรรมทางด้านการจัดการเรียนรู้ การวิจัยและพัฒนา บทความวิจัย บทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ความรู้เรื่องใหม่ ๆ ที่เป็นที่สนใจของบุคคลทั่วไปด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การตรวจสอบทางวิชาการ

บทความผ่านการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก (double-blinded peer review)

เจ้าของ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ที่ปรึกษา คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

บรรณาธิการ

ดร.มานิต บุญประเสริฐ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางสาวทิพนาถ ชาริรักษ์

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.จตุพร กระจายศรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย รัตนวงษ์

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ไชยโส

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชณี ศุภจินทรรัตน์

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพงศ์ นิมกุลรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาสุวรรณค์ งามมงคลวงศ์

วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี ไทยพานิช

มหาวิทยาลัยสยาม

ฝ่ายจัดการและเลขานุการกองบรรณาธิการ

นางสาวนราวดี เฉพาะตน

กำหนดการเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และ ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย

วาระ 1 สิงหาคม 2565 – กรกฎาคม 2567

1. ผศ.ดร.พล.ร.ต.หญิง สุภัทราเอื้อวงศ์	มหาวิทยาลัยสยาม	ที่ปรึกษา
2. ดร.มานิต บุญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสำนักงานสมาคม ฯ	ที่ปรึกษา
3. ดร.สุนทรี รัตภาสกร	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	ประธาน
4. ผศ.ดร.ปณมาพร สุขปลั่ง	มหาวิทยาลัยรังสิต	กรรมการ
5. ดร.สุรวี ศุนาลัย	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	กรรมการ
6. รศ.ดร.ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	กรรมการ
7. ผศ.ดร.เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	กรรมการ
8. ดร.ชินดา บัณฑวรรณ	มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	กรรมการ
9. ดร.วิริยาพร ศิริกุล	มหาวิทยาลัยสยาม	กรรมการ
10. Dr.Jonathan Rante Carreon	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ	กรรมการ
11. รศ.ดร.วิเชียร ชิวพิมาย	วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย	กรรมการ
12. ดร.สุรัชย์ สานติสุขรัตน์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่	กรรมการ
13. ผศ.ดร.ตระกูล จิตวัฒนากร	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ	กรรมการ
14. อาจารย์จรินทร์ กมลสินธุ์	มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา	กรรมการ
15. ดร.วินัย โกกระกุล	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	กรรมการ
16. ผศ.ดร.อรุณี สาภาทอง	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์	กรรมการ
17. ผศ.ดร.อัจฉราพร โชติพิทักษ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	กรรมการ
18. ผศ.วารุณี मिलินทปัญญา	มหาวิทยาลัยธนบุรี	กรรมการ
19. ดร.อลงกต ยะไทย์	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล	กรรมการ
20. ผศ.ดร.กมลนันท์ ทวีรระยกุล	มหาวิทยาลัยนานาชาติเอเชีย-แปซิฟิก	กรรมการ
21. ดร.พรทิพย์ กวินสุพร	มหาวิทยาลัยคริสเตียน	กรรมการ
22. ดร.ณัฐฉา ว่องทรัพย์ทวี	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	กรรมการ
23. ดร.นัทธีรา พุมมาพันธุ์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก	กรรมการ
24. ดร.ลภัสรดา มุสิกวงศ์	วิทยาลัยดุสิตธานี	กรรมการ
25. ผศ.เกรียงศักดิ์ โชติจรุงเกียรติ	วิทยาลัยสันตพล	กรรมการ
26. ผศ.ดร.วัลลภา ทรงพระคุณ	มหาวิทยาลัยพายัพ	กรรมการ
27. รศ.ดร.อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย	วิทยาลัยเซนต์หลุยส์	กรรมการ
28. ดร.จวีร์วรรณ มณีแสง	มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น	กรรมการ
29. ผศ.ดร.ณัฐ ไรธนาทรัพย์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	กรรมการ
30. ผศ.ดร.ปาลพล รอดลอยทุกข์	มหาวิทยาลัยชินวัตร	กรรมการ
31. ดร.กัรรัตน์ สงวนไพร	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต	กรรมการ
32. ดร.วีรพงษ์ สุทาว์น	วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น	กรรมการ
33. ผศ.ดร.จิตติรัตน์ มีมาก	สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ	กรรมการ

34. ดร.วัลลภา ศรีทองพิมพ์	มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด	กรรมการ
35. อาจารย์กมลวรรณ บุญสัมปทา	มหาวิทยาลัยพาร์อิส์เทอรัน	กรรมการ
36. อาจารย์พรจักษ์ พิริยะกุล	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	กรรมการและเลขานุการ
37. อาจารย์พัชรินทร์ สินธิพงษ์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	กรรมการและเลขานุการ

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

Reviewers

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์	ศิวะเดชาเทพ	มหาวิทยาลัยสยาม
รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์	ไชโยโส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.จตุพร	กระจายศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย	รัตนวงษ์	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี้	ศุจิจันทร์รัตน์	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย	ตระกูลรังสี	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษยา	วงษ์ชวลิตกุล	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี	ไทยพานิช	มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพงศ์	นิ่มกุลรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ	ลิ้มปะวัฒนะ	มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาสวรรค์	งามมงคลวงศ์	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำภาพร	นามวงศ์พรหม	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัสดาว	เรโนล	มหาวิทยาลัยสยาม

บทบรรณาธิการ

Editor's Note

Dear All,

APHEIT journal is a platform for sharing the academic writing, research studies, best practices, teaching and learning innovation. We value all your contributions.

APHEIT journals have been serving academic communities for years, especially the academic staff of our institutional members who by profession must publish regularly, the graduate students to publish research papers before graduation, including contributors from non-member institutions. We welcome you all to join our learning community, to learn and share for the academic advancement.

For those looking for the channel for publication of your papers, I would like to share the standard practices of our journals as guidelines. All APHEIT journals are peer-review by three professionals in the area of the submitted papers. The author is requested to submit manuscript through our journal online system only. The received manuscripts will be screened first by the editorial team before the three external experts are assigned as reviewers. The general acceptance to publication criteria are based on the academic standard, the format of the paper as prescribed and the assessment of the three reviewers. In case the reviewers have suggestions for the author to revise the paper on some important points, like interpretation of statistical analysis results, the author will be informed to revise the paper accordingly. At this stage, the author needs to resubmit the revised paper on time, as indicated in the letter, through the journal online system. The editor will check again the corrections where needed. This process takes about 6-8 weeks after the office receives the manuscript online from the author. The letter of acceptance to publication will be sent to the author at the end of the process. For those who have dateline for graduation, please plan accordingly. Our journals publish twice a year, in June and December.

To facilitate your manuscript preparation and to save your time, you are advised to study guidelines for an author on the website: journals.apheit.org. Please follow the guidelines so that you are not to redo it. In addition, it is beneficial to keep reading the published articles relating to your specialization and interest to get used to the academic writing style of an article and citation format. It will help you to polish your manuscript.

With best wishes,

Manit Boonprasert, Ed.D.

Association of Private Higher Education Institutions of Thailand (APHEIT)

Under the Patronage of HRH Princess Maha Chakri Sirindhorn

สารบัญ

CONTENTS

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย
ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2567

บทความวิจัย

การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแปงบนด้านเหนียวของเทปกาวต่างชนิดกันโดยการประยุกต์ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 10%w/v

Appearance of latent fingerprint marks on the sticky side of different adhesive tapes by application of 10%w/v potassium permanganate solution

กัลยาณี เกียรติดำเนินงาม.....01-13

การตรวจหาสารเคมีที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแปง โดยเทคนิคไมโครสโคป ฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี
Examination of chemical substances adhered to latent fingerprints by Microscope -Fourier transform infrared spectroscopy (Microscope-FTIR)

อรทัย เขียวพุ่ม, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง, ปิยาภา จันทรมล, และศุภชัย ศุภลักษณ์นารี.....14-24

การพัฒนาวิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ยาจากอาหารในกระเพาะ

Development of Drugs Sample Preparation in Stomach Content

ปัทมา พรหมมา, ธิติ มหาเจริญ, และธนสิริ ยกเชื้อ.....25-35

บทความวิชาการ

การพัฒนาศักยภาพความรู้ของผู้ดูแลในการจัดการปัญหาพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อม

Improving Caregiver's Knowledge in Management of Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia

อาทิตยา สุวรรณ.....36-49

สารบัญ

CONTENTS

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย
ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2567

บทความวิจัย

- การตรวจความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีทดสอบลูมินอล
Examination of persistence of bloodstains on various wood surfaces by luminol test
สุริยาพร บุญธรรม, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง, และศุภชัย ศุภลักษณ์นารี.....50-58
- การศึกษาผงฝุ่นจากบอระเพ็ดเพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน
A Study on the Use of Tinospora Cordifolia Powder for Latent Fingerprint Detection on Non-Porous Surfaces
เมทินี มานะจรรยาพงศ์ และวรรัช วิชาวนิชย์.....59-69
- การพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูปออนไลน์ : กรณีศึกษา บริษัท เอส ดีไซน์ แอนด์ อาร์ทเวิร์ค
E-Commerce Development System for Online Camera Trading: Case Study: S-Design and Artwork Company
โยชิตา เจริญศิริ, เฉลิมพล แก้วเทพ, รัชฎาพร ตรีสุวรรณ, และชาญยุทธ อุปายโกศล.....70-80
- การศึกษาเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในแหล่งน้ำจืดกับริมตลิ่งเพื่อสนับสนุนงานทางนิติวิทยาศาสตร์
The Comparative Study of Diatom Species in Freshwater and Riverbanks to Support Forensic Science
พัทธมนัส ดำนัย และปริญญา สีลานันท์.....81-90

การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวต่างชนิดกันโดยการประยุกต์ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 10%w/v

Appearance of latent fingerprint marks on the sticky side of different adhesive tapes by application of 10%w/v potassium permanganate solution

กัลยาณี เกียรติดำเนินงาม¹, วรวัช วิชชวานิชย์²

นักศึกษาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Kanlayanee Kiatdamnerngam¹ Woratouch Witchuwanich²

Master of Science student, Faculty of Forensic Science Police Cadet Academy^{1,2}

E-mail: Kanlayanee.kdn@gmail.com^{1,2}

Received: November 23, 2023; Revised: April 4, 2024; Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

เทปกาวเป็นหนึ่งในวัตถุสำคัญที่ผู้ร้ายใช้ในการก่อเหตุอาชญากรรม อาจเนื่องมาจากเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย และมีความอ่อนกประสงค์สำหรับการใช้งานในหลากหลายด้าน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวต่างชนิดกันโดยการประยุกต์ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 10%w/v และให้คะแนนจากวิธีการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ของรอยลายนิ้วมือแฝง บนด้านเหนียวของเทปกาวจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว ทั้งทางปฏิบัติและทางเศรษฐศาสตร์ร่วมกัน จากผลการวิจัยพบว่า สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีในการใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว เพราะรอยลายนิ้วมือแฝงมีความคมชัด สามารถใช้ตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ อีกทั้งยังมีราคาถูก หาซื้อง่าย และมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: เทปกาว รอยลายนิ้วมือแฝง สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ABSTRACT

Tape is one type of common items which can be encountered in criminal cases involving rape, murder, kidnapping and explosives. This research aimed to study the appearance of latent fingerprint on the sticky side of different types of adhesive tapes by application 10%w/v of potassium permanganate solution. Experimental research was carried

out by testing the effectiveness of 10%w/v potassium permanganate solution in detecting latent fingerprints on the sticky side of various types of adhesive tapes and the method of counting number of Minutiae on the sticky side of the samples of adhesive tapes as information for evaluation and comparison the efficiency of potassium permanganate solution in detecting latent fingerprints on the sticky side of adhesive tapes. The experiments mentioned above also took the technical and economic aspects into consideration. The results of the experiments found that potassium permanganate solution was a good option for detecting latent fingerprints on the sticky side of adhesive tapes as latent fingerprints were sharp and could be used for verification purposes. It is also cheap, easy to buy, safe and not harmful to health.

KEYWORDS: Adhesive tapes, Latent fingerprints, Potassium permanganate solution

บทนำ

ปัญหาอาชญากรรมของสังคมไทยเริ่มมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ตามที่ปรากฏเป็นข่าวตามสื่อต่าง ๆ เช่น การฆาตกรรม การทะเลาะวิวาท การข่มขืน หรือกระทำชำเราทางเพศ การปล้นชิงทรัพย์ หรือเหตุการณ์ก่อความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ เนื่องจากสภาพสังคมที่เปลี่ยนไปในปัจจุบัน เศรษฐกิจตกต่ำ ผู้คนมีความเครียดกันมากขึ้น อารมณ์รุนแรงขึ้น สภาพจิตใจที่เสื่อมลง ขาดศีลธรรม ไม่มีจิตสำนึก เกิดพฤติกรรมลอกเลียนแบบลักษณะการกระทำผิดของผู้กระทำผิดตามข่าวที่ปรากฏตามสื่อต่างๆ และบ่อยครั้งที่ผู้ก่อเหตุมีอายุน้อยลง อีกทั้งยังมียุทธวิธีที่รุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนหนึ่งเกิดจากการเลี้ยงดู ของครอบครัว การที่ผู้ปกครองไม่ค่อยมีเวลาให้ กฎหมายอ่อนแอ ไม่มีความเด็ดขาด และบางส่วนระบุว่ามีความรุนแรงต่างด้าวเข้ามาในไทยมากขึ้น และขาดการควบคุม ประกอบกับสาเหตุภาวะเศรษฐกิจและการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19 หรือ COVID-19) ที่เป็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปัญหาอาชญากรรมในสังคม จากรายงานสถิติการรับแจ้งเหตุของสำนักงานตำรวจแห่งชาติในไตรมาส 4 ของปีงบประมาณ 2564

พบว่า สถานการณ์อาชญากรรมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.3 จากไตรมาสเดียวกันของปีงบประมาณ 2563 โดยคดีอาญาที่มีการรับแจ้งสูงสุด คือ คดียาเสพติด จำนวน 78,329 คดี เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10.5 อันดับสองคือ คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์ จำนวน 12,623 คดี เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.3 และอันดับสามคือ คดีความผิดเกี่ยวกับชีวิตร่างกายและเพศ จำนวน 3,085 คดี ซึ่งจากรายงานสถานการณ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ปัญหาอาชญากรรมที่เกิดขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับทรัพย์สิน ชีวิต หรือเพศ โดยส่วนใหญ่มักจะมีการปกปิดความผิด ด้วยการปลอมแปลง การซ่อนเร้น หรือการป้องกันการขัดขึ้นอยู่เสมอ และวัตถุประสงค์ก่อเหตุดังกล่าวก็มักจะเป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายรอบตัว

เทปกาวย เป็นอีกหนึ่งวัตถุสำคัญที่ผู้ร้ายใช้ในการก่อเหตุอาชญากรรม อาจเนื่องมาจากเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย และมีความอ่อนกประสงค์สำหรับการใช้งานในหลากหลายด้าน เช่น การปิดฝา กล่องลัง หรือกล่องไปรษณีย์เพื่อขนส่งสิ่งผิดกฎหมายหรือยาเสพติด การปิดปาก มัด หรือรัดตรึงเหยื่อเพื่อไม่ให้นำสามารถหลบหนีหรือทำการขัดขึ้น หรือแม้กระทั่งการประกอบการจัดทำวัตถุ

ระเบิดหรือวัตถุอันตราย ยกตัวอย่างเช่น เหตุการณ์ ฆาตกรรมที่จังหวัดนครพนม ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2561 สภ.เมืองนครพนม ได้รับแจ้งให้เข้าตรวจสอบศพชายถูกฆ่าถ่วงน้ำลอยอยู่ริมแม่น้ำโขง สภาพศพถูกลือคูกุญแจมือ ขาถูกมัดด้วยเทปขาว ทิ้งถูกผ่าออกแล้วมัดเสาปูนเข้าไปในช่องท้อง อีกทั้งศพที่พบนี้ไม่ใช่ศพแรก เพราะเมื่อไม่กี่วันก่อนหน้าที่เจ้าหน้าที่ตำรวจจะได้รับแจ้งเหตุพบศพนี้ ยังมีศพชายนิรนามที่ถูกพบเป็นศพในลักษณะเดียวกันในพื้นที่นครพนมอีกถึงสองศพ (ไทยรัฐออนไลน์ 2018) นอกจากคดีฆาตกรรมแล้ว ยังมีรายงานจากผลการดำเนินการปราบปรามยาเสพติดในปี 2562 ที่พบว่ามี การซุกซ่อนยาเสพติดในกล่องพัสดุที่พันด้วยเทปปิดกล่องแล้วมีการลำเลียงโดยการจัดส่งทั้งทางไปรษณีย์และขนส่งเอกชน (สำนักงาน ป.ป.ส., 2562) จากตัวอย่างข้างต้น เทปขาวจึงมักจะเป็นวัตถุพยานหลักฐานที่พบได้บ่อยครั้งในการก่ออาชญากรรม อย่างไรก็ตาม เทปขาวก็สามารถเป็นประจักษ์พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ที่ช่วยให้ผู้ตรวจสอบสามารถระบุตัวตนของผู้ที่อยู่ในสถานที่เกิดเหตุนั้นได้ จากการพบเจอลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทปขาวไม่ว่าจะเป็นการสัมผัสอย่างตั้งใจหรือบังเอิญก็ตาม (Smith, 2011) ซึ่งในปัจจุบันได้มีนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศให้ความสำคัญในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนเทปขาวที่พบในสถานที่เกิดเหตุเพื่อหาหลักฐานในการยืนยันตัวตนของผู้กระทำความผิดมาลงโทษได้

กระบวนการในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงในเทปขาวได้มีการนำมาใช้ในทางสืบสวนโดยมีตัวอย่างงานวิจัยจากต่างประเทศ ได้แก่ Hollars et al. (2000) ทำการศึกษาวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่ด้านเหนียวของเทปขาว ด้วยวิธีการย้อมสีด้วย Liqui-Drox ในการย้อมสีให้รอย

ลายนิ้วมือแฝงเรืองแสง แล้วใช้ตัวกรองแสงเพื่อถ่ายภาพลายนิ้วมือแฝง ซึ่งผลลัพธ์ของลายนิ้วมือที่ได้มีคุณภาพดี และ Wilson, H. D. (2010) ได้ทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนเทปขาวด้วยเทคนิคเจนเซียนไวโอเลต ผงฝุ่น และ RAY (ย้อมด้วย Rhodamine ardrex (สีย้อมเรืองแสงสีเหลือง เรืองแสงภายใต้แสง 365 นาโนเมตร และ 450-480 นาโนเมตร) แล้วรวมด้วย Cyanoacrylate (Super glue)) ผลลัพธ์คือเทคนิค RAY ให้ผลดีที่สุด

ลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลถือว่าเป็นอัตลักษณ์ที่มีความเป็นจำเพาะและความแตกต่างจากบุคคลอื่นๆ โดยสิ้นเชิง ไม่เว้นแม้แต่ฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical twins) การใช้นิ้วมือสัมผัสกับผิวสัมผัสใดๆ นั้น จะมีโอกาสน้อยที่จะเกิดลายนิ้วมือที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ยกเว้นรอยลายนิ้วมือแฝง ที่เกิดจากการขีดข่วน ไม่มีสี จากต่อมเหงื่อและต่อมไขมันที่นิ้วมือ และถ่ายเทไปสู่ผิวสัมผัส จึงทำให้ลายนิ้วมือแฝงมักปรากฏบนพื้นผิวนั้นอยู่เสมอ วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงในประเทศไทยนั้นได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ซึ่งสามารถจำแนกอย่างกว้างขวางได้ 2 วิธี ดังนี้ 1) วิธีการถ่ายภาพ คือ การทำให้อนุภาค เช่น ผงฝุ่น ธรรมชาติ ผงฝุ่นแม่เหล็ก หรือผงฝุ่นเรืองแสง ไปเกาะกับพื้นผิวของผิวสัมผัสเพื่อให้ลายนิ้วมือแฝงปรากฏ และ 2) วิธีการเคมี คือ การใช้สารเคมีทำปฏิกิริยากับสารที่นิ้วมือขับออกมา เช่น นิไฮดริน (Ninhydrin) ซิลเวอร์ไนเตรท (Silver Nitrate) หรือผลึกม่วง หรือเจนเซียนไวโอเลต (Crystal violet หรือ Gentian violet) เป็นต้น (ศิริรัตน์ เทียงเจริญธรรม, 2556; บุรณลักษณ์ เกษร, 2557) โดยมีนักวิชาการของไทยหลากหลายท่านได้ทำการศึกษาวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนเทปขาว ได้แก่ อรรถพล เหลืองอรุณ (2561) ได้พัฒนาสารเคมีสำหรับตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนเทปขาว

3 ชนิด (เทปใส เทปปิดกล่องสีน้ำตาล และเทปผ้า) โดยสารดังกล่าว ประกอบด้วยผงฝุ่นดำ น้ำกลั่น และน้ำยาล้างจานชั้นไลต์ และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือและการนับจุดลักษณะสำคัญแล้ว พบว่าสารเคมีที่พัฒนาขึ้นนั้นมีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำยา Wet powder black และสามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงที่ประทับไว้ได้นานถึง 30 วัน และพันธมาลา ตรีเพชร และ ณรงค์ กุลนิเทศ (2562) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของเงินเขียนไวโอเล็ตที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ด้วยการทดสอบหาลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาว 3 ชนิด (เทปใส เทปปิดกล่อง และเทปผ้า) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาวิธีตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงก็ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งานตามแต่ละวัตถุประสงค์

ด้วยเหตุของความสำคัญและประสิทธิภาพในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวช่วยให้สามารถระบุตัวตนของผู้กระทำความผิดได้ จึงบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานที่ดีของการทดสอบดังกล่าวได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวเนื่องจากโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium Permanganate) หรือต่างทับทิมเป็นสารที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผลึกม่วง ทั้งในแง่ของการเป็นสีย้อม การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ และที่สำคัญคือ สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาดในประเทศไทย อีกทั้งยังราคาถูกเมื่อเทียบกับสารเคมีอื่นๆ และในปัจจุบันยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการตรวจหาการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝง โดยผลจากการวิจัยในครั้งนี้อาจเป็น

แนวทางสำหรับการเลือกใช้สารเคมีที่หาง่ายและราคาถูกในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวต่างชนิดกันโดยการประยุกต์ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 10%w/v และให้คะแนนจากวิธีการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae)

สมมติฐาน

การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวแต่ละประเภท ได้แก่ เทปใส เทปปิดกล่อง และเทปพันสายไฟ ที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา : การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวต่างชนิดกันโดยการประยุกต์ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 10%w/v

ขอบเขตด้านตัวแปร : ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

1) ตัวแปรต้น คือ เทปกาว 3 ประเภท ได้แก่ เทปใส เทปปิดกล่อง เทปพันสายไฟ และวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว ได้แก่ วิธีย้อมด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

2) ตัวแปรตาม คือ การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว โดยประเมินจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายนิ้วมือแฝง

3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อุณหภูมิ ห้องทดลอง ความเข้มข้นของสารละลาย การทำ

ความสะอาดนิ้วมือก่อนการประทับ น้ำหนักที่ใช้กด หรือประทับรอยลายนิ้วมือลงบนเทปขาว กล้องที่ใช้บันทึกภาพ เป็นต้น

ขอบเขตด้านระยะเวลา : ดำเนินการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ระยะเวลาทั้งหมด 11 เดือน (พฤศจิกายน 2565 - ตุลาคม 2566)

ประโยชน์ที่ได้รับ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัย ไปใช้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในเชิงวิชาการและการประยุกต์ใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์ดังนี้

ด้านวิชาการ

ได้ทราบประสิทธิภาพของสารละลาย โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปขาวแต่ละประเภท

ด้านการประยุกต์ใช้

1) เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจพิสูจน์ สามารถนำผลการศึกษานี้ไปใช้ในการประเมินและเลือกวิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงเบื้องต้น บนวัตถุพยานประเภทเทปขาวในที่เกิดเหตุตามความเหมาะสม

2) สำนักงานตำรวจแห่งชาติสามารถนำผลการศึกษานี้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการจัดซื้อสารเคมีที่มีประสิทธิภาพเทียบเคียงกับ Wet powder โดยมีต้นทุนที่ต่ำกว่า และหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของสารละลาย โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต วิธีการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปขาว เพื่อ

นำมาวิเคราะห์และกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยทำการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) จากการทดสอบประสิทธิภาพ ของสารละลาย โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปขาวประเภทต่าง ๆ และวิธีการตรวจตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปขาว จากกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารละลายโฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปขาวทั้งทางปฏิบัติและทางเศรษฐศาสตร์ร่วมกัน เพื่อใช้ประกอบสำหรับสรุปผลการศึกษาต่อไป

2. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

จะใช้อาสาสมัครเพศหญิง จำนวน 1 คน ช่วงอายุระหว่าง 25-30 ปี ลักษณะลายนิ้วมือมีลายเส้นที่คมชัดและไม่มีบาดแผล

3. การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- การเตรียมสารที่ใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝง

เดิมผู้วิจัยได้ทำการเตรียมสารละลาย โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน จำนวน 5 ความเข้มข้น คือ 1%w/v, 2% w/v, 3% w/v, 4% w/v และ 5% w/v โดยอ้างอิงจาก Om Prakash Jasuja (2550, น. 53) ผลการทดลองที่ได้ คือ ความเข้มข้นของ โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ 1%w/v, 2%w/v, 3%w/v และ 4%w/v ไม่ปรากฏรอยลายนิ้วมือแต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงได้ทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในอัตราส่วนที่ความเข้มข้น 5% w/v, 10% w/v, 15% w/v และ 20% w/v ตามลำดับ พบว่าที่ความเข้มข้น 5%w/v เริ่มพบรอยลายนิ้วมือแต่ไม่ชัดเจน ที่ความเข้มข้น 10%w/v พบรอยลายนิ้วมือชัดเจนและมีความคมชัด ที่ความเข้มข้น 15%w/v พบว่าเริ่มมีตะกอนของสารละลายโฟแทสเซียม

เปอร์แมงกาเนตบดบั้งรอยลายนิ้วมือทำให้เห็นลายเส้นไม่ชัดเจน และที่ความเข้มข้น 20%w/v พบตะกอนของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมากขึ้นและบดบั้งรอยลายนิ้วมือ จึงสรุปได้ว่าที่ความเข้มข้น 10%w/v ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ทางผู้วิจัยจึงใช้ความเข้มข้นนี้ในการทดลอง

- การเตรียมเทปกาวสำหรับวัตถุพยาน ดำเนินการจัดซื้อเทปกาวแต่ละชนิดที่มีขายตามท้องตลาดดังนี้

- เทปใส ยี่ห้อ 3M หน้ากว้าง 48mm
- เทปปิดกล่อง ยี่ห้อ Scotch หน้ากว้าง 48mm
- เทปพันสายไฟ ยี่ห้อ 3M หน้ากว้าง 48mm

- การเตรียมสถานที่เก็บตัวอย่างในห้องที่จัดเตรียมไว้ ณ วันที่ทำการวิจัย มีอุณหภูมิเฉลี่ย 24.3 องศาเซลเซียส และมีความชื้นเฉลี่ย 48.3%RH (ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานตามระบบคุณภาพ ISO/IEC 17020:2012)

ขั้นตอนทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 1: การประทับลายนิ้วมือครั้งที่ 1 ผู้ที่จะประทับลายนิ้วมือจะต้องทำความสะอาดนิ้วชี้ขวาที่จะทำการประทับครั้งแรก ก่อนทำการประทับลงบนเทปกาว

ขั้นตอนที่ 2: การประทับลายนิ้วมือ หลังจากครั้งที่ 1 การทำซ้ำครั้งที่สองเป็นต้นไป ก่อนประทับ ผู้ที่จะประทับลายนิ้วมือจะต้องไม่ทำความสะอาดนิ้วมือก่อนการประทับครั้งต่อไป และจะต้องนำนิ้วชี้ขวาไปสัมผัสกับบริเวณที่ร่างกายมีการผลิตไขมัน เช่น ร่องจมูก ใบหน้า ใบหู เป็นต้น

2. ขั้นตอนการประทับลายนิ้วมือ

ขั้นตอนที่ 1: นำเทปกาววางลงบนเครื่องชั่งแบบดิจิตอล โดยหันด้านกาวเหนียวขึ้น

ขั้นตอนที่ 2: ประทับนิ้วชี้ขวาที่มีไขมันติดอยู่ ลงบนตัวอย่างหลังจากนั้นจุ่มตัวอย่างลงไปในสารละลายแต่ละความเข้มข้น โดยไม่มีการล้างน้ำกลั่นแต่อย่างใด จากนั้นนำไปแปะลงบนเทปตัวอย่างแต่ละชนิด จากนั้น ไล่ฟองอากาศออกให้ได้มากที่สุด จะพบการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3: ในเทปกาวแต่ละประเภท จะทำการทดลองซ้ำ ตัวอย่างละ 5 ครั้ง/ผู้ที่จะประทับลายนิ้วมือ 1 คน โดยเว้นระยะห่างกันอย่างน้อย 20 วินาที ก่อนที่จะประทับลายนิ้วมือครั้งถัดไป

3. ขั้นตอนการทดสอบทางเคมี

ขั้นตอนที่ 1 เทสารละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้น 10%w/v ที่เตรียมไว้ลงในปิกเกอร์

ขั้นตอนที่ 2 นำเทปกาวแต่ละชิ้นที่ทำการประทับนิ้วชี้ขวาของผู้ที่จะประทับลายนิ้วมือแต่ละตัวอย่างมาแช่ในสารละลายที่เตรียมไว้เป็นเวลา 10 วินาที

4. ขั้นตอนการบันทึกผล

บันทึกภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวแต่ละตัวอย่างด้วยกล้องถ่ายรูปยี่ห้อ Canon รุ่น EOS 700D ใช้เลนส์มาโคร MICRO 105 mm 1:2.8G ความละเอียดภาพ 36 ล้านพิกเซล ตั้งค่าการใช้งานในโหมด Focus เท่ากับ 0.314 Shutter speed เท่ากับ 1/125 sec ติดตั้งบนแท่นที่ระยะความสูงจากฐาน หรือ วัตถุพยาน ประมาณ 23 เซนติเมตร ซึ่งการตั้งค่ากล้องทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 17020:2012 ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝงสำนักงานพิสูจน์หลักฐานกลาง

5. ขั้นตอนการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝง

การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝง โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจรอย

ลายนิ้วมือแฝง จำนวน 2 คน ที่มีประสบการณ์
ทำงานด้านการตรวจลายนิ้วมือแฝงมาแล้วมากกว่า
10 ปี จะแบ่งเป็นผู้ตรวจเพื่อนับจุดลักษณะสำคัญ
พิเศษ 1 คน และ ผู้ตรวจเพื่อยืนยันผล 1 คน เพื่อ
ดูคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นโดยใช้
สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอรายงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามความ
มุ่งหมายและสมมติฐานของการวิจัย ซึ่งมีขั้นตอน
ดังต่อไปนี้

3.5.1 วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ด้วย
สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย
และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การประเมินผลระดับคะแนนของคุณภาพ
ของรอยลายนิ้วมือและฝ่ามือแฝง ผู้วิจัยแบ่ง
ออกเป็น 3 ระดับ ใช้สูตรการคำนวณช่วงความกว้าง
ของอันตรภาคชั้น เป็นการคำนวณ ระดับการให้
คะแนนเฉลี่ยแต่ละลำดับชั้น มีดังนี้

จำนวน **minutiae** ที่ตรวจพบสูงสุด – จำนวน **minutiae** ที่ตรวจพบต่ำสุด

จำนวนระดับชั้น

$$= \frac{(63 - 25)}{3} = 12.67$$

ได้ความกว้างของอันตรภาคชั้น = 12.67

เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยระดับการประเมินผลระดับ
คะแนนของคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง
คะแนนเฉลี่ย 25 – 37.67 หมายถึง น้อย
คะแนนเฉลี่ย 37.67 – 50.34 หมายถึง ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 50.34 – 63 หมายถึง ดี

3.5.2 ประเมินประสิทธิภาพของ
สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ทำให้
รอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวทั้ง 3
ชนิดปรากฏขึ้น โดยให้ผู้ชำนาญด้านการตรวจ
ลายนิ้วมือแฝง ประเมินและให้คะแนน ซึ่งจะแบ่ง
5 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือชัดเจนและเต็มนิ้ว
ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจหารอย
ลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว 3 ชนิด
ได้แก่ เทปใส เทปปิดกล่องและเทปพันสายไฟ โดย
มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรากฏขึ้นของรอย
ลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวต่างชนิด
กันโดยการประยุกต์ใช้สารละลายโพแทสเซียม

รูปแบบการให้คะแนนเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ รอย
ลายนิ้วมือแฝงปรากฏเต็มนิ้ว และความคมชัดของ
รอยลายนิ้วมือแฝง ตามระดับการให้คะแนน ดังนี้

- 1 คะแนน หมายถึง ไม่ปรากฏรอยลายนิ้วมือ
- 2 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือไม่ชัดเจน
และติดไม่เต็มนิ้ว
- 3 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือค่อนข้าง
ชัดเจนและติดไม่เต็มนิ้ว
- 4 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือชัดเจนแต่ติด
ไม่เต็มนิ้ว

เปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้น 10% และให้
คะแนนจากวิธีการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ
(Minutiae)

1.ผลการวิเคราะห์การตรวจหารอยลายนิ้วมือ แฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวทั้ง 3 ชนิด

สำหรับระดับคุณภาพของรอยลายนิ้วมือ
แฝง ถูกกำหนดขึ้นมาเฉพาะงานวิจัยนี้ โดยแบ่ง

ระดับคะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง
ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย 25 – 37.67 หมายถึง น้อย

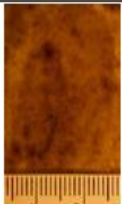
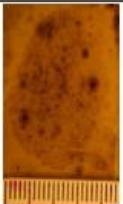
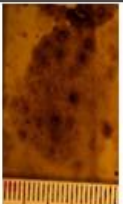
คะแนนเฉลี่ย 37.67 – 50.34 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 50.34 – 63 หมายถึง ดี

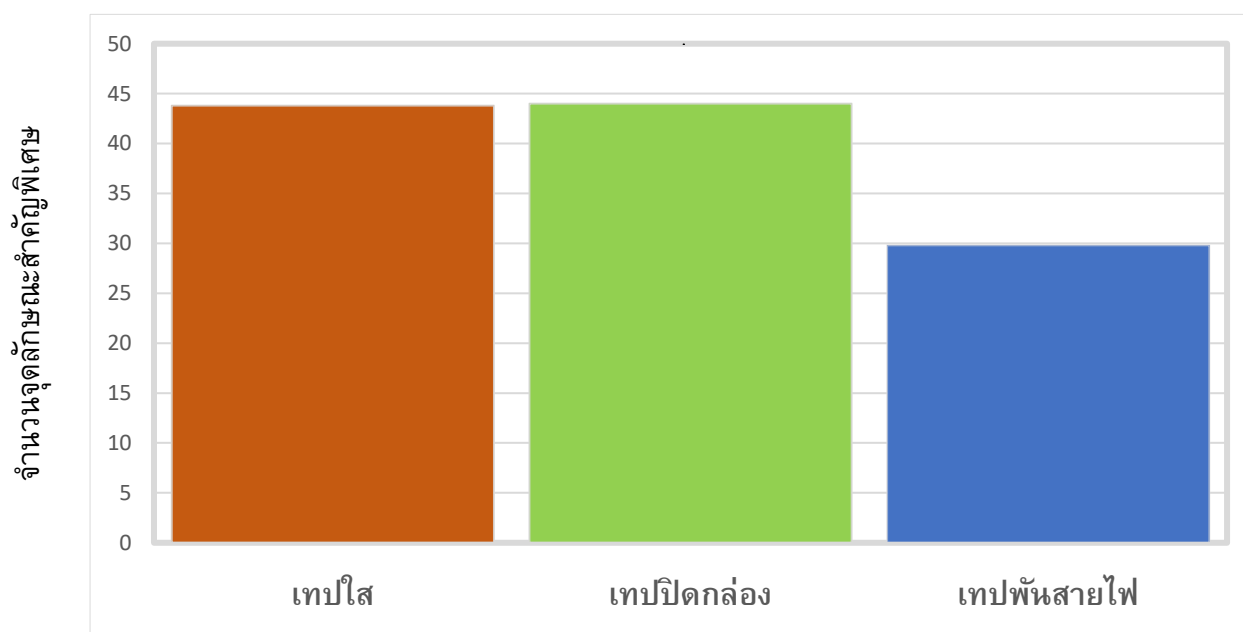
จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์การ
ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงและคุณภาพของรอย
ลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวทั้ง 3
ชนิด จากการตรวจหาลายพิมพ์นิ้วชี้ขวาของ
อาสาสมัครที่ด้านเหนียวของเทปใส เทปปิดกล่อง
และเทปพันสายไฟ ด้วยสารละลายโพแทสเซียม
เปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้น 10%w/v ที่ทำการ
ตรวจเก็บทันที พบว่าสามารถตรวจพบรอย
ลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวทั้ง 3 ชนิด ซึ่งในการ
ทดลองนี้จะใช้ผู้ชำนาญการตรวจพิสูจน์ จากกลุ่มงาน
ตรวจลายนิ้วมือแฝง ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 1 จำนวน 2
ท่าน โดยทำการลงคะแนนผลคะแนนเฉลี่ย และส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าเทปใสสามารถนับจุด
ลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ในครั้งที่ 1 ถึง 5 ได้
เท่ากับ 43,25,50,51 และ 50 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ย
ของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเท่ากับ 43.8 และ
ค่า SD เท่ากับ 9.8 เทปปิดกล่องสามารถนับจุด
ลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ในครั้งที่ 1 ถึง 5 ได้
เท่ากับ 42,63,40,50 และ 25 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ย
ของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเท่ากับ 44.0 และ
ค่า SD เท่ากับ 12.5 และเทปพันสายไฟสามารถนับ
จุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ในครั้งที่ 1 ถึง 5
ได้เท่ากับ 35,27,25,31 และ 31 ตามลำดับ มี
ค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเท่ากับ
29.8 และค่า SD เท่ากับ 3.5 จากผลการทดลอง
ข้างต้นจึงบอกได้ว่ารอยลายนิ้วมือที่ปรากฏบนเทป
ปิดกล่องมีความชัดเจนสูงสุด และรอยลายนิ้วมือแฝง
ที่ปรากฏบนเทปพันสายไฟมีความชัดเจนต่ำสุด

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงและคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้าน
เหนือของเทปกาวทั้ง 3 ชนิด

ชนิดเทปกาว	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับคุณภาพของรอยนิ้วมือ
เทปใส								
No. of minutiae	43	25	50	51	50	43.8	9.8	ปานกลาง
เทปปิดกล่อง								
No. of minutiae	42	63	40	50	25	44.0	12.5	ปานกลาง
เทปพันสายไฟ								
No. of minutiae	35	27	25	31	31	29.8	3.5	น้อย

แผนภูมิเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของเทปกาวทั้ง 3 ชนิด



2.ผลการวิเคราะห์การให้คะแนนของ

ประสิทธิภาพของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนือของเทปขาวทั้ง 3 ชนิดปรากฏขึ้น

การให้คะแนนประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง จะพิจารณาจากลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏเต็มนิ้ว และความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง ตามระดับการให้คะแนนดังนี้

- 1 คะแนน หมายถึง ไม่ปรากฏรอยลายนิ้วมือ
- 2 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือไม่ชัดเจนและติดไม่เต็มนิ้ว
- 3 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือค่อนข้างชัดเจนและติดไม่เต็มนิ้ว
- 4 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือชัดเจนแต่ติดไม่เต็มนิ้ว
- 5 คะแนน หมายถึง ปรากฏลายนิ้วมือชัดเจนและเต็มนิ้ว

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นบนเทปใส โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

	รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏเต็มนิ้ว	ความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง
คะแนนของผู้ชำนาญคนที่ 1	5	3
คะแนนของผู้ชำนาญคนที่ 2	5	3
$\bar{x}$	5	3

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้น บนด้านเหนือของเทปใส โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต มี

คะแนนลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏเต็มนิ้วเท่ากับ 5 คะแนน และความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง มีคะแนนเท่ากับ 3 คะแนน

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นบนเทปปิดกล่อง โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

	รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏเต็มนิ้ว	ความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง
คะแนนของผู้ชำนาญคนที่ 1	3	4
คะแนนของผู้ชำนาญคนที่ 2	3	5
$\bar{x}$	3	4.5

จากตารางที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของ รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้น บนด้านเหนียวของ เทปปิดกล่อง โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต มีคะแนนลักษณะของรอยลายนิ้วมือ

แฝงที่ปรากฏเต็มนิ้วเท่ากับ 3 คะแนน และความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง มีคะแนนเท่ากับ 4.5 คะแนน

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้นบนเทปพันสายไฟ โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

	รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏเต็มนิ้ว	ความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง
คะแนนของผู้ชำนาญคนที่ 1	2	3
คะแนนของผู้ชำนาญคนที่ 2	2	2
$\bar{x}$	2	2.5

จากตารางที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏขึ้น บนด้านเหนียวของเทปพันสายไฟ โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต มีคะแนนลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏเต็มนิ้วเท่ากับ 2 คะแนน และความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝง มีคะแนนเท่ากับ 2.5 คะแนน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ประสิทธิภาพ ของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด จากผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่าการหารอยลายนิ้วมือแฝงโดย สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตให้ผลลัพธ์ที่ดี ที่สุดกับเทปปิดกล่องและเทปใส ส่วนเทปพันสายไฟ ให้ความชัดเจนต่ำสุด ตามผลการทดลองในตารางที่ 1

เทปใส ตรวจพบจำนวนจุดลักษณะสำคัญ พิเศษเฉลี่ย 43.8 จุด ซึ่งมีคุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง ถือว่ามีความครบถ้วน สมบูรณ์เพียงพอต่อการตรวจเปรียบเทียบยืนยันตัวบุคคล แต่มีคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงในระดับน้อย ตามตารางที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ H.W. "Rus" Ruslander (2005) ที่ประสบปัญหา ความคมชัดของลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวใสเมื่อใช้

สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตซึ่งจากการพิจารณาของผู้วิจัย พบว่าเกิดจากพื้นผิวของเทปกาว ใสมีลักษณะโปร่งใส และสีของสารละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตทำให้มองเห็นรอยลายนิ้วมือได้ค่อนข้างไม่ชัดเจน

เทปปิดกล่อง ตรวจพบจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเฉลี่ย 44.0 จุด ซึ่งมีคุณภาพของลายนิ้วมืออยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ทศพร ทับทิม (2557) ได้ทำการศึกษา เปรียบเทียบคุณภาพของการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวโดยใช้น้ำยาเจียนไวโอเลต ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำยาเจียนไวโอเลต กับเทปปิดกล่อง ได้รอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพดีที่สุด

โดยคุณภาพของลายพิมพ์นิ้วมือนั้นส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับสภาพทางสรีรวิทยาของนิ้วมือได้แก่ ปริมาณเหงื่อที่ขับออกมา ซึ่งปัจจัยนี้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้ ในส่วนของเทปพันสายไฟพบว่าระดับความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับที่ดีแต่ความคมชัดจะน้อยกว่าเทปใส และเทปปิดกล่อง กล่าวคือมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษเฉลี่ยเพียง 29.8 จุด ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ แต่จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษนี้ยังคงเพียงพอต่อการตรวจเปรียบเทียบยืนยันตัวบุคคล จากการสังเกต

พบว่าลักษณะสภาพพื้นผิวของเทปพันสายไฟ มีความขรุขระ มากกว่าเทปกาวอีก 2 ชนิด ที่ค่อนข้างเรียบกว่า

สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นสารเคมีที่มีราคาถูก หาซื้อง่าย และมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีส่วนผสมจากสารลดแรงตึงผิว โดยในการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทปกาวที่เตรียมขึ้น ในงานวิจัยนี้ สามารถใช้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการยืนยันตัวบุคคล ลดความเสี่ยงเนื่องจากการเตรียมในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งานได้ ในขณะที่การใช้น้ำยาที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาสูงกว่าอย่าง Wet powder ซึ่งมีจำหน่ายแค่สีขาวและดำจึงเป็นข้อจำกัดทางด้านการใช้งาน นอกจากนี้หากไม่มีการเปิดใช้เป็นเวลานานจะทำให้สารเคมีจับตัวกันเป็นก้อนทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงลดลง

จากการทดลอง พบว่าเทปปิดกล่องเป็นวัตถุพยานที่สามารถตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงได้ดี จึงเป็นวัตถุพยานที่น่าสนใจ และมีความสำคัญอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถใช้ในการประมาณระยะเวลาการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวได้ เนื่องจากยังมีปัจจัยหลายๆ ด้านที่ไม่สามารถควบคุมได้ การประมาณระยะเวลาการคงอยู่ของลายนิ้วมือให้แม่นยำจำเป็นต้องใช้สภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่เกิดเหตุ และวัตถุพยานอื่นๆ เป็นตัวเชื่อมโยงอีกด้วย

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. ในขั้นตอนการประทับลายนิ้วมือต้องไม่ล้างน้ำกลั่นเนื่องจากน้ำกลั่นจะชะล้างสารประกอบที่ส่งผลต่อการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือออกไปทำให้เมื่อประทับลายนิ้วมือลงไปแล้วจะไม่ปรากฏรอยลายนิ้วมือหรือปรากฏรอยลายนิ้วมือไม่ชัดเจน

2. ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ทดลองไม่ควรมากกว่า 10%w/v เนื่องจากทำให้สารละลายตกตะกอนส่งผลต่อความชัดเจนของรอยลายนิ้วมือได้

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยขอแนะนำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้
- 2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. วิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่แตกต่างกัน มีคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงไม่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ต่างทับทิม) เป็นวิธีที่ง่าย ราคาถูก ประหยัดและรวดเร็ว และมีขั้นตอนการตรวจเก็บที่ไม่ยุ่งยาก จึงอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการใช้ต่างทับทิมในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องศึกษาเพิ่มเติมถึงพื้นผิวชนิดต่างๆ ของวัตถุพยานที่มักตรวจพบเจอ และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง

2. จากข้อค้นพบที่ว่า ระยะเวลาที่ทำการตรวจเก็บที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง พบเจอเหตุคดีต่าง ๆ จึงควรรีบทำการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงโดยเร็ว และไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ เพื่อให้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือนั้นยังคงอยู่ในสภาพดีและสามารถนำไปตรวจเปรียบเทียบยืนยันตัวบุคคลได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาด้วยตัวอย่างของจริงที่ตรวจเก็บจากสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งไม่ได้มีการควบคุมตัวแปรต่างๆ เช่น น้ำหนักแรงกด ลักษณะการประทับรอยลายนิ้วมือแฝง ปริมาณไขมัน อุณหภูมิ เป็นต้น

2. ควรหาวิธีการหรือสารเคมีมาผสมเพื่อให้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนสเกิดการละลายอย่างสมบูรณ์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

3. ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการทดลองโดยใช้อาสาสมัครเพียง 1 คน ซึ่งรอยลายนิ้วมือของแต่ละคนอาจแตกต่างกัน จึงควรทำการทดลองโดยใช้อาสาสมัครเพิ่มขึ้นเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ทศพร ทับทิม. (2557). *การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวโดยใช้น้ำยาเจนเซียนไวโอเลต* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ไทยรัฐออนไลน์. (2018). *ฆ่าโหด! สับกุญแจมือ มัดขา ผ่าท้อง ยัดปูนถ่วงศพลงแม่น้ำโขง*. สืบค้นจาก <https://www.thairath.co.th/news/crime/1457628>
- บุรณลักษณ์ เกษร. (2557). *การพัฒนาสารเคมีเพื่อตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- พันธมาลา ตรีเพชร และณรงค์ กุลนิเทศ. (2562). การศึกษาเปรียบเทียบชนิดของเจนเซียนไวโอเลตในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว. *วารสารวิชาการอาชีวศึกษาและนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ*, 5(1), 111-127.
- ศิริรัตน์ เทียงเจริญธรรม. (2556). *การปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงที่จมอยู่ในน้ำธรรมชาติโดยใช้ Small Particle Reagent และผงฝุ่นดำ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สำนักงาน ป.ป.ส. (2562). ผลการปราบปรามยาเสพติดทั่วประเทศ ปี 2562. สืบค้นจาก <https://www.oncb.go.th/doclib/forms/allitems.aspx>
- Hollars, M. L., Trozzi, T. A., & Barron, B. L. (2000). Development of latent fingerprints on dark colored sticky surfaces using Liqui-Drox. *Journal of Forensic Identification* 50(4), 357-362.
- Ruslander, H. W. (2005). *Using Small Particle Reagent to Obtain Latent Fingerprints from the Adhesive Side of Clear Plastic Tape*. Retrieved from <https://www.crime-scene-investigator.net/SPRonTape.html>.
- Smith, S. E. (2011). *What are Latent Fingerprints?*. Retrieved from <http://www.wisegEEK.com/what-are-latent-fingerprints.htm>.
- Wilson, H. D. (2010). RAY dye stain versus gentian violet and alternate powder for development of latent prints on the adhesive side of tape. *Journal of Forensic Identification*, 60(5), 510-523.

การตรวจหาสารเคมีที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝง โดยเทคนิคไมโครสโคป ฟูเรียร์ ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี

Examination of chemical substances adhered to latent fingerprints by Microscope -Fourier transform infrared spectroscopy (Microscope-FTIR)

อรัทัย เขียวพุ่ม¹, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง², ปิยาภา จันทรมล³, ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี⁴

ภาควิชาฟิสิกส์¹ ภาควิชาเคมี^{2,3,4} คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร^{1, 2, 3, 4}

Orathai Khaewpum¹, Sirirat Choosakoonkriang², Piyapa Junmon³,
Supachai Supaluknari⁴

Department of Physics¹, Department of Chemistry^{2,3,4}

Faculty of Science, Silpakorn University^{1, 2, 3, 4}

E-mail: Khaewpum_o@su.ac.th ¹ E-Mail: Choosakoonkrian_s@silpakorn.edu²

E-Mail: Junmon_p@silpakorn.edu³ E-Mail: Supaluknari_s@su.ac.th⁴

Received: December 16, 2023; Revised: April 4, 2024; Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาสารเคมีบนเปื้อนบนรอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้เทคนิค Microscope-Fourier transform infrared spectroscopy (Microscope-FTIR) ซึ่งตัวอย่างที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) คาเฟอีน (Caffeine) และ อะเซตามิโนเฟน (Acetaminophen) ในการทดลองผู้วิจัยประทับรอยลายนิ้วมือหลังจากการสัมผัสกับสารตัวอย่างลงบนกระจกสไลด์ จากนั้นทำการปิดด้วยผงฝุ่นดำ และทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เทปกาวใสลอกลายนิ้วมือแฝงก่อนจะนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไมโครสโคป ฟูเรียร์ ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปีและมีการศึกษาการคงอยู่ของสารเคมีบนรอยลายนิ้วมือแฝง ผลการวิจัยพบว่าเทคนิค ดังกล่าวสามารถใช้วิเคราะห์สารตัวอย่างบนรอยลายนิ้วมือแฝงได้ และถึงแม้จะผ่านการสัมผัสและทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง ยังสามารถตรวจพบสารเคมีตัวอย่างในรอยลายนิ้วมือแฝง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคนิคไมโครสโคป ฟูเรียร์ ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ในการวิเคราะห์สารตกค้างปริมาณน้อยที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝง ซึ่งเป็นประโยชน์ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: นิติวิทยาศาสตร์ รอยลายนิ้วมือแฝง เทปกาว เทคนิคไมโครสโคป ฟูเรียร์ ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี

ABSTRACT

The objective of this research was to develop methods for analyzing chemical contaminants on latent fingerprints using techniques microscope-Fourier transform infrared spectroscopy (Microscope-FTIR) techniques. Samples chosen for this study included methamphetamine, caffeine, and acetaminophen. The latent fingermarks deposited on glass surface after handling the samples were collected by using black powder and tape lifting techniques. Moreover, the effects of persistence time of these substances deposited within the latent fingerprints were also investigated. The results showed that the technique used in this experiment could detect all substances deposited on the finger of fingermark donors even at 6 hours after handling the substances. The results from this study demonstrated the potential of using the microscope-FTIR technique in the examination the traces of substances on the revealed fingermarks for forensic purpose.

KEYWORDS: Forensic Science, Latent Fingerprints, Adhesive tape, Microscope-Fourier transform infrared spectroscopy

บทนำ

ในปีปัจจุบันพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในกระบวนการยุติธรรม เนื่องจากพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์นั้นสามารถใช้พิสูจน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งพยานวัตถุที่สามารถตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ จะบ่งบอกถึงข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับผู้ต้องสงสัย พยานหลักฐานเหล่านี้มีจุดเด่นคือ มีความเที่ยงตรงและความแน่นอนไม่สามารถบิดเบือนข้อเท็จจริงได้ (อวิการัตน์ นิยมไทย, 2563) จากทฤษฎีของ Edmond Locard ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับคดี กล่าวว่า “ทุกการสัมผัส จะมีการทิ้งร่องรอย” เมื่อมีการสัมผัสกันของวัตถุ 2 ชิ้น จะเกิดการแลกเปลี่ยนบริเวณพื้นผิวที่สัมผัสกันของวัตถุนั้น นำมาซึ่งพยานหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุ (กองบรรณาธิการ, (ม.ป.ป.)) รอยลายนิ้วมือและรอยลายนิ้วมือแฝงจัดเป็นพยานวัตถุ

ประเภทรอยประทับที่สามารถตรวจเก็บได้จากสถานที่เกิดเหตุ ใช้พิสูจน์ว่าบุคคลที่เป็นเจ้าของลายนิ้วมือนั้นอยู่ในสถานที่เกิดเหตุหรือไม่ เมื่อเกิดการสัมผัสจะมีการทิ้งร่องรอยไว้เสมอ โดยพิจารณาจากรูปแบบต่างๆที่เฉพาะเจาะจงของลายนิ้วมือที่ปรากฏของแต่ละบุคคล เมื่อนิ้วมือสัมผัสกับวัตถุต่างๆ ลายเส้นบนนิ้วมือจะทำให้เกิดการจำลองรูปแบบลายเส้นของนิ้วมือบนวัตถุนั้นๆ ที่ถูกสัมผัส (สถาบันนิติเวชกรรมการเรียนรู้ ม.มหิดล, 2563) ทำให้สืบค้นและนำไปสู่การยืนยันตัวบุคคลและจับกุมผู้กระทำผิดได้

การตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่มักพบเจอในสถานที่เกิดเหตุสามารถทำได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการใช้น้ำยาเคมี เช่น นิโนไฮดริน เกลือซิลเวอร์ไนเตรท การรมควันด้วยไอโอดีน หรือวิธีชุบเปอร์กลู เป็นต้น การใช้ผงฝุ่นที่มีหลายประเภท ซึ่งผงฝุ่นแต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ผงฝุ่นดำ

ผงแม่เหล็ก เป็นต้น สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของพื้นผิวของพยานวัตถุ สำหรับกรณีพื้นผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน ผงฝุ่นดำถูกนำมาใช้ในการปิดเพื่อให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ ก่อนที่จะมีการใช้เทปกาวใสมาเพื่อเก็บรอยลายนิ้วมือหลังจากปิดผงฝุ่นแล้ว เพื่อนำไปตรวจหาจุดลักษณะสำคัญพิเศษต่อไป เพราะการใช้วิธีเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงจะสามารถเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงที่อาจจะปรากฏบนวัตถุที่เคลื่อนที่ไม่ได้ด้วย (ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7, 2558) นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer : FTIR) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุล โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับการสั่นของโมเลกุล ตรงกับความถี่การสั่นของพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลของสาร โดยจะวิเคราะห์ได้ทั้งสารตัวอย่างในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ (สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน, 2562) มาช่วยในการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝง แต่การใช้เครื่อง FTIR spectrometer เพียงอย่างเดียวในการวิเคราะห์ทำให้มีข้อจำกัดหลายอย่าง โดยเฉพาะการวิเคราะห์สารปนเปื้อนขนาดเล็กในวัสดุ และข้อจำกัดในด้านการเตรียมตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก จึงได้มีการพัฒนา FT-IR Imaging โดยนำเอากล้องจุลทรรศน์มาต่อเข้ากับเครื่อง FTIR spectrometer (วรารคนา อนุชิตโอฬาร, 2546) ทำให้เทคนิคนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เข้ากับงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่นงานวิจัยการวิเคราะห์สารที่ตกค้างอยู่บนรอยลายนิ้วมือที่มีขนาดเล็กถึงไมโครเมตร โดยใช้เทคนิค Infrared (IR) Micro Spectroscopy สามารถนำมาวิเคราะห์สเปกตรัมของรอยนิ้วมือได้ และสามารถนำมาใช้แยกรอยนิ้วมือของผู้ใหญ่และของเด็กได้ เป็นเทคนิคที่ง่าย สะดวก สามารถเก็บข้อมูลไว้ศึกษา

ต่อไปได้ (Williams et al., 2004) ในงานวิจัยนี้เป็น การนำเทคนิค Microscope-Fourier Transform Infrared Spectrometer (Microscope-FTIR) เป็น เทคนิคที่มีความทันสมัย รวดเร็ว และลดขั้นตอนหรือสารเคมีที่ต้องใช้มาใช้ตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงและสิ่งปนเปื้อนที่อาจติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝง พร้อมทั้งศึกษาผลของการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นดำและการลอกลายนิ้วมือแฝงโดยใช้เทปกาวประเภทต่างๆ และระยะเวลาการคงอยู่ของสารเคมีที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสืบสวน และใช้เป็นหลักฐานในกระบวนการยุติธรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงภายหลังการสัมผัสกับสารเคมี ด้วยการปิดผงฝุ่นดำและการลอกเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิคการใช้เทปกาวใช้เทคนิค microscope-Fourier transforms infrared spectroscopy (Microscope-FTIR)

2) เพื่อศึกษาระยะเวลาการคงอยู่ของสารเคมีตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้บนรอยลายนิ้วมือแฝง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปีค.ศ. 2008 Sue M. Jickells ศึกษาการตรวจสารเสพติดและวัตถุระเบิดบนรอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้เทคนิค Fourier Transform Infrared (FTIR) และ Raman spectroscopy ผลการศึกษาพบว่าสามารถตรวจหาร่องรอยการสัมผัสกับตัวอย่างได้ (Jickells, 2008) นอกจากนี้ Hazarika et al. (2008) ใช้ เทคนิค Fourier Transform Infrared spectroscopy และ Raman spectroscopy

ร่วมกับ principal components analysis (PCA) ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวตัวอย่างที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุน พบว่าสามารถใช้ในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ (Hazarika et al., 2008) ในปี ค.ศ. 2009 Tsoching Chen และคณะ ศึกษาตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวของวัสดุต่าง ๆ โดยเป็น การ ส ร ้าง โดย เท ค นิ ค Vibrational spectroscopy และการวิเคราะห์พหุตัวแปร (multivariate analysis) ซึ่งสามารถทั้งสองในการแยกแยะ องค์ประกอบของลายนิ้วมือที่มีการทับซ้อนกันได้ดี (Chen et al., 2009)

ในปี ค.ศ. 2017 Andrew V. Ewing และ Sergei G. Kazarian นำ Microscopy ATR-FTIR spectroscopy และ Raman spectroscopy ไปวิเคราะห์สารเคมีตกค้างบนนิ้วมือ ผลการศึกษาพบสารเคมีที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือได้ และมีข้อดีคือเป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายตัวอย่าง (Ewing & Kazarian, 2017) ในปี ค.ศ. 2018 Johnston A. ใช้เทคนิค FTIR spectroscopy ในการวิเคราะห์ สารพวก ammonium nitrate , sodium chlorate และ cocaine ที่ปนเปื้อนในรอยลายนิ้วมือแฝง ผลการตรวจพบว่า หลังจากผ่านไป 30 วันยังสามารถตรวจพบสารปนเปื้อน (Johnston & Rogers, 2018) ในปี ค.ศ. 2021 Francesca Coletti และคณะ ใช้เทคนิค Microscopy ATR-FTIR spectroscopy ใน การ วิเคราะห์หลักฐานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น เส้นใย และสิ่งทอต่าง ๆ ทั้งสามารถวิเคราะห์การเสื่อมสภาพของเส้นใยตามระยะเวลาต่างๆ สามารถประยุกต์ใช้กับวัตถุพยานได้ (Coletti et al., 2021) ในปี ค.ศ. 2022 มีการใช้เทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy และ เท ค นิ ค X-ray fluorescence microscopy ใน การ วิเคราะห์ สารเคมีบนรอยลายนิ้วมือ พบว่าสามารถประกอบกัน

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี บนรอยลายนิ้วมือได้ดี (Boseley, 2022) Marco Antonio de Souza และคณะ (2023) ใช้เทคนิค Diffuse Reflectance FTIR ในการศึกษารอยลายนิ้วมือแฝงและสามารถใช้จำแนกเพศได้ มีความถูกต้องมากกว่า 80% โดยใช้พิกัดที่เกิดขึ้นในช่วง เลขคลื่นในช่วง $3000 - 2800 \text{ cm}^{-1}$ และ $1790 - 1150 \text{ cm}^{-1}$ (Souza et al., 2023)

ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถหาวิธีการตรวจเก็บสารเคมีที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝง และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานที่เกิดเหตุได้

วิธีดำเนินการวิจัย

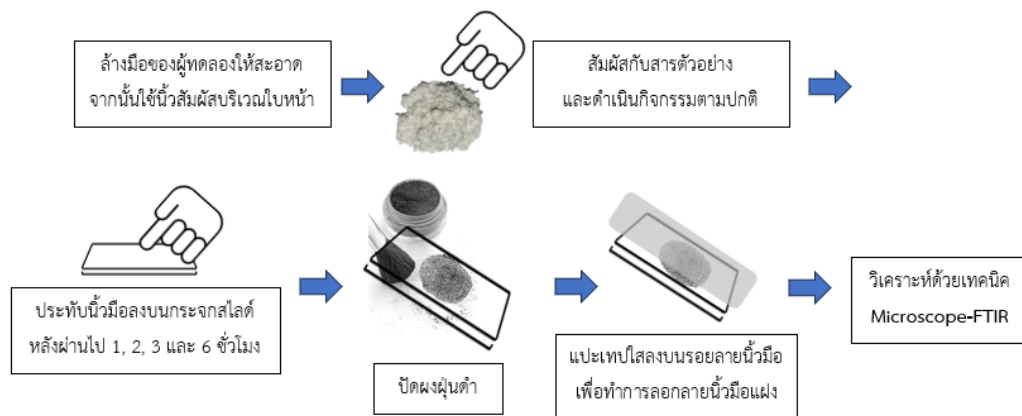
การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยสารเคมีตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ คาเฟอีน อะเซตามิโนเฟน และเมทแอมเฟตามีน รูปแบบเม็ดยาและรูปแบบผลึกใส ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยทำความสะอาดกระจกสไลด์และบริเวณนิ้วมือของผู้ทดลอง นำนิ้วมือสัมผัสบริเวณใบหน้าบริเวณที่โซน และสัมผัสกับสารเคมีตัวอย่างปริมาณเล็กน้อย ปิดสารเคมีออกจากปลายนิ้ว จากนั้นประทับลายนิ้วมือลงบนกระจกสไลด์ ทำการปิดรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นดำเพื่อให้รอยลายนิ้วมือปรากฏ จากนั้นนำเทปใสมาลอกลายนิ้วมือนำรอยลายนิ้วมือที่ลอกมาแล้วบนเทปใสไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR ต่อไป

สภาวะของเครื่อง Microscope-FTIR ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น spotlight 200i โดยโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ คือ Spectrum 100 วิเคราะห์ในโหมด ATR ที่เลขคลื่น (Wavenumber) $4000 - 600 \text{ cm}^{-1}$ จำนวนครั้งในการสแกนคือ 32 สแกน ความละเอียด (Resolutions) 4 cm^{-1} และใช้แรงที่ใช้กดให้ ATR

แนบกับตัวอย่างที่ค่าน้ำหนัก 50-70 % นำภาพรอยลายนิ้วมือและสเปกตรัมที่ได้มาวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง ทำการทดลองกับสารเคมีตัวอย่างจนครบ 3 ตัวอย่าง

ทำการศึกษาระยะเวลาการคงอยู่ของสารเคมีตัวอย่างตกค้างบนรอยลายนิ้วมือแฝงโดยให้ผู้ทดลองสัมผัสกับสารเคมีตัวอย่างแล้วทิ้งระยะเวลาไว้ที่เวลา 1, 2, 3, และ 6 ชั่วโมง โดยดำเนินชีวิตปกติ

(ไม่ผ่านการล้างมือ) ก่อนที่จะประทับรอยลายนิ้วมือแฝงลงบนกระจกสไลด์ และนำไปเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR ตามวิธีการทดลองข้างต้น โดยทำการทดลองที่ระยะเวลาต่างๆ อย่างละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ผลสเปกตรัมที่ได้ โดยเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของสเปกตรัมของสารเคมีตัวอย่างกับสเปกตรัมของสารเคมีที่วิเคราะห์ได้จากรอยลายนิ้วมือแฝง แผนผังการทดลองแสดงในรูปที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังการทดลอง

ผลการวิจัย

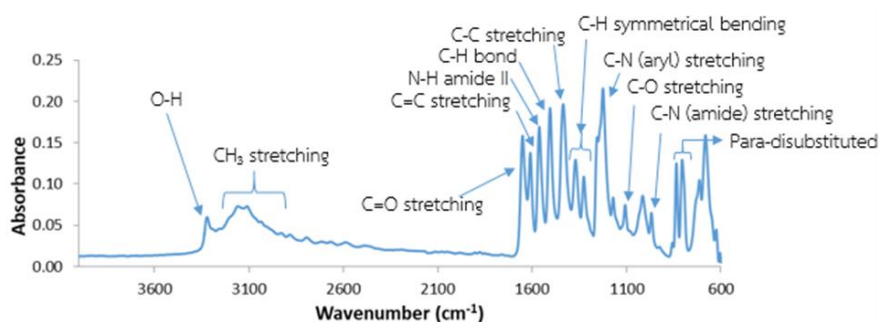
ผลการทดลองที่ได้เมื่อผู้ทดลองนำนิ้วมือสัมผัสบริเวณใบหน้าเพื่อเป็นการจำลองเหตุที่ออกที่บริเวณนิ้วมือและนำนิ้วมือไปสัมผัสสารเคมีตัวอย่าง ประทับนิ้วมือลงบนกระจกสไลด์ นำกระจกสไลด์ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงสเปกตรัมของอะเซตามิโนเฟนที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระจกสไลด์ และรูปที่ 3 แสดงภาพถ่ายบริเวณที่วิเคราะห์ตัวอย่างจากเครื่อง Microscope-FTIR

จากรูปที่ 2 แสดงสเปกตรัมของอะเซตามิโนเฟน ที่สามารถนำพิกมาระบุหมู่ฟังก์ชันนอลที่ใช้

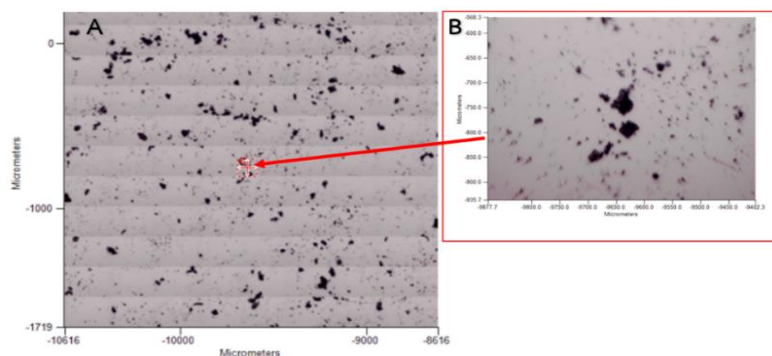
ยืนยันโครงสร้างของสารเคมีที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝงได้ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสเปกตรัมของอะเซตามิโนเฟนอ้างอิง (Trivedi et al., 2015) พบว่าลักษณะของพีคที่ได้ตรงกัน สามารถระบุยืนยันได้ว่าสารที่นำมาวิเคราะห์ คือ อะเซตามิโนเฟน หรือ อะเซตามิโนเฟน ซึ่งผลการทดลองกับสารตัวอย่างอื่นๆ คือ คาเฟอีน และเมทแอมเฟตามีนก็ได้ผลการทดลอง เป็นสเปกตรัมของสารเคมีดังกล่าว ทำให้สามารถระบุได้ว่าเป็นสารเคมีชนิดนั้น ๆ สำหรับ Microscope-FTIR เป็นเทคนิคที่สามารถถ่ายภาพได้จากตัวอย่างที่มีขนาดเล็กถึงระดับไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งพบว่าสามารถถ่ายให้เห็นร่องของลายนิ้วมือ

และจากรูปในกรอบสีแดงจะเป็นบริเวณที่การบันทึกสเปกตรัมที่ปรากฏในรูปที่ 2 ซึ่งจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างเพียงเล็กน้อยที่

ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝงก็สามารถวิเคราะห์และบ่งชี้ได้อย่างชัดเจนว่าเป็นสารตัวใด



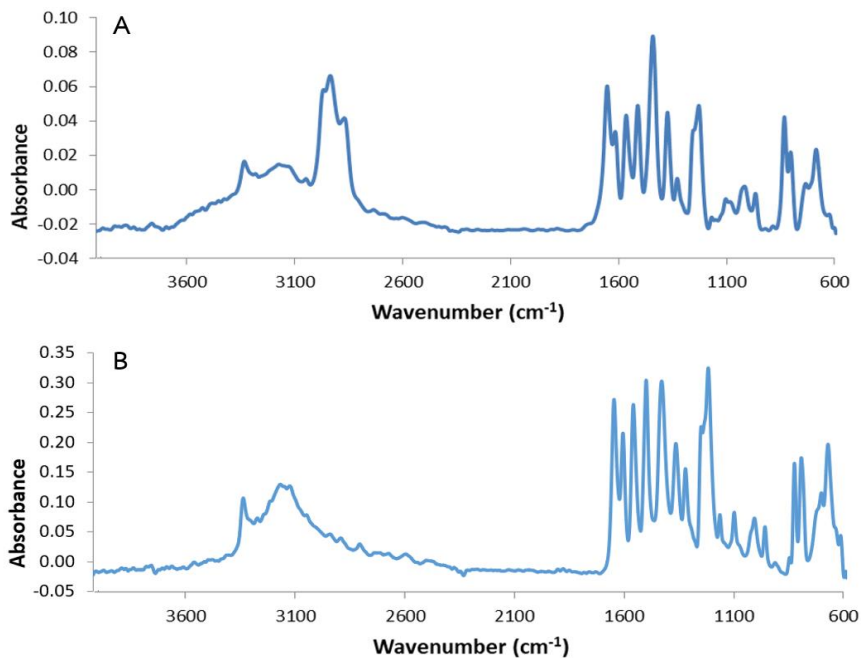
ภาพที่ 2 สเปกตรัมของอะเซตามิโนเฟนที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระจกสไลด์



ภาพที่ 3 A) ภาพถ่ายจากเครื่อง Microscope-FTIR ขนาด 2,000 x 2,000 ไมโครเมตร บริเวณรอบตำแหน่งที่วิเคราะห์ B) ภาพถ่ายบริเวณที่วิเคราะห์จากเครื่อง Microscope-FTIR

ในการศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยทำการปัดรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นดำเพื่อให้รอยลายนิ้วมือปรากฏซึ่งเป็นเทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวเรียบและไม่มีรูพรุน จากนั้นนำเทปใสมาลอกลายนิ้วมือเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR การเก็บตัวอย่างเช่นนี้จะทำให้สามารถนำตัวอย่างที่ผู้ต้องสงสัยอาจจะมีการสัมผัสกับวัตถุหรือกระจกหน้าต่าง ประตู ที่อาจพบเจอในสถานที่เกิดเหตุ แต่วัตถุเหล่านั้นไม่สามารถ

เคลื่อนย้ายได้หรือมีขนาดใหญ่ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์อะเซตามิโนเฟนที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝงหลังจากประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวกระจกสไลด์และใช้เทปใสในการเก็บตัวอย่าง ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4 A) และวิเคราะห์อะเซตามิโนเฟนที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝงหลังจากประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวกระจกสไลด์ปิดด้วยผงฝุ่นดำและใช้เทปใสในการเก็บตัวอย่าง ดังรูป 4 B)

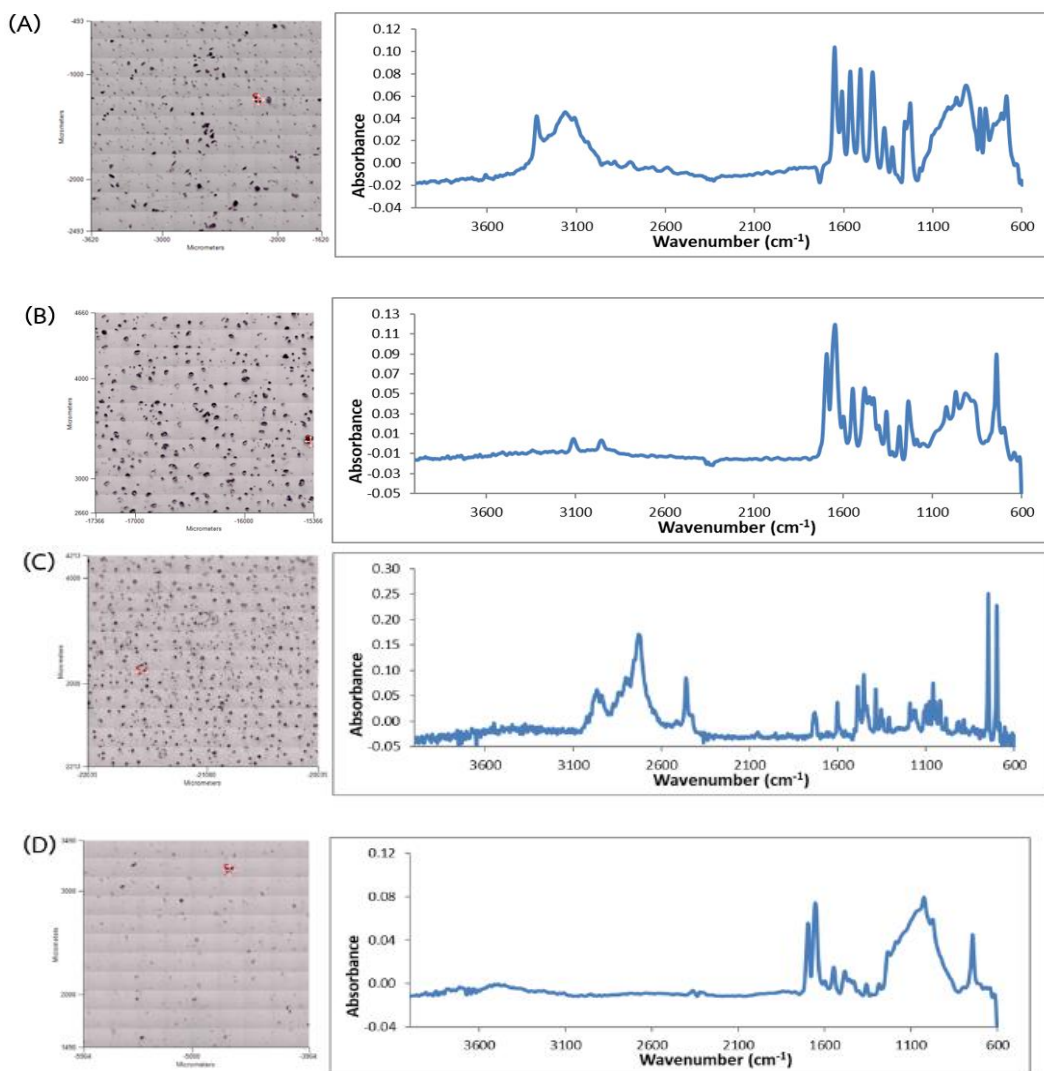


ภาพที่ 4 A) FTIR สเปกตรัมของอะเซตามีนโนเฟนที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝงหลังจากประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวกระจกสไลด์และใช้เทปใสในการเก็บตัวอย่าง

B) FTIR สเปกตรัมของอะเซตามีนโนเฟนที่ติดมากับรอยลายนิ้วมือแฝงหลังจากประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวกระจกสไลด์ ปิดด้วยผงฝุ่นดำและใช้เทปใสในการเก็บตัวอย่างในการวิเคราะห์บนพื้นผิวเทปใส

จากการเปรียบเทียบ รูปที่ 4 A) และ B) พบว่าสเปกตรัมทั้งสองมีลักษณะคล้ายคลึงกัน มีตำแหน่งของพีคที่ตำแหน่งเดียวกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่ 1 ซึ่งก็คือ สเปกตรัมของอะเซตามีนโนเฟนที่ติดอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝงบนกระจกสไลด์ ดังนั้นจากผลการทดลองที่ได้นี้แม้ว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่มีการปิดด้วยผงฝุ่นดำ และใช้เทปใสในการลอกลายนิ้วมือแฝงเพิ่มเติมยังคงสามารถตรวจพบสารที่ปนเปื้อน นั่นคืออะเซตามีนโนเฟนที่อยู่ในรอยลายนิ้วมือได้ แสดงให้เห็นว่าในสถานการณ์จริงหากพื้นผิวที่มองเห็นรอยลายนิ้วมือแฝงได้ยากจะต้องนำผงฝุ่นมาปิดช่วยในเกิดรอยที่ชัดเจน เมื่อนำเทปใสไปเก็บรอย

ลายนิ้วมือได้หลังจากส่งตรวจหาจุดสำคัญระบุตัวตนของผู้ต้องสงสัย ยังสามารถนำมาวิเคราะห์สารที่ปนเปื้อนบนรอยลายนิ้วมือได้เพื่อสืบหาพยานแวดล้อมที่ผู้ต้องสงสัยได้สัมผัส เมื่อทำการทดลองกับสารตัวอย่าง คือ คาเฟอีน และเมทแอมเฟตามีน รูปแบบเม็ดยาและรูปแบบผลึกใส ได้ผลการทดลองในทำนองเดียวกันคือ การปิดผงฝุ่นดำและการใช้เทปใสในการลอกลายนิ้วมือแฝงยังคงสามารถตรวจพบสารปนเปื้อนซึ่งผู้ทำการทดลองสัมผัสก่อนที่จะประทับรอยลายนิ้วมือแฝงลงบนกระจกสไลด์ได้



ภาพที่ 5 ภาพถ่ายจากกล้องไมโครสโคป (ซ้าย) และสเปกตรัม (ขวา) ของอะเซตามีนเฟน (A) คาเฟอีน (B) เมทแอมเฟตามีน รูปแบบผลึก (C) และ เมทแอมเฟตามีน รูปแบบเม็ด (D) บนลายนิ้วมือแฝงที่จัดเก็บโดยการปิดผงฝุ่นดำและลอกด้วยเทปใส ภายหลังจากการสัมผัสสารตัวอย่างแล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก่อนประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวกระจกสไลด์ เก็บตัวอย่างจากการปิดผงฝุ่นดำและนำเทปใสมาลอกลายนิ้วมือ

จากการวิเคราะห์การคงอยู่ของสารเคมีที่สัมผัสบนรอยลายนิ้วมือแฝง แล้วเก็บตัวอย่างโดยการลอกลายบนเทปใส นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR จากรูปที่ 5 พบว่าแม้สัมผัสสารตัวอย่างแล้วทิ้งไว้เป็นเวลาถึง 6 ชั่วโมง ยังตรวจพบสารเคมีที่สัมผัส และยืนยันด้วยสเปกตรัมของสารเคมีเหล่านั้น สำหรับทุกสารตัวอย่างที่นำมาทำการทดลอง อย่างไรก็ตามจากภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อินฟราเรดของสารที่คงเหลือที่เก็บตัวอย่าง

ได้บนเทปกาวยใส อยู่จะเห็นว่าปริมาณค่อนข้างน้อย แสดงให้เห็นว่าลักษณะทางกายภาพของสารเคมีที่ปนเปื้อนบนรอยลายนิ้วมือแฝงที่ลดลงไปตามระยะเวลาที่ผ่านไป หรือสารเคมีตัวอย่างที่ติดมาบนรอยนิ้วมือแฝงหายไปตามระยะเวลาที่ทิ้งไว้ภายหลังการสัมผัสสารเคมีนั่นเอง และการใช้ผงคาร์บอนและเทปใสในการเก็บตัวอย่าง สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR ได้ดี แต่เมื่อปริมาณของสารลดลง อาจจะเห็นพิกของ background ปน

มาบ้าง แต่ก็ยังคงพบลักษณะสเปกตรัม และตำแหน่งของพีคที่ยืนยันว่าเป็นสารตัวอย่างได้ที่ได้ จากการเปรียบเทียบกับสเปกตรัมของสารตัวอย่างเริ่มต้นได้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สารเคมีคือ อะเซตามิโนเฟน คาเฟอีน เมทแอมเฟตามีน ในรูปแบบผลึกใส และ เมทแอมเฟตามีน รูปแบบเม็ด ที่ติดมาบนรอยลายนิ้วมือแฝงภายหลังการสัมผัส และการเก็บตัวอย่างโดยวิธีปิดผงฝุ่นดำและใช้เทปใสในการเก็บ

ตัวอย่าง ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR ผลการวิจัยที่ได้พบว่าเป็นวิธีการและเทคนิคที่เหมาะสม สามารถตรวจวัดสารตัวอย่างได้ แม้สารตัวอย่างที่ได้ติดมาเพียงเล็กน้อย ได้ ทั้งรูปภาพจากกล้องไมโครสโคป และสเปกตรัมเพื่อใช้ในการยืนยัน ว่าเป็นสารเคมีชนิดนั้นใหม่ และเมื่อนำไปใช้ตรวจวิเคราะห์ความคงอยู่ของสารเคมีบนรอยลายนิ้วมือแฝง ดังแสดงผลการทดลองโดยสรุปในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์การคงอยู่ของสารเคมีบนรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิค Microscope-FTIR

สารตัวอย่าง	การศึกษาการคงอยู่ของสารบนเปื้อน (ชั่วโมง)			
	1	2	3	6
อะเซตามิโนเฟน (Acetaminophen)	✓	✓	✓	✓
คาเฟอีน (Caffeine)	✓	✓	✓	✓
เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) รูปแบบผลึกใส	✓	✓	✓	✓
เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) ในรูปแบบเม็ด	✓	✓	✓	✓
หมายเหตุ	✓ คือ สามารถวิเคราะห์สารเคมีบนรอยลายนิ้วมือแฝงได้ ✗ คือ ไม่สามารถวิเคราะห์สารเคมีบนรอยลายนิ้วมือแฝงได้			

จากตารางจะเห็นได้ว่าเมื่อศึกษาการคงอยู่ของสารเคมีบนรอยลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวยใส ด้วยเทคนิค Microscope-FTIR ซึ่งเป็นเทคนิคที่ให้ผลการวิเคราะห์เป็นภาพถ่ายและสเปกตรัมของสารที่ทำการวิเคราะห์ได้นั้น ยังคงพบและตรวจวัดได้แม้สารตัวอย่างจะสัมผัสบนนิ้วมือมาแล้วถึง 6 ชั่วโมง เนื่องจากบนรอยนิ้วมือมีเส้นร่องและเส้นนูนที่บริเวณลายนิ้วมือ สารเคมี จะติดอยู่บนช่องระหว่างเส้นร่องและเส้นนูนนั่นเอง เมื่อสารเคมีเพียงเล็กน้อยก็สามารถติดอยู่ได้ดี สามารถใช้เทคนิคนี้ตรวจสอบสารเคมีที่หลงเหลือภายหลังการสัมผัสได้ดี ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ถือเป็นเทคนิค

ที่ไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ทำให้มีความสะดวก รวดเร็วในการวิเคราะห์ สามารถใช้ประเมินลักษณะทางกายภาพและปริมาณของสารเคมีตัวอย่างที่หลงเหลืออยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝงได้ และการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีปิดผงฝุ่นดำและใช้เทปใสในการเก็บตัวอย่าง เป็นวิธีที่สะดวก ไม่มีผลต่อการปรากฏขึ้นของสเปกตรัม และสามารถใช้ในการเก็บตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแฝงที่อยู่บนวัตถุที่มีขนาดใหญ่ ที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้เทคนิค Microscope-FTIR ในการวิเคราะห์ตรวจสอบแยกสารเคมีบาง

ประเภทบนรอยลายนิ้วมือแฝง (Ewing & Kazarian, 2017) (Coletti et al., 2021) (Boseley, 2022) และสามารถใช้เทคนิคนี้ในการถ่ายภาพและวิเคราะห์สารเคมีได้ สามารถนำไปใช้ให้กับประโยชน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ (Coletti et al., 2021) (Boseley, 2022) (Souza et al., 2023)

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยเทคนิคอื่น และควรศึกษาสารเคมีหรือสารเสพติดประเภทอื่นๆ ที่อาจติดตาม

กับรอยลายนิ้วมือแฝงเพิ่มเติม ควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาการคงอยู่ของสารเคมีบนรอยนิ้วมือแฝงด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ “ทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขานิติวิทยาศาสตร์ จากกองทุนพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากรในส่วนของคณะวิทยาศาสตร์ สาขานิติวิทยาศาสตร์” จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สัญญาเลขที่ SC-FS-2565-02

เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณาธิการ. (ม.ป.ป.). บุคคลสำคัญ – Edmond Locard. เข้าถึงได้จาก <http://www.forensicchula.net/FMJ/journal/topic/locard.pdf>
- วรารัณ อนุชิตโอฬาร. (2546). FI-IR Imaging. เข้าถึงได้จาก https://www2.mtec.or.th/th/emagazine/admin/upload/212_67-70.pdf
- สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ ม.มหิดล. (2563). ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลายมือ. เข้าถึงได้จาก <https://il.mahidol.ac.th/th/wp-content/uploads/2020/06/ข้อมูลลายนิ้วมือ.pdf>
- สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน. (2562). การให้บริการวิเคราะห์ทดสอบระบบลำแสงที่ 4.1 Infrared Spectroscopy and Imaging วิเคราะห์หมู่ ฟังก์ชันของสาร. เข้าถึงได้จาก <https://www.slri.or.th/bdd/th/component/content/article?layout=edit&id=40>
- ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 7. (2558). การหาลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการต่างๆ. เข้าถึงได้จาก <https://scdc7.forensic.police.go.th/index.php/component/k2/item/323-2015-12-11-09-18-30>
- อภิวรรตน์ นิยมไทย. (2563). พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์. เข้าถึงได้จาก https://www.senate.go.th/assets/portals/93/fileups/272/files/S%E0%B9%88ub_Jun/10reform/reform73.pdf
- Boseley, R. (2022). *Using Synchrotron Infrared Spectroscopy and X-ray Fluorescence Microscopy to Explore Fingerprint Chemistry* (Doctoral dissertation, Curtin University).
- Chen, T., Schultz, Z. D., & Levin, I. W. (2009). Infrared spectroscopic imaging of latent fingerprints and associated forensic evidence. *Analyst*, 134(9), 1902-1904.
- Coletti, F., Romani, M., Ceres, G., Zammit, U., & Guidi, M. C. (2021). Evaluation of microscopy techniques and ATR-FTIR spectroscopy on textile fibers from the Vesuvian area: A

- pilot study on degradation processes that prevent the characterization of bast fibers. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 36, 102794.
- Ewing, A. V., & Kazarian, S. G. (2017). Infrared spectroscopy and spectroscopic imaging in forensic science. *Analyst*, 142(2), 257-272.
- Hazarika, P., Jickells, S. M., Wolff, K., & Russell, D. A. (2008). Imaging of latent fingerprints through the detection of drugs and metabolites. *Angewandte Chemie International Edition*, 47(52), 10167-10170.
- Jickells, S. M. (2008). Fingerprinting: into the future. *Measurement and Control*, 41(8), 243-247.
- Johnston, A., & Rogers, K. (2018). *The temporal degradation of illicit contaminants in latent fingerprints using fourier transform infrared spectroscopic imaging*. ANDREW JOHNSTON, 116.
- Souza, M. A. D., Santos, A. S., Silva, S. W. D., Braga, J. W. B., & Sousa, M. H. (2023). Diffuse Reflectance FTIR of Latent Fingerprints and Discriminant Analysis for Sex Identification in Humans. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 34, 819-825.
- Trivedi, M., Patil, S., Shettigar, H., Bairwa, K., & Jana, S. (2015). Effect of biofield treatment on spectral properties of paracetamol and piroxicam. *Chemical Sciences Journal*, 3(6).
- Williams, D. K., Schwartz, R. L., & Bartick, E. G. (2004). Analysis of latent fingerprint deposits by infrared microspectroscopy. *Applied spectroscopy*, 58(3), 313-316.

การพัฒนาวิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ยาจากอาหารในกระเพาะ

Development of Drugs Sample Preparation in Stomach Content

ปัทมา พรหมมา¹, ธิติ มหาเจริญ², ธนสิริ ยกเชื้อ³

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ^{1,2}, สถาบันนิติวิทยาศาสตร์³

Pattaya Promma¹, Thiti Maharjaroen², Tanasiri Yokchue³

Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy^{1,2},

Central Institute of Forensic Science³

E-mail: Pattaya75815@gmail.com^{1, 2, 3}

Received: January 18, 2023; Revised: March 12, 2024; Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์ยาจากอาหารในกระเพาะเพื่อกำจัดไขมันออกจากตัวอย่าง โดยศึกษาชนิดของตัวทำละลายการสกัดยา ได้แก่ อะซีโตนไตรล์ เมทานอล และ ตัวทำละลายผสมอะซีโตนไตรล์ ต่อไอโซโพรพานอล ปริมาตร 1, 1.5 และ 2 มิลลิลิตร และศึกษาชนิดตัวทำละลายสกัดร่วมที่ใช้กำจัดไขมัน ได้แก่ เฮกเซน ปีโตรเลียมอีเทอร์ และตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปีโตรเลียมอีเทอร์ ที่ปริมาตร 1, 2 และ 3 มิลลิลิตร ผลการศึกษาการสกัดยาด้วยตัวทำละลาย อะซีโตนไตรล์ ที่ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ร่วมกับตัวทำละลายสกัดร่วม ได้แก่ เฮกเซนต่อปีโตรเลียมอีเทอร์ที่ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สามารถสกัดยาที่ให้ค่าร้อยละของ Recovery สูงสุด และการทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพการสกัดของทั้งสองวิธี (pair-t-test) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และนำไปประยุกต์ใช้กับตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากศพพบว่า วิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถสกัดยาได้ครบทั้ง 10 ชนิด และเมื่อเปรียบเทียบความสูงของพีคคอเลสเทอรอลในตัวอย่าง พบว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นมีความสูงของพีคต่ำกว่าวิธีดั้งเดิม ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ง่าย ใช้ปริมาณตัวอย่างที่น้อยลง สามารถวิเคราะห์ยาทั้งกลุ่มกรดและกลุ่มด่างได้ในครั้งเดียว ทำให้ยืดอายุการใช้งานเครื่องมือ และลดต้นทุนในการตรวจวิเคราะห์

คำสำคัญ: อาหารในกระเพาะ ยา GC-MS

ABSTRACT

The stomach contents are a typical sample for postmortem analysis of drugs and toxins along with analysis of other biological samples. It was found that in the stomach had background interference from fat interfering with the analysis using the technique GC-MS, thus obscuring the detection of the target drugs. The researcher therefore developed an analysis of drugs and clean-up lipids in stomach content. The purposes were to study the Types of drug extraction solvents, namely

Acetonitrile Methanol and Acetonitrile Isopropanol at volumes of 1, 1.5 and 2 mL and to study the types of solvents used for cleaning-up lipids, namely hexane petroleum ether and hexane to petroleum ether mixed solvent at volumes of 1, 2 and 3 mL. Results of the study on drug extraction with Acetonitrile at a volume of 2 mL when used with a Hexane found that Petroleum Ether cleaning-up lipids at a volume of 1 mL. was able to extract the drug that gave the highest recovery value and the obtained values were tested for differences (pair-t-test). The extraction efficacy of the two drugs was significantly different at the 95% confidence level. When applied to the stomach content samples comparing the cholesterol peak in the sample, the developed method had lower peak height than the traditional method. This method is easy to analyze results, uses a smaller sample volume and can analyze both acidic and basic drugs at one time. It also extends tool life and reduces the cost of analysis

KEYWORDS: Stomach content, Drugs, GC-MS

บทนำ

ตั้งแต่ปี พ.ศ.2562 เป็นต้นมาอัตราการฆ่าตัวตายสำเร็จของประเทศไทยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ศูนย์เฝ้าระวังการฆ่าตัวตาย, 2565) การเสียชีวิตด้วยการกินยา ในรูปแบบการกินยาเกินขนาด หรือการใช้ยาในการฆาตกรรมหรืออำพรางคดี เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวก ซึ่งการตายใดที่ผิดธรรมชาติ ต้องเข้าสู่กระบวนการชันสูตรพลิกศพตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 148 เพื่อหาสาเหตุของการเสียชีวิต (สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2561) โดยใช้อำนาจความรู้ทางนิติพิษวิทยา (Forensic Toxicology) ในการตรวจหายาหรือสารพิษในอวัยวะต่าง ๆ ของคนตาย รวมทั้งจากเลือด น้ำดี น้ำไขสันหลัง และน้ำปัสสาวะ และอาหารในกระเพาะ เป็นต้น ที่สงสัยว่าจะตายจากยาหรือสารพิษใดๆ

อาหารในกระเพาะเป็นตัวอย่างชีววัตถุที่สามารถตรวจวิเคราะห์หาได้ เนื่องจากกระเพาะอาหารมี pH ประมาณ 1 ถึง 3 จากการหลั่งของ

Hydrochloric acid สภาพที่เป็นกรดของกระเพาะอาหาร ทำให้เป็นตำแหน่งที่ยาที่เป็นกรดดูดซึมได้ดี ถ้ายาละลายและคงสภาพอยู่ในสารละลายที่เป็นกรดของกระเพาะอาหาร ขณะที่ยาที่เป็นด่างจะละลายทันทีในกระเพาะแต่การดูดซึมไม่ดีเนื่องจากยาจะแตกตัวเป็นไอออน ทำให้ไม่มีความสามารถในการละลายในไขมันได้เพียงพอที่จะนำส่งผ่านผนังเยื่อหุ้มได้ แต่เมื่อเข้าสู่ลำไส้เล็กจะแตกตัวเป็นไอออนน้อยลงจึงดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็ก (เพียรกิจ แดงประเสริฐ, 2559) จึงนิยมนำมาตรวจวิเคราะห์หาและสารพิษหลังการเสียชีวิตร่วมกับการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างชีววัตถุอื่นๆ เช่น เลือด ปัสสาวะ เนื้อตับ เป็นต้น และยังสามารถระบุเวลาการตายของศพหลังจากการรับประทานอาหารมื้อสุดท้ายได้ ทั้งนี้ในการตรวจวิเคราะห์ต้องอาศัยความรู้ เทคนิค และกระบวนการสกัดที่เหมาะสมกับเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งเทคนิคทางแมสสเปกโตรเมตรีสามารถใช้หาน้ำหนักโมเลกุลของสารที่ต้องการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง ทำให้นำไปศึกษา

โครงสร้างทางเคมีของสารนั้นๆได้ เทคนิคแมสสเปกโตรเมตรีจึงถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยรวมถึงงานเคมีวิเคราะห์อย่างกว้างขวาง อาทิ เทคนิคแก๊ส-โครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรเมตรี และเทคนิคลิควิดโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรเมตรี (จิตนภา วรณิกุล, 2561) อย่างไรก็ตามพบว่า อาหารในกระเพาะเป็นตัวอย่างที่มีไขมันค่อนข้างสูง ทำให้มี Background Interference รบกวนการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรเมตรีส่งผลให้บางครั้งบดบังการตรวจพบสารกลุ่มเป้าหมายได้ ปัจจุบันใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยการสกัดแยกยากกลุ่มที่เป็นกรด (Acidic Drugs) และยากกลุ่มที่เป็นเบส (Basic Drugs) ต้องทำการวิเคราะห์ถึง 2 ครั้ง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยาก ใช้เวลามาก สิ้นเปลืองทรัพยากรใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เป็นพิษ ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ส่งผลต่อปัญหาสุขภาพของผู้ทำการตรวจวิเคราะห์ในอนาคต และในการตรวจวิเคราะห์หายาและสารพิษในห้องปฏิบัติการต้องมีการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำและความเที่ยงสูง ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญในการวิเคราะห์สารปริมาณน้อย (Trace Analysis) โดยเฉพาะสำหรับงานทางนิติวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการเตรียมตัวอย่างจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญและจำเป็นในกระบวนการวิเคราะห์ เพื่อให้สารที่วิเคราะห์มีความเข้มข้นไม่ต่ำเกินไปจนไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ ด้วยเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนของไขมันในคอลัมน์ซึ่งไปลดความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ของโดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างอาหารในกระเพาะ ด้วยการสกัดที่ใช้ปริมาณตัวอย่างน้อยลง สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งกลุ่มกรดและกลุ่มเบสพร้อมกันในครั้งเดียว เพื่อให้ได้วิธีที่

สะดวกรวดเร็ว สามารถสกัดยาหลายชนิดพร้อมกันในครั้งเดียวและประยุกต์ใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นใช้กับตัวอย่างจริง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะในการเตรียมตัวอย่างเพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนของไขมันในคอลัมน์ในการตรวจวิเคราะห์ยาในตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากศพโดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรเมตรี

2. เพื่อลดขั้นตอนในกระบวนการการสกัดยาให้สามารถสกัดยาในกลุ่มกรดและกลุ่มเบสได้ในขั้นตอนเดียว

3. เปรียบเทียบวิธีการสกัดที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม

สมมติฐาน

1. สามารถลดปัญหาการปนเปื้อนของไขมันในคอลัมน์ในการตรวจวิเคราะห์หายาในตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากศพ โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรเมตรี ได้

2. สามารถสกัดยาในกลุ่มกรดและกลุ่มเบสได้ในขั้นตอนเดียว

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้วิธีการสกัดยาที่สามารถลดปัญหาการปนเปื้อนของไขมันสำหรับเครื่อง

Gas Chromatography-Mass spectrometer

2. ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์ยาในตัวอย่างอาหารในกระเพาะโดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปกโตรเมตรีที่มีความสะดวก รวดเร็ว โดยใช้ปริมาณตัวอย่างที่น้อยลง และสามารถวิเคราะห์ยาทั้งกลุ่มกรดและกลุ่มเบสได้ในครั้งเดียว

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดยา 3 ชนิด ได้แก่ อะซีไตนไตร์, เมทานอล และ

ตัวทำละลายผสมอะซิโตนไตรล์ต่อไอโซโพรพานอล อัตราส่วน 1: 1 และศึกษาตัวทำละลายที่ใช้ในการกำจัดไขมัน 3 ชนิดได้แก่ ได้แก่ เฮกเซน, ปีโตรเลียมอีเทอร์ และตัวทำละลายผสมต่อเฮกเซนต่อปีโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1: 1 โดยศึกษาค่าร้อยละการกลับคืน (% Recovery)

2. ศึกษาปริมาตรตัวละลายที่ใช้ในการสกัดยาทั้ง 3 ชนิด ที่ปริมาตรต่างๆ ได้แก่ 1 มิลลิลิตร 1.5 มิลลิลิตร 2 มิลลิลิตร และศึกษาปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้ในการกำจัดไขมัน ทั้ง 3 ชนิด ที่ปริมาตรต่างๆ ได้แก่ 1 มิลลิลิตร 2 มิลลิลิตร 3 มิลลิลิตร โดยศึกษาค่าร้อยละการกลับคืน (% Recovery) ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปคโตรเมตรี

วิธีการคำนวณหาร้อยละการได้กลับคืน (% Recovery)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{A}{B} \times 100$$

เมื่อ A = พื้นที่ Peak Area ของสารมาตรฐานที่ Spike ลงในตัวอย่าง

B = พื้นที่ Peak Area ของสารมาตรฐาน

เครื่องมือ

เครื่อง Gas Chromatography-Mass spectrometer (GC-MS) ประกอบด้วยเครื่อง Gas Chromatography ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7890 และเครื่อง Mass spectrometer ชนิด Single Quadrupole ยี่ห้อ Agilent รุ่น 5975C

สารเคมี

ได้แก่ Acetonitrile, n-hexane, Methanol, Petroleum Ether, Isopropanol, Ethyl Acetate, Sodium sulfate และน้ำปราศจากไอออน

สารมาตรฐาน

ได้แก่ Acetaminophen, Amitriptyline, Diphenylhydramine, Phenytoin, Pentobarbital

Methamphetamine, Phenobarbital, Ketamine, Chlorpheniramine, Orphenadrine และ Cyclizine เป็น Internal standard (ISTD)

การเตรียมสารตัวอย่าง

1. เตรียมสารละลายสารมาตรฐานยา 11 ชนิด ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยชั่งสารมาตรฐานยาชนิดละ 2 มิลลิกรัม ละลายด้วยเมทานอล 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่ -20 °C

2. เตรียมตัวอย่างอาหารในกระเพาะแบบจำลอง โดยนำอาหารเสริมธัญพืช Cerelac ซึ่งมา 500 กรัม เติมน้ำร้อนปริมาตร 150 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วเติม 1% Hydrochloric acid จน pH ประมาณ 3

3. การเตรียมตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากตัวอย่างจริงจำนวน 10 ตัวอย่าง เลือกตัวอย่างจากศพที่ตรวจพบยาที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนการสกัดยา

1. ปิเปตตัวอย่างอาหารในกระเพาะ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดสกัด เติมสารละลายมาตรฐานยาทั้ง 11 ชนิด ปริมาตรละ 5 ไมโครลิตร จากนั้น vortex เพื่อให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

2. เติมตัวทำละลายสกัดยาที่ต้องการศึกษา นำไปเขย่าด้วย vortex 30 วินาที

3. เติมตัวทำละลายที่ใช้กำจัดไขมันที่ต้องการศึกษา นำไปเขย่าด้วย vortex 30 วินาที

4. เติมน้ำปราศจากไอออน 4 มิลลิลิตร และเติมเกลือโซเดียมซัลเฟต 2.5 กรัม

5. นำไป vortex 2 นาที และปั่นเหวี่ยง 12,000 rpm 5 นาที

6. สารละลายจะแยกออกเป็น 3 ชั้น ให้ดูดส่วนใสชั้นที่ 2 ลงใน Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร นำส่วนใสไประเหยแห้ง

7. ละลายกลับด้วยแอททิลอะซิเตรท

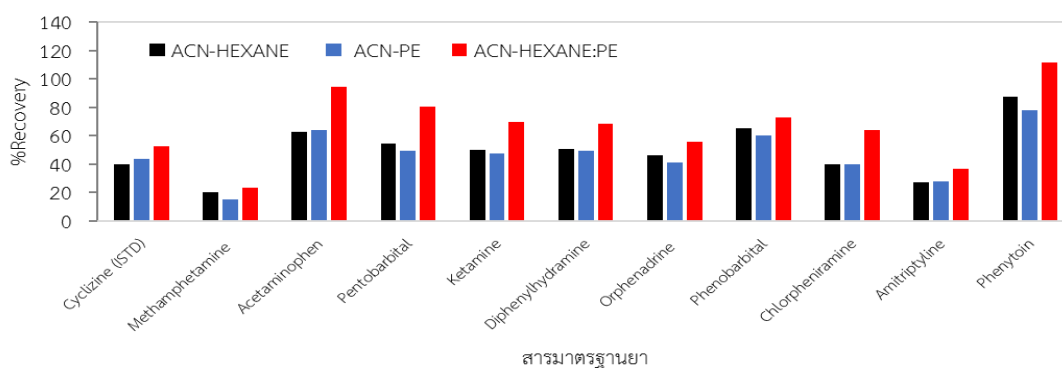
100 ไมโครลิตร จากนั้นกรองสารละลายด้วย Filter membrane ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ลงใน Vial ขนาด 2 มิลลิลิตรที่มี Insert

8. ตรวจวิเคราะห์ผลด้วย เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แมสสเปคโตรเมตรี

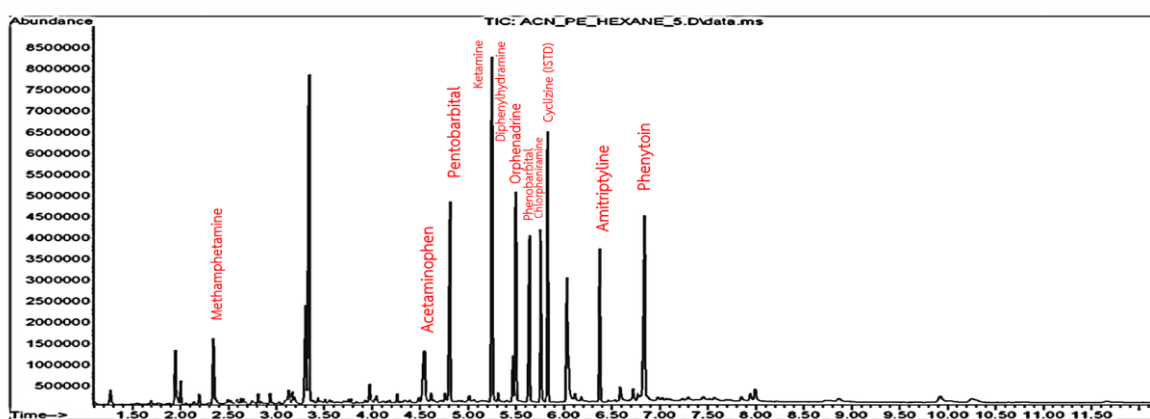
ผลการวิจัย

1. การศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดยาและไขมัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดยาจำนวน 11 ชนิด ผลการศึกษาพบว่าเมื่อนำตัวทำละลายสกัดยาและตัวทำละลายกำจัดไขมันแต่ละคู่มาใช้ในการสกัดยา พบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายสกัดยาอะซีโตไนไตรล์ (ACN) สามารถสกัดยาออกมาได้ครบทุกชนิดและเมื่อใช้สกัดร่วมกับตัวทำละลายกำจัดไขมัน ได้แก่

ตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ (Hexane: PE) สามารถสกัดยาที่ให้ค่า % Recovery สูงสุด 8 ชนิด ได้แก่ Acetaminophen, Ketamine, Phenytoin, Chlorpheniramine, Pentobarbital, Phenobarbital, Diphenylhydramine, และ Methamphetamine ดังนั้น จากการศึกษาก็เลือกใช้ตัวทำละลายสกัดยา คือ อะซีโตไนไตรล์ร่วมกับตัวทำละลายสกัดไขมัน คือ เฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1: 1 เพราะมีพื้นที่ได้พีคสูงและให้ประสิทธิภาพในการสกัดยาสูงที่สุดสามารถสกัดยาออกมาได้ครบทุกชนิด ดังภาพที่ 1 และแสดงโครมาโตแกรม ดังภาพที่ 2



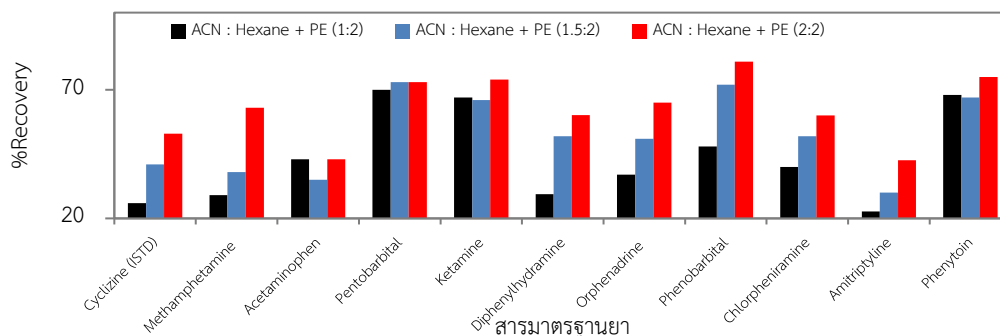
ภาพที่ 1 แผนภูมิเปรียบเทียบ % Recovery ของการสกัดโดยใช้อะซีโนไนไตรล์ (ACN) เป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดยา ต่อตัวทำละลายกำจัดไขมัน ได้แก่ เฮกเซน (Hexane), ปิโตรเลียมอีเทอร์ (PE) และเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ (Hexane: PE)



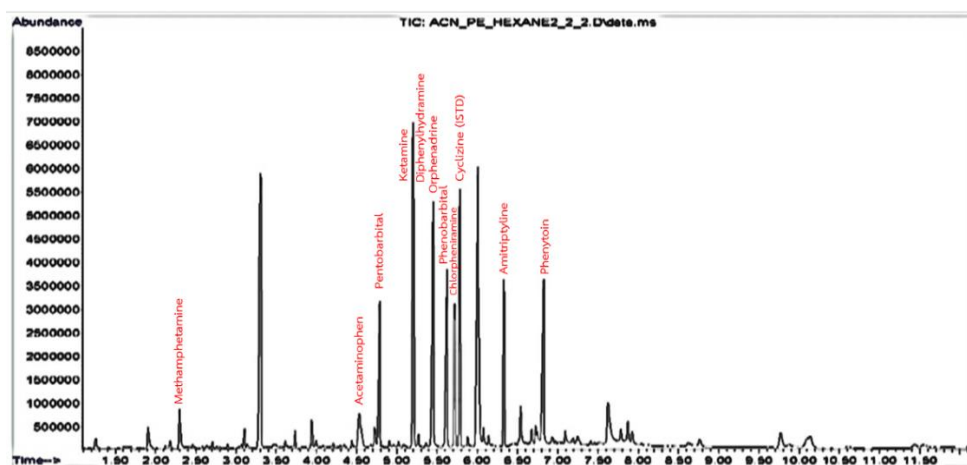
ภาพที่ 2 โครมาโทแกรมเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของยาที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตไนไตรล์และตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1: 1

2. การศึกษาปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดยา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดยา พบว่าเมื่อใช้ตัวทำละลายอะซิโตนไตรล์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร สามารถให้ค่า %Recovery

สูงสุด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ตัวทำละลายอะซิโตนไตรล์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ดังภาพที่ 3 และแสดงโครมาโตแกรมดังภาพที่ 4



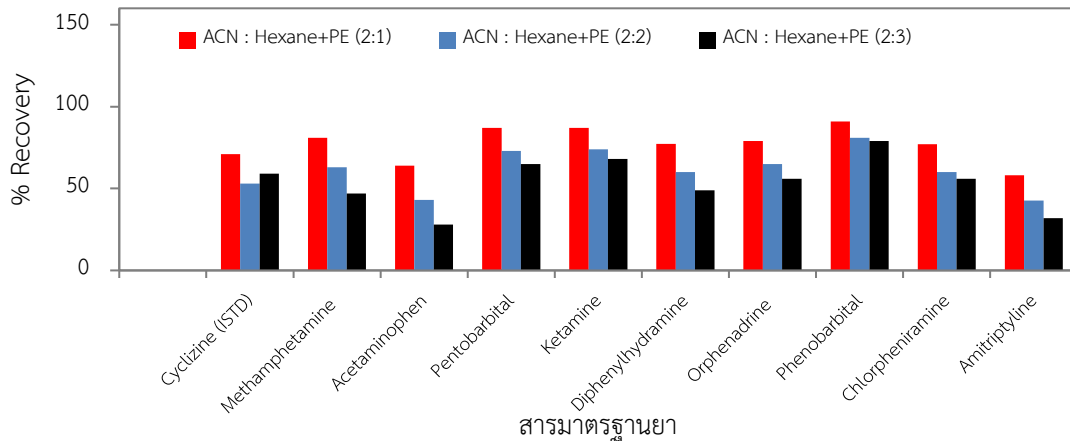
ภาพที่ 3 แผนภูมิการเปรียบเทียบ % Recovery ของปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดยา



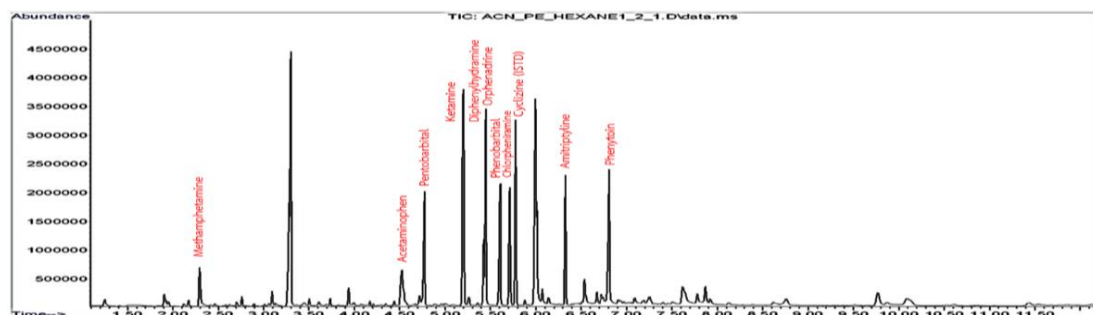
ภาพที่ 4 โครมาโทแกรมเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของยาด้วยอะซิโตนไตรล์ที่ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

3. การศึกษาปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ในการกำจัดไขมัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดยา ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1: 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สามารถให้ค่า %Recovery

สูงสุด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1: 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ดังภาพที่ 5 และแสดงโครมาโตแกรมดังภาพที่ 6



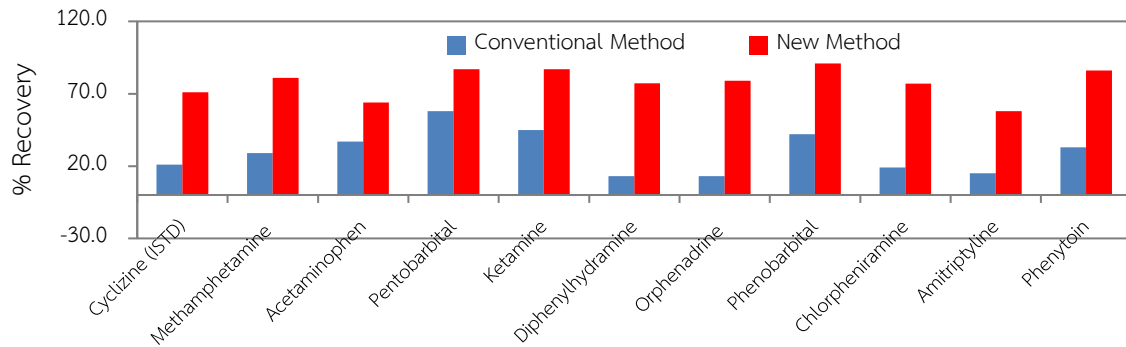
ภาพที่ 5 แผนภูมิการเปรียบเทียบ % Recovery ของปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ในการกำจัดไขมัน



ภาพที่ 6 โครมาโทแกรมเปรียบเทียบที่ได้พีคของยาด้วยปริมาตรตัวทำละลายกำจัดไขมัน ระหว่างตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

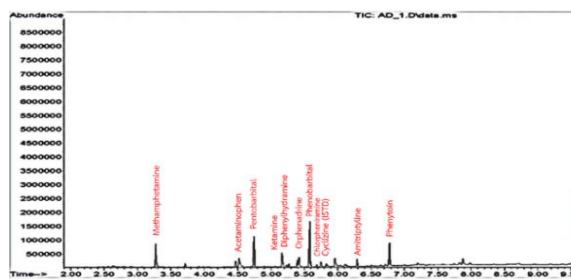
นำมาเปรียบเทียบวิธีการสกัดของวิธีที่พัฒนาขึ้นกับวิธีดั้งเดิมของห้องปฏิบัติการ โดยนำค่า % Recovery ที่ได้มาทดสอบความแตกต่างประสิทธิภาพการสกัดยาของทั้งสองวิธี (pair-t-test) พบว่า Diphenylhydramine, Amitriptyline, Chlorpheniramine, Cyclizine (STD), Methamphetamine และ Orphenadrine ของทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่

ระดับความเชื่อมั่น 95% และ Acetaminophen, Ketamine, Pentobarbital, Phenobarbital และ Phenytoin ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังภาพที่ 7 แต่เมื่อพิจารณาโครมาโทแกรมของวิธีที่พัฒนาขึ้น พบว่าสามารถกำจัดพีคของไขมัน และให้ค่าพื้นที่พีคสูงกว่าวิธีดั้งเดิมดังภาพที่ 8 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีที่พัฒนาขึ้นใช้ทดสอบกับตัวอย่างจริง

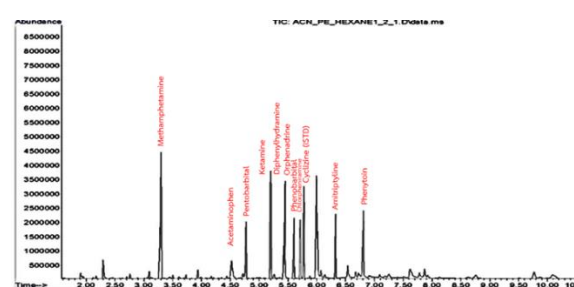


สารมาตรฐานยา

ภาพที่ 7 แผนภูมิการเปรียบเทียบ % Recovery ของวิธีสกัดแบบดั้งเดิม (Convention Method) และแบบที่พัฒนาขึ้น (New Method)



(A)

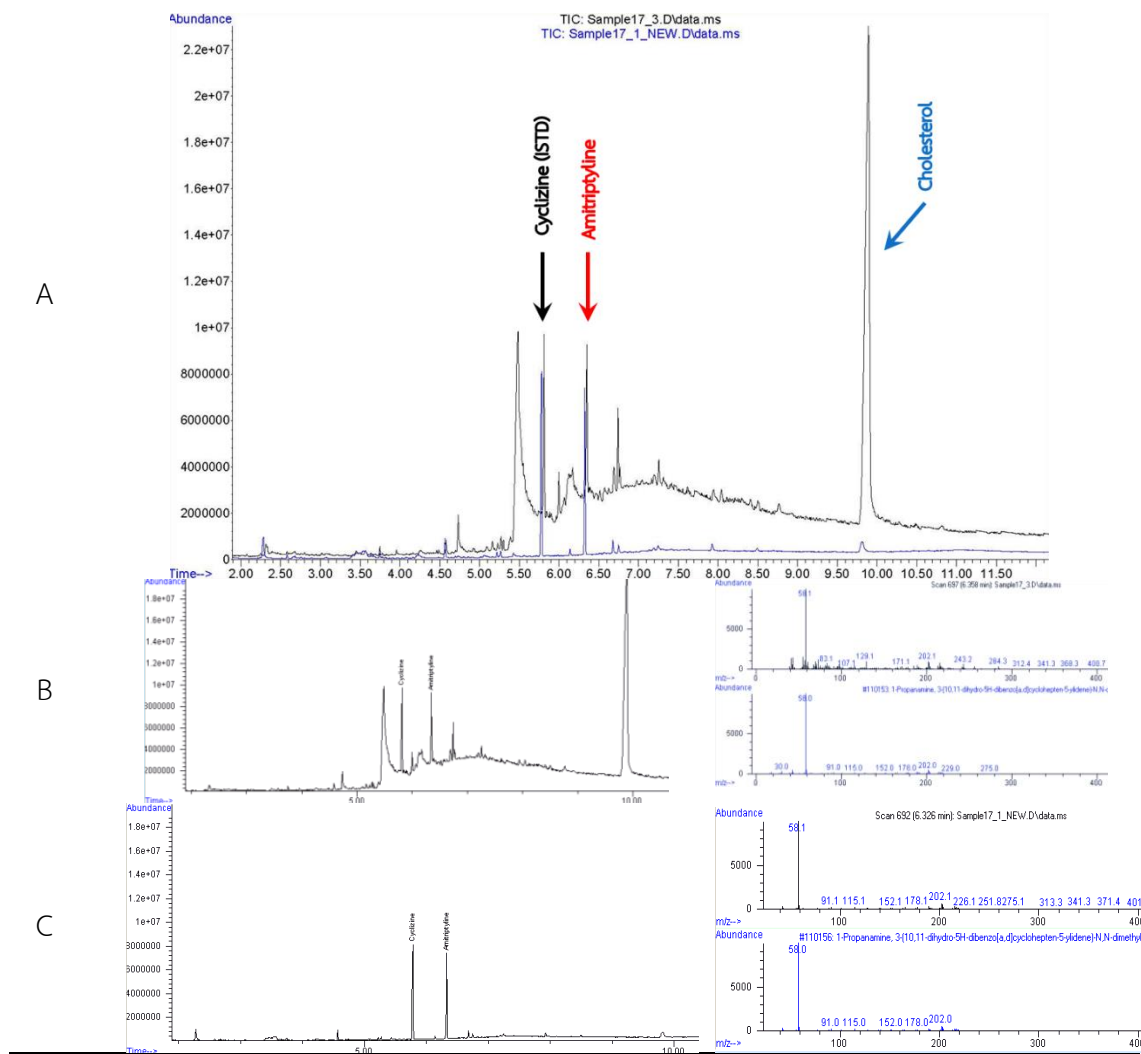


(B)

ภาพที่ 8 โครมาโทแกรมเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของยาด้วยวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี (A) วิธีการสกัดแบบดั้งเดิม (B) วิธีการสกัดที่พัฒนาขึ้น

จากการประยุกต์ใช้วิธีที่พัฒนาขึ้นกับตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากศพ เมื่อเปรียบเทียบ ion 386 extracted ของ Cholesterol ช่วง RT ที่ 9.861 ในตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากศพของการสกัดแบบทั้ง 2 วิธี พบว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นมีความสูงของพีค Cholesterol ต่ำกว่าวิธีดั้งเดิม และยังพบว่า Background Interference ของตัวอย่างอาหารในกระเพาะ

ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ถึงแม้ว่าสารบางตัวที่มีช่วง RT เดียวกับพีคไขมันการสกัดด้วยวิธีดั้งเดิมสารจะถูกไขมันบดบังพีคของสาร แต่วิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถกำจัดไขมันออกไปได้ทำให้เห็นพีคของสารได้ชัดเจน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าวิธีการสกัดที่พัฒนาขึ้นสามารถกำจัดไขมันออกจากตัวอย่างอาหารในกระเพาะได้ดีกว่าวิธีดั้งเดิม ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 (A) โครมาโทแกรมเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของวิธีสกัดแบบดั้งเดิม (สีดำ) และวิธีที่พัฒนาขึ้น (สีน้ำเงิน)
(B) โครมาโทแกรม และแมสสเปกตรัมของวิธีสกัดแบบดั้งเดิม,
(C) โครมาโทแกรม และแมสสเปกตรัมของวิธีที่พัฒนาขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการสกัดไขมันออกจากเลือดจากงานวิจัยของ Farajzadeh and Abbaspour. (2018) จึงพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับอย่างอาหารในกระเพาะ เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่มีไขมันค่อนข้างสูง ทำให้มี Background Interference รบกวนการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS โดยได้ศึกษาชนิดและปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดยาและตัวทำละลายที่ใช้กำจัดไขมัน พบว่า อะซีโตนไนโตรล

ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และตัวทำละลายผสมเฮกเซน ต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ อัตราส่วน 1: 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการสกัดยาและไขมัน

จากการประยุกต์ใช้วิธีที่พัฒนาขึ้น กับ ตัวอย่างอาหารในกระเพาะจากศพสามารถสกัดยาออกมาได้ครบทุกชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การสกัดด้วยวิธีดั้งเดิมไม่สามารถสกัดยาออกมาได้ครบทุกชนิด เนื่องจากใช้ตัวทำละลาย Methyl tertiary-butyl ether ในการสกัดยา ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ไม่

มีข้าว จึงทำให้มีการสกัดเอา Matrix ออกมาด้วย ส่งผลให้กระบวนการตรวจวิเคราะห์ของเครื่องมือ แต่วิธีที่พัฒนาขึ้นมีศึกษาการใช้ตัวทำละลายหลายที่ใช้ในการสกัดยา คือ อะซีโตไนไตรล์ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารละลายที่มีขั้วสูงนิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเตรียมตัวอย่างโดยวิธีการสกัดแบบ liquid-liquid extraction กับกระบวนการ Salting-out การสกัดแบบ extraction freezing หรือการสกัดแบบใช้ QuEChERS (Rudakov et al., 2018) ทำให้สามารถสกัดยาออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้ตัวทำละลายสกัดร่วม (co-extraction) ที่ใช้กำจัดไขมัน คือตัวทำละลายผสมเฮกเซนต่อปิโตรเลียมอีเทอร์ ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วนิยมนำมาใช้ในการสกัดสกัดไขมัน น้ำมันต่าง ๆ จึงทำให้สามารถลด matrix ทำให้เครื่องมือสามารถวิเคราะห์ผลได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ อีกทั้งยังใช้ระยะเวลาในการสกัด และระยะเวลาในการวิเคราะห์ผล ที่สั้นลง จึงสามารถรองรับเคสในปริมาณที่มากได้ ลดปัญหาในกรณีที่ส่งตรวจมีปริมาณที่น้อยได้ เพราะใช้ตัวอย่างอาหาร

ในกระเพาะเพียง 1 มิลลิตร จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับงานตรวจพิสูจน์ด้านนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ยังช่วยลดต้นทุนในการตรวจวิเคราะห์ เนื่องจากใช้ตัวทำละลายสกัดในปริมาณที่น้อยลง มีความเป็นพิษต่ำต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ตรวจวิเคราะห์

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ยาจากอาหารในกระเพาะ จึงต้องมีการทวนสอบความใช้ได้ของวิธีก่อนนำไปใช้ใช้งานจริง

2. ในการทำวิจัยนี้ได้ศึกษายาและสารเสพติด จำนวน 11 ชนิด ดังนั้นควรศึกษาเพิ่มเติมชนิดอื่นๆ เพื่อให้งานวิจัยมีความครอบคลุมและเป็นประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ในการสืบสวนสอบสวนคดีที่เกี่ยวข้องกับเสียชีวิตและเพื่อเป็นประโยชน์ต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมกับผลงานวิจัยนี้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- จิตนภา วรนิติกุล. (2561). *หลักการพื้นฐานของเทคนิคแมสสเปกโตรเมตรี*. สืบค้นจาก <https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/2018-11-06-05-22-51>
- เพียรกิจ แดงประเสริฐ. (2559). *การดูดซึมและการเพิ่มชีวประสิทธิผลของยาเตรียมที่ให้ทางปาก*. วิทยาลัยเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ศูนย์เฝ้าระวังการฆ่าตัวตาย. (2565). *ปัญหาการฆ่าตัวตายในคนไทย ปี 2565*. สืบค้นจาก suicide.dmh.go.th/news/files/สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาการฆ่าตัวตายv2.1.pdf
- สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2561). *คู่มือการดำเนินงานชั้นสูตรพลิกศพ*. (พิมพ์ครั้งที่1). ISBN 978-616-11-3679-6.
- Farajzadeh, M. A., & Abbaspour, M. (2018). Development of new extraction method based on liquid-liquid-liquid extraction followed by dispersive liquid-liquid microextraction for extraction of three tricyclic antidepressants in plasma samples. *Journal of Department of Analytical Chemistry*. 32(8):e4251. doi: 10.1002/bmc.4251.
- Rudakov, Oleg B. *et al.* (2018). Acetonitrile as Top Solvent for Liquid Chromatography and Extraction. *Journal of Analytical Chromatography and Spectroscopy*.1, DOI:10.24294/jacs.v1i2.883

การพัฒนาองค์ความรู้ของผู้ดูแลในการจัดการปัญหาพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อม

Improving Caregiver's Knowledge in Management of Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia

อาทิตยา สุวรรณ

วิทยาลัยพยาบาลศาสตรอัครราชกุมารี ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์

Artitaya Suwan

Princess Agra Rajakumari College of Nursing Chulabhorn Royal Academy

E-mail: artitaya.suw@cra.ac.th

Received: December 1, 2023; Revised: March 19, 2024; Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำเสนอองค์ความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมที่มีปัญหาด้านพฤติกรรมและจิตใจให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น ปัญหาด้านพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อม เป็นกลุ่มอาการทางจิตและประสาทซึ่งอาการเหล่านี้จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามระดับความรุนแรงของภาวะสมองเสื่อม มีกระบวนการคิด สติปัญญาและความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน ถดถอยลง อาการรุนแรงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมอยู่ในภาวะที่ต้องพึ่งพิงระยะยาว และเกิดภาวะทุพพลภาพ การดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมที่มีปัญหาด้านพฤติกรรมและจิตใจ ถือว่าเป็นภาระที่หนักมากสำหรับผู้ดูแล ซึ่งหมายถึงบุคลากรทางการแพทย์ พยาบาล ญาติ และบุคคลที่ให้การดูแลช่วยเหลือผู้ป่วยที่บ้าน ส่งผลให้เกิดความยากลำบากในการดูแล ผู้ดูแลเกิดความตึงเครียด รู้สึกเป็นภาระ ซึ่งย่อมส่งผลต่อคุณภาพในการดูแล หากผู้ดูแลมีความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับ ปัจจัย อาการและอาการแสดง และการจัดการปัญหาพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อม ย่อมส่งผลให้ผู้ดูแลมีความเข้าใจผู้ป่วยสมองเสื่อมมากขึ้น ลดความรู้สึกเป็นภาระ มีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการที่จะบรรเทาปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

คำสำคัญ: ความรู้ ผู้ดูแล การจัดการ ปัญหาพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อม

ABSTRACT

This article aims to develop knowledge of caregivers and provide guidelines for management for dementia patients with BPSD to be more effective. Behavioral and psychological symptoms of dementia (BPSD) are neuropsychiatric symptoms. BPSD will progressively increase with the severity of dementia, which leads to thought processes,

intelligence, and activities in daily living deteriorating. Due to severe symptom, dementia patients are in a state of long-term dependence and become disabled which leads to caregivers burden, which means medical personal, nurses, relatives and persons who provide care and assistance to patients at home, difficulty to take care, which causes caregivers become stressed and burdened. When caregivers feel burdened, it affects the quality of care. If caregivers have knowledge and understanding about the factors, signs and symptoms, and management of BPSD, having a better understanding of dementia patients. it will reduce feelings of burden, alleviate various rising problems.

KEYWORDS: Knowledge, Caregiver, Management, Behavioral and psychological symptoms of dementia

บทนำ

ภาวะสมองเสื่อมเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของสาธารณสุขทั่วโลกพบได้บ่อยในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2566 พบว่าผู้ป่วยสมองเสื่อมทั่วโลกมีจำนวนมากกว่า 55 ล้านคน โดยพบสถิติผู้ป่วยสมองเสื่อมที่เกิดขึ้นใหม่เพิ่มจำนวน 10 ล้านคนในทุก ๆ ปี จากการคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2573 และ 2593 เพิ่มขึ้นเป็น 78 ล้านคน และ 139 ล้านคน ตามลำดับ โดยกลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำและกลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางค่อนข้างต่ำมีอัตราการเกิดภาวะสมองเสื่อมมากที่สุด (World Health Organization, 2023) สำหรับประเทศไทยพบความชุกของภาวะสมองเสื่อมมีมากกว่าล้านคน และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุที่มากขึ้น (ชลิต เชาว์วิไล และคณะ, 2565)

ภาวะสมองเสื่อมเป็นภาวะที่ประสิทธิภาพการทำงานของสมองลดลง เกิดจากความเสื่อมของระบบประสาท ทำให้สมองสูญเสียหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ส่งผลให้กระบวนการรู้คิด ความจำ การตัดสินใจบกพร่อง รวมทั้งทำให้เกิดปัญหาด้านพฤติกรรมและจิตใจในผู้ป่วยสมองเสื่อม (behavioral and psychological symptoms of dementia: BPSD) ซึ่งภาวะนี้พบมากกว่าร้อยละ 80 ของผู้ป่วย

สมองเสื่อม โดยในระยะเวลา 5 ปี มีผู้ป่วยสมองเสื่อมร้อยละ 97 ที่พัฒนาไปเป็นภาวะ BPSD อย่างน้อย 1 อาการ ซึ่งภาวะนี้จะแสดงอาการให้เห็นในระยะกลางและระยะท้าย ๆ ของภาวะสมองเสื่อม มีมากมายหลายกลุ่มอาการ เช่น วิตกกังวล อารมณ์ดีกว่าปกติ อารมณ์หงุดหงิด อารมณ์เศร้า พฤติกรรมกระวนกระวาย ก้าวร้าว พฤติกรรมทำซ้ำ ๆ อารมณ์เฉยเมย พฤติกรรมขาดความยับยั้งชั่งใจ อาการหลงผิด อาการประสาทหลอน ปัญหาการกิน และปัญหาการนอน เป็นต้น (Cloak & Khalili, 2022) หากอาการเหล่านี้มีภาวะที่รุนแรงขึ้นทำให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมต้องอยู่ในภาวะพึ่งพิงระยะยาวเป็นภาระของผู้ดูแล (caregiver burden) ต้องการความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น ๆ ส่งผลกระทบด้านลบต่อครอบครัว ในทางด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม โดยผู้ดูแลที่ต้องดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมในระยะยาวจะเกิดความเหนื่อยล้า และเกิดความตึงเครียด ส่งผลให้ภาวะสุขภาพแย่ลง เกิดความวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้า นอกจากนั้นผู้ดูแลต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินชีวิตใช้เวลาส่วนใหญ่ในการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อม ส่งผลกระทบต่อบทบาททางสังคมเดิม รวมทั้งเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลและการดูแลเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Wang et al., 2022) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้

ว่า อาการ BPSD ส่งผลกระทบในหลายด้าน โดยผู้ดูแลซึ่ง หมายถึง บุคลากรทางการแพทย์ พยาบาล และญาติหรือบุคคลที่ให้การดูแลช่วยเหลือผู้ป่วยที่บ้านเป็นบุคคลสำคัญที่มีบทบาทในการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อม ในปัจจุบันการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมเป็นแบบประคับประคองและได้ผลจำกัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพยาธิกำเนิดของภาวะนี้ค่อนข้างซับซ้อน ไม่พบสาเหตุที่ชัดเจน รวมทั้งเกิดจากหลากหลายปัจจัย ดังนั้นหากผู้ดูแลมีความรู้ที่ทันสมัย เกี่ยวกับปัจจัย อาการและการแสดง และการจัดการภาวะ BPSD จะมีส่วนช่วยอย่างมาก ในการที่จะบรรเทาภาระดูแล เมื่อบุคคลมีความรู้ มีทักษะในการดูแลก็จะช่วยลดผลกระทบด้านลบที่อาจเกิดขึ้น บทความนี้จึงมุ่งเสนอ องค์ความรู้และการจัดการภาวะ BPSD เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และเป็นแนวทางให้ผู้ดูแล มีการจัดการปัญหาพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

ปัจจัยของภาวะ BPSD ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ (Schwertner, 2021; Tible et al., 2017) ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้านบุคคล (Factors related to the person with dementia) มีดังนี้

1.1 แนวคิดทางประสาทชีววิทยา (neurobiological underpinnings) เกิดจากความผิดปกติของการเชื่อมโยงสัญญาณประสาทในส่วนที่ควบคุมอารมณ์ การรู้คิด กิจกรรมการเคลื่อนไหวและพฤติกรรม รวมทั้งมีความบกพร่องในการ หลั่งสารสื่อประสาทโมโนเอมีน ซึ่งควบคุมการแสดงออกทางอารมณ์ สารสื่อประสาทในกลุ่มนี้ ได้แก่ เซโรโทนิน โดพามีน และนอร์เอพิเนฟริน โดยอาการ BPSD กล่าวได้ว่า อาการแสดงอารมณ์เฉยเมยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างและมีการลดลงของ

ปริมาณของสมองส่วนเนื้อเยื่อสีเทา (grey-matter) ของเซลล์ประสาทในสมองส่วนหน้า ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อระบบรางวัล (reward response) การเสริมแรงพฤติกรรมในเชิงบวก มีความรู้สึกดีใจและพึงพอใจที่ได้รับในสิ่งที่ตนเองต้องการ ในส่วนของพฤติกรรมกระวนกระวายและก้าวร้าว เกิดจากการสูญเสียหน้าที่ของเปลือกสมอง ส่งผลให้มีการส่งผ่านสัญญาณประสาทกระตุ้นสารสื่อประสาทโคลิเนอร์จิก และเพิ่มตัวรับโดพามีน นอกจากนั้นอารมณ์ซึมเศร้า เกิดจากความผิดปกติในการหลั่งสารสื่อประสาทโมโนเอมีนซึ่งมีการหลั่งน้อยกว่าปกติส่งผลทำให้เกิดอารมณ์วิตกกังวลและซึมเศร้า

1.2 การเจ็บป่วยแบบเฉียบพลัน (acute medical conditions) ผู้ป่วยสมองเสื่อมที่มีโรคทางกายร่วมหรือมีภาวะเจ็บป่วยแบบเฉียบพลันส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดความเจ็บปวดทุกข์ทรมานกระตุ้นให้เกิดอาการทาง BPSD ได้ จากการศึกษพบว่า ผู้สูงอายุสมองเสื่อมที่อาศัยอยู่ในชุมชน ร้อยละ 36 ที่มีโรคทางกายร่วมมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติทางพฤติกรรมและจิตใจ อาการกระวนกระวาย พฤติกรรมถามซ้ำ ๆ เอะอะร้องไห้อววย หลงผิด และเห็นภาพหลอน รวมทั้งผู้สูงอายุสมองเสื่อมที่อยู่ในภาวะเจ็บปวดมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมก้าวร้าว ซึ่งการจัดการความเจ็บปวดสามารถช่วยลดพฤติกรรมก้าวร้าว นอกจากนั้นผลข้างเคียงและปฏิกิริยาระหว่างยาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดอาการ BPSD ได้

1.3 การที่ไม่ได้รับการตอบสนองตามความต้องการ (unmet needs) แนวคิดพฤติกรรมเสี่ยงจากการขับเคลื่อนด้วยความต้องการ (need-driven dementia-compromised behavior model: NDB) ซึ่งเป็นความผิดปกติของอาการทางพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อมมีลักษณะการ

แสดงออกถึงความต้องการที่ไม่ได้รับการตอบสนอง ทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ หรือสังคม พบมากใน สมองเสื่อมระยะปานกลางและระยะท้าย ผู้ป่วยสมอง เสื่อมในระยะดังกล่าว มีความบกพร่องในระบบ ประสาทส่วนกลาง เกิดความไม่สมดุลของกระบวนการ เฝ้าผลาญของสมองทั้งสองซีก การเผาผลาญ น้ำตาลกลูโคสภายในสมองผิดปกติ ส่งผลให้มีปัญหา ในการใช้ภาษา มีความผิดปกติในการพูด เกิดความ ยากลำบากในการสื่อสารและบกพร่องในการ แสดงออกในสิ่งที่ตนเองต้องการ ส่งผลทำให้เกิด ความเครียดและกดดัน อาจพัฒนาไปสู่พฤติกรรมที่ ผิดปกติ เช่น การเดินหลง พฤติกรรมก้าวร้าว และ ปัญหาในการสื่อสาร ซึ่งเกิดจากความต้องการที่ไม่ได้ รับการตอบสนอง

1.4 บุคลิกภาพเดิมและโรคทางจิตเวช (pre-existing personality and psychiatric illnesses) ลักษณะทางบุคลิกภาพเฉพาะบุคคลของ ผู้ป่วยสมองเสื่อมเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดอาการ BPSD โดยบุคคลที่มีพฤติกรรมสูญเสียการควบคุม การยับยั้งชั่งใจเป็นลักษณะบุคลิกภาพที่พบบ่อย ก่อนที่จะเกิดภาวะ BPSD นอกจากนั้นการที่มีโรค ทางจิตเวชเดิม เช่น โรคซึมเศร้า โรคอารมณ์สองขั้ว ความวิตกกังวล และโรคจิตเภท รวมทั้งได้รับการรักษา โรคจิตเวช เช่น ยาต้านซึมเศร้า ยาต้านวิตกกังวล และยาด้านโรคทางจิตเวช เป็นปัจจัยที่พบบ่อยในการ เกิดภาวะ BPSD

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ดูแล (Factors related to care givers) บทบาทของผู้ดูแลและความเครียด ของผู้ดูแลมีความสัมพันธ์กับความผาสุก และ คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยสมองเสื่อม จากการศึกษา พบว่าผู้ดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อม เกิดภาวะซึมเศร้าและ วิตกกังวลอยู่ในช่วงร้อยละ 16 ถึง ร้อยละ 45 ซึ่งอยู่ ในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้ดูแล นอกจากนั้นยังพบว่าการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมที่มี

ภาวะ BPSD ยิ่งเพิ่มความเครียดและภาวะซึมเศร้าใน ผู้ดูแล ส่งผลให้ผู้ดูแลแสดงออกทางพฤติกรรมในทาง ลบ เช่น ความโกรธ การสื่อสารโดยใช้น้ำเสียงที่ กระโชกต่อผู้ป่วยสมองเสื่อม สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ กระตุ้นให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมที่มีภาวะ BPSD มีอาการ ที่แย่ลง

3. ปัจจัยจากการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม (Environmental triggers) ผู้ป่วยสมองเสื่อมมีการ สูญเสียความสามารถในการตอบสนองต่อการกระตุ้น ทางสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีความบกพร่องในด้านของ ความจำ และการรับรู้ รวมทั้งมีความอดทนต่ำต่อ สภาวะเครียด อาจนำไปสู่การเกิดภาวะ BPSD จาก การศึกษาพบว่าผู้ป่วยสมองเสื่อม ที่ถูกเร่งรัดในการ ปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน และถูกคาดหวังในการทำ กิจวัตรประจำวันที่เกิดความสามารถของตนเอง มีโอกาสเกิดภาวะ BPSD ได้สูง นอกจากนั้นปัจจัย ทางด้านสิ่งแวดล้อมยังมีอีกหลายองค์ประกอบที่เป็น ปัจจัยกระตุ้น ได้แก่ วัตถุอุปกรณ์ที่ใช้ สิ่งของในบ้าน กลุ่มทางสังคม วัฒนธรรม ค่านิยมและความเชื่อ

อาการและอาการแสดงของภาวะ BPSD

เป็นกลุ่มอาการทางประสาทจิตเวช ซึ่งเป็น ชนิดอาการที่ไม่เกี่ยวกับการรู้คิด (non-cognitive symptoms) แบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย (Cloak & Khalili, 2022)

1. กลุ่มอาการอยู่ไม่นิ่ง (hyperactivity) ได้แก่ อาการหงุดหงิดวุ่นวาย พฤติกรรมทำซ้ำ ๆ ถาม คำถามซ้ำๆ ขาดความยับยั้งชั่งใจ ฉุนเฉียว แปรปรวน มีความผิดปกติเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว (aberrant motor behavior) เดินไปเดินมาแบบไร้จุดหมาย (wandering) อาการเบื่อกวนใจมากกว่าปกติ (elation)

2. กลุ่มอาการโรคจิต (psychosis) ได้แก่ พฤติกรรมการนอนหลับผิดปกติ (sleep and

nighttime behavior disorders) อาการหลงผิด และอาการประสาทหลอน

3. กลุ่มอาการด้านอารมณ์ (affective) ได้แก่ อาการซึมเศร้า (depression) และอาการวิตกกังวล (anxiety)

4. กลุ่มอาการเฉยเมย (apathy) ไม่แสดงออกซึ่งอารมณ์ ขาดความกระตือรือร้น ความเฉยเมย (apathy) และ ความอยากอาหารเปลี่ยนแปลงไป (eating disorders)

การจัดการภาวะ BPSD หลักในการจัดการภาวะ BPSD มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาด้านพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อม รวมทั้งลดภาวะพึงพิงและลดภาระของพยาบาล/ผู้ดูแล ซึ่งมีทั้งแบบไม่ใช้ยาและแบบใช้ยา (Mang et al., 2021) ดังนี้

การจัดการแบบไม่ใช้ยา เป็นการบำบัดที่เป็นทางเลือกแรก เนื่องจากการบำบัดแบบใช้ยาเป็นปริมาณมากอาจได้รับผลข้างเคียงที่อันตรายแก่ผู้ป่วยสมองเสื่อม มี 2 วิธี คือ การจัดการตามระยะของภาวะสมองเสื่อม และการจัดการในรูปแบบอื่น ๆ

1. การจัดการภาวะ BPSD ตามระยะของภาวะสมองเสื่อม ภาวะสมองเสื่อมมีระดับความรุนแรงทั้งหมด 3 ระยะ โดยอาการของ BPSD พบมากใน ระยะ ปาน กลางและระยะ รุน แรง (Alzheimer's Association, 2023; Cloak & Khalili, 2022; Cognat et al., 2023; Meng et al., 2021; Press, 2023) ดังนี้

ระยะที่ 1 ภาวะสมองเสื่อมระยะเริ่มต้นหรือระดับเล็กน้อย (early stage) พยาธิสภาพเริ่มจากสมองส่วนกลางไปยังสมองส่วนกลีบขมับด้านข้าง ในระยะนี้ผู้ป่วยมีอาการเด่น คือสูญเสียความทรงจำ และมีอาการหลงลืม ยังไม่เกิดอาการทาง พฤติกรรม อารมณ์ และจิตใจ บทบาทของผู้ดูแลในระยะนี้ควรคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพและชะลอความเสื่อมถอยของ

สมอง โดยจัดกิจกรรมพัฒนาสมองป้องกันการเกิดภาวะ BPSD เช่น จัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นการทำงานของสมอง การทำงานอดิเรก การเข้าสังคม และ กิจกรรมยามว่าง ส่งเสริมการรับประทานอาหารที่ป้องกันการเสื่อมถอยของสมอง เช่น สารอาหารต้านอนุมูลอิสระต่าง ๆ วิตามินซีวิตามินอี กรดโฟลิก วิตามินบี กรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 แนะนำให้รับประทานอาหารที่มีไขมันต่ำ เน้นการรับประทานผักผลไม้ในปริมาณมาก และหลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์ รวมทั้งให้มีการออกกำลังกายเนื่องจากการออกกำลังกายสามารถช่วยฟื้นฟูเซลล์ประสาทสมอง

ระยะที่ 2 ภาวะสมองเสื่อมระยะปานกลาง (moderate stage) ในระยะนี้สมองจะโดนทำลายลุกลามไปยังสมองส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะสมองส่วนหน้า ความจำจะเริ่มเสื่อมมากขึ้น เริ่มมีปัญหาด้าน พฤติกรรมและอารมณ์ โดยมีลักษณะอาการและการจัดการ ดังนี้

อารมณ์เฉยเมย (apathy) เกิดขึ้นร้อยละ 55-90 ของภาวะสมองเสื่อม พบมากในสมองเสื่อมชนิดที่เกิดจากโรคหลอดเลือดสมอง (vascular dementia) และ ชนิดเลวี บอดี้ (Lewy body) และสมองส่วนกลีบหน้าและขมับมีการเสื่อมสภาพ (frontotemporal dementia) มีลักษณะอาการขาดแรงจูงใจ ความคิดริเริ่ม และแรงผลักดัน ไร้จุดหมาย และมีการตอบสนองทางอารมณ์ที่ลดลง ผู้ดูแลควรจัดกิจกรรมที่เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น กิจกรรมกลุ่มย่อย เช่น การเล่นเกมส์ การทำงานฝีมือ กิจกรรมที่กระตุ้นประสาทสัมผัสหลายด้าน (multisensory stimulation) ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส และการเคลื่อนไหว เช่น ดนตรี บำบัด สุนัขบำบัด การเดินรำ ศิลปะบำบัด และแสงสว่างบำบัด เป็นต้น ผู้ดูแลควรใช้เทคนิคกระตุ้นให้ผู้ป่วยสมองเสื่อม มีปฏิสัมพันธ์ และส่งเสริม

พฤติกรรมเชิงบวก เช่น อ่านหนังสือให้ผู้ป่วยฟัง พร้อมกระตุ้นให้ผู้ป่วยถามคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน เมื่อผู้ป่วยมีปฏิสัมพันธ์หรือมีการโต้ตอบควรกล่าวชื่นชมเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมเชิงบวก

อาการซึมเศร้า (depression) เกิดขึ้นร้อยละ 20 ของภาวะสมองเสื่อมพบมากในระยะเริ่มแรก มีอารมณ์เศร้า (sadness) อาการไม่ยินดีในสิ่งที่เคยสนุก หรือรู้สึกชาตกำลังใจและสิ้นหวัง รู้สึกไร้คุณค่า พยาบาลและผู้ดูแล ควรส่งเสริมให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมเข้าสังคม และเข้ากิจกรรมที่มีส่วนร่วม ปริญญา นักจิตวิทยาเพื่อใช้เทคนิคบำบัดทางจิตสังคม (psychotherapeutic interventions) การปรับเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรม (cognitive behavior therapy: CBT) ด้วยการปรับเปลี่ยนความคิด การเปลี่ยนแปลงกรอบความคิดและความเชื่อเฉพาะ ผู้บำบัดช่วยส่งเสริมปรับเปลี่ยนความคิดของผู้ป่วยสมองเสื่อมให้ถูกต้องตามความเป็นจริง หรือให้อยู่ในโลกของความเป็นจริง (realistic) โดยทำให้ผู้ป่วยเข้าใจก่อนว่าความคิดของตนเองมีความผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริงอย่างไรและประเมินแก้ไขให้ดีขึ้น และใช้เทคนิคการตั้งคำถามให้ผู้ป่วยเรียนรู้ที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตน หากผู้ป่วยมีอาการซึมเศร้าในระดับรุนแรงให้ปรึกษาจิตแพทย์

อาการวิตกกังวล (anxiety) เกิดขึ้นร้อยละ 16-35 ของภาวะสมองเสื่อม มีลักษณะอาการตื่นตระหนก หวาดกลัว และไม่สบายใจ ไม่สามารถอยู่ในความสงบได้ กระสับกระส่าย ไม่มีสมาธิ มีพฤติกรรมแยกตัวจากครอบครัว และเข้าสังคมลดลง ผู้ดูแลควรลดปัจจัยกระตุ้นที่ทำให้เกิดอาการมากกว่าการควบคุมอาการ โดยคงไว้ซึ่งกิจวัตรประจำวัน และลดภาวะเครียดและความกดดันทางจิตใจ หลีกเลี่ยงกิจกรรมบำบัดที่กระตุ้นประสาทสัมผัสที่มากเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดอาการเพิ่มขึ้นกว่าเดิม กิจกรรม

การบำบัดที่นิยมใช้บำบัดอาการวิตกกังวล ได้แก่ ดนตรีบำบัด การบรรเลงเพลงคลาสสิก หรือเพลงบรรเลงที่ผู้ป่วยสมองเสื่อมชื่นชอบ การปรึกษานักจิตวิทยาเพื่อบำบัดด้วยการแก้ไขปัญหา (problem solving therapy: PST) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความคิดและพฤติกรรม โดยเป็นการบำบัดที่ส่งเสริมให้ผู้ป่วยเกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับปัญหา ให้มีมุมมองทางบวกต่อปัญหาที่เกิดขึ้นและเชื่อว่าตนเองสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้

อาการเดินหลง (wandering) เป็นอาการที่มีความสัมพันธ์กับอาการกระวนกระวาย การเคลื่อนที่เข้าไปเข้ามา เคลื่อนที่แบบไร้จุดหมาย ไม่รับรู้วันเวลา สถานที่ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดอันตรายและพลัดตกหกล้มในผู้ป่วยสมองเสื่อม ซึ่งการออกกำลังกายหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมการเคลื่อนไหวของร่างกายสามารถลดพฤติกรรมการเดินหลง นอกจากนั้นการค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการเดินหลงแล้วรีบแก้ไขให้การดูแลโดยไม่ให้ผู้ป่วยรู้สึกถูกจำกัด หากผู้ป่วยยังแสดงความกระวนกระวายอยากเดินออกมาข้างนอกบ้าน อาจพาผู้ป่วยออกมาเดินเล่นในบริเวณพื้นที่ ปลอดภัย รวมทั้งควรให้ผู้ป่วยพกโทรศัพท์ที่ใช้สัญญาณนำทาง (global positioning system: GPS) คือ ระบบการนำทางด้วย GPS หรือพกบัตรประจำตัวบอกชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ และข้อมูลการเจ็บป่วยอยู่ในนั้นด้วย เพื่อความสะดวกแก่ผู้ให้ความช่วยเหลือหรือนำส่งกลับบ้านและสถานที่ดูแล

ระยะที่ 3 ภาวะสมองเสื่อมระยะสุดท้าย หรือระดับรุนแรง (late stage) ในระยะนี้ สมองจะโดนทำลายลุกลามไปยังสมองส่วนกลีบท้ายทอยและเกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ป่วยสูญเสียความจำอย่างสิ้นเชิง และมีปัญหาทางพฤติกรรมและอารมณ์อย่างรุนแรง ลักษณะอาการ BPSD ที่พบในระยะนี้ คือ อาการกระวนกระวายก้าวร้าว พฤติกรรมขาดความยับยั้งชั่ง

ใจ ปัญหาด้านการนอนหลับ อาการหลงผิดและประสาทหลอน โดยผู้ดูแลมีแนวทางในการจัดการอาการดังกล่าว ดังนี้

อาการกระวนกระวายก้าวร้าว (agitation and aggression) เกิดขึ้นร้อยละ 60 ของผู้ป่วยสมองเสื่อม เช่น พูดคำหยาบ หงุดหงิดโมโหง่าย ช่มชู้ ทำร้ายร่างกาย อยู่น้ำลาย ตื้อรังต่อผู้ดูแล กระสับกระส่าย หรือทำลายข้าวของ ส่วนใหญ่ มีสาเหตุมาจากความต้องการที่ไม่ได้รับการตอบสนอง ความเบื่อหน่าย ความไม่สุขสบายทางร่างกายและจิตใจ และการถูกคุกคาม ผู้ดูแลควรลดปัจจัยกระตุ้นที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการ เช่น จัดสภาพแวดล้อมที่ผู้ป่วยคุ้นเคยและเงียบสงบ รวมทั้ง การจัดกิจกรรมที่โน้มน้าวให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมมีอาการที่สงบลง ดนตรีบำบัด การสัมผัสบำบัด การนวดมือ การบำบัดโดยใช้หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง (pet robot intervention) เช่น ตุ๊กตาสุนัขเคลื่อนไหวได้ หรือถุงมือตุ๊กตา (twiddle pup) สำหรับอุ้มมือ เพื่อเป็นการกระตุ้นประสาทสัมผัสในผู้ป่วยสมองเสื่อมที่มีมืออยู่ไม่นิ่ง (restless hand)

อาการโรคจิต (psychotic symptom) เกิดขึ้นร้อยละ 25 ของผู้ป่วยสมองเสื่อมมีลักษณะอาการหลงผิดและประสาทหลอน มักเกิดในระยะกลางถึงระยะท้ายของภาวะสมองเสื่อม อาการหลงผิดมักจะสะท้อนถึงการสูญเสียความจำหรือการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้ เช่น กล่าวหาว่าบุคคลอื่นขโมยของใช้ส่วนตัว กล่าวหาว่าคู่สมรสนอกใจ และการระแวงกลัวคนมาทำร้าย อาการประสาทหลอนการเห็นภาพหลอน หรือหูแว่ว ส่วนใหญ่เกิดในสมองเสื่อมชนิด Lewy body พยาบาลและผู้ดูแลต้องหาสาเหตุปัจจัยที่กระตุ้นภาวะนี้ ส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียประสาทสัมผัสหรือการมองเห็น การถูกกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมที่มากเกินไป การใช้ยาบางชนิด หรือสารเสพติด ควรใช้เทคนิคเบี่ยงเบนความ

สนใจโดยการเปลี่ยนเรื่องคุยจากสิ่งที่ผู้ป่วยหมกมุ่นไปทำกิจกรรมที่ผู้ป่วยชอบ จะทำให้อารมณ์ดีขึ้นและสิ่งที่คุณเองหมกมุ่นไปได้ ควรส่งเสริมความมั่นใจในเรื่องการได้รับการดูแลและไม่ทอดทิ้งจากญาติผู้ดูแล นอกจากนั้นควรใช้เทคนิคฟื้นฟูด้านความจำ การระลึกถึงความหลัง การเล่าชีวิตประวัติ ให้ผู้ป่วยเล่าเรื่องราวของตนเองจากรูปภาพเก่า ๆ และอาจนำเพลงในอดีตที่ผู้ป่วยชอบมาเปิดให้ฟังหรือชวนร้องเพลงเก่า ๆ เป็นต้น

ปัญหาการนอนหลับ (nocturnal disruption) ผู้ป่วยสมองเสื่อมมีการสูญเสียหน้าที่ของสมองส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการนอน ทำให้ไม่สามารถรับรู้เวลากลางวันกับกลางคืน ส่งผลให้ไม่ยอมนอนในเวลากลางคืน มีการเปลี่ยนแปลงในการนอนหลับ เช่น หลับๆ ตื่นๆ หรือหลับไม่ต่อเนื่อง อาการซันดาวน์ (sundown syndrome) เป็นอาการที่เกิดในช่วงกลางคืน หรือพลบค่ำ หรือช่วงที่พระอาทิตย์ใกล้ตกดินไปจนถึงช่วงค่ำ ๆ ซึ่งเป็นช่วงเวลาผู้ป่วยสมองเสื่อมมักเกิดอาการ BPSD มากที่สุด เช่น มีอาการกระวนกระวาย เดินหลง ประสาทหลอน สับสน และไม่อยู่นิ่ง เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการนอนหลับ ผู้ดูแลควรค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงวงจรการนอนหลับ จัดสภาพแวดล้อมส่งเสริมให้ผู้ป่วยผ่อนคลายภายในห้องนอน ควรมียารักษาที่เพียงพอ ไม่มีเสียงรบกวนและไฟสลัว ไม่มีกลิ่นเหม็นต่างๆ ที่นอนควรนุ่มแห้งสะอาด ควรอยู่ในอุณหภูมิที่ไม่ร้อนหรือเย็นจนเกินไป วางแผนจัดกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการนอนหลับ เช่น การออกกำลังกายซึ่งไม่ควรทำก่อนเข้านอน 4-5 ชั่วโมง หรืออ่านหนังสือ ฟังวิทยุ สวดมนต์ก่อนนอน รวมทั้งจัดตารางเวลาให้ผู้ป่วยหลับคืนเป็นเวลา

พฤติกรรมขาดความยับยั้งชั่งใจ (disinhibited behavior) เป็นพฤติกรรมที่ไม่สามารถควบคุมตนเองได้จากแรงกระตุ้นต่าง ๆ การแสดงออก

ทางพฤติกรรมที่ไม่ถูกกาลเทศะ การแสดงความเป็นมิตรมากเกินไป (excessive friendliness) การแสดงออกทางเพศและทางวาจาที่ไม่เหมาะสม เช่น ชอบอวดอวัยวะเพศ การพูดคำหยาบคาย หรือพูดจาลามกแพะโลม แนวทางการจัดการควรค้นหาปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการ เช่น ยารักษาโรคพาร์กินสัน อาการหลงผิด และประสาทหลอน ซึ่งเป็นสาเหตุส่งเสริมให้เกิดอาการเหล่านี้ ผู้ดูแลควรหลีกเลี่ยงการต่อว่าผู้ป่วยด้วยคำพูดรุนแรง ควรใช้คำพูดที่นุ่มนวล ไม่ควรใช้เสียงดัง โต้เถียง จับมัดหรือแสดงความไม่พอใจ เพราะยิ่งกระตุ้นให้เกิดอาการ ใช้เทคนิคการเบี่ยงเบนความสนใจ เช่น ชวนผู้ป่วยทำกิจกรรมงานฝีมือ การเล่นเกมสื่ หรือดูรายการโทรทัศน์ที่ผู้ป่วยชื่นชอบ หากผู้ป่วยเกิดพฤติกรรมแสดงออกทางเพศที่ไม่เหมาะสม ควรดูแลปกปิดให้มีความเป็นส่วนตัวไม่เปิดเผยผู้ป่วย หลีกเลี่ยงการอนาจารต่อที่สาธารณะ นอกจากนั้นควรปรับเปลี่ยนปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การควบคุมอุณหภูมิห้อง เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนสูงหรือเย็นจนเกินไป และลดเสียงที่ดังมาก ๆ ซึ่งอาจกระตุ้นให้ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงมากขึ้น

การจัดการภาวะ BPSD ในรูปแบบอื่น ๆ (Other intervention therapy) เป็นการบำบัดที่ใช้เทคนิคหลายรูปแบบควบคู่กันไปซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบการบำบัดทางประสาทสัมผัส (sensory-oriented therapy) จากการศึกษาโดยการใช้การกระตุ้นประสาทสัมผัสหลายด้าน ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส และการดมกลิ่น พบว่าหลังได้รับโปรแกรมการกระตุ้นประสาทสัมผัส ผู้ป่วยสมองเสื่อม มีภาวะปัญหาพฤติกรรมอารมณ์ และจิตใจลดลงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการบำบัดทางประสาทสัมผัสในปัจจุบัน (Tulliani et al., 2023) มีดังนี้

ดนตรีบำบัด (music therapy) เสียงดนตรีบรรเลง ช่วยในการจัดระเบียบการทำงานของเซลล์สมองให้สามารถจดจำสิ่งใหม่ ๆ ได้มากขึ้น โดยเสียงดนตรีบรรเลงจะถูกส่งเป็นสัญญาณประสาทที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินไปยังสมองส่วนทาลามัส (thalamus) แล้วส่งไปยังศูนย์ควบคุมการได้ยิน (auditory cortex) ซึ่งเชื่อมโยงกับสมองส่วนอื่น ๆ ช่วยกระตุ้นการเชื่อมโยงสัญญาณประสาทภายในเซลล์สมองมีผลต่อการพัฒนาด้านความจำ การรู้คิด ช่วยให้ผ่อนคลายลดอาการวิตกกังวล กระวนกระวาย และอารมณ์ซึมเศร้า ส่วนใหญ่เป็นเพลงบรรเลง เช่น เพลงบรรเลงของโมซาร์ท (mozart) เพลงบรรเลงของดีน มาร์ติน (dean martin) และเพลงคลาสสิกเพื่อความผ่อนคลาย (classic relaxation tunes) เป็นต้น ผู้ดูแลควรจัดให้ผู้ป่วยฟังสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จึงมีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมอง (อาทิตยา สุวรรณ และ สุทธิศรี ตระกูลสิทธิโชค, 2564; Yin et al., 2023)

สுகอนบำบัด (aroma therapy) การสูดดม น้ำมันหอมระเหย (essential oils) ที่สกัดมาจากสมุนไพร ดอกไม้ และ ต้นไม้ เช่น ดอกลาเวนเดอร์ ส้ม ดอกโรสแมรี่ ดอกมะลิ ยูคาลิปตัส หรือ เปปเปอร์มินต์ มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง การรู้คิด อารมณ์ การรับรู้การทำงานของร่างกาย และพฤติกรรม เมื่อสูดดมน้ำมันหอมระเหยเข้าสู่จมูก โมเลกุลของสารเคมีจะจับกับปลายประสาทรับกลิ่น (olfactory bulb) ซึ่งจะส่งกระแสประสาทไปสู่สมอง ส่งผลต่อการหลั่งสารสื่อประสาทต่าง ๆ เช่น cholinergic, dopamine, serotonin, GABA, endorphin และ encephaline ช่วยให้ผู้ป่วยคลายความวิตกกังวล ช่วยให้การนอนหลับดีขึ้น ลดพฤติกรรมขาดความยับยั้งชั่งใจ อาการกระวนกระวาย และคลายเครียดได้ โดยการบำบัดควรทำติดต่อกันทุกวัน 4 สัปดาห์ขึ้นไป (Ting et al., 2023)

การใช้แสงสว่างบำบัด (bright light therapy: BLT) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์สมองให้ดีขึ้น และฟื้นฟูการทำหน้าที่ของสมองด้านความจำ การรู้คิด อารมณ์และพฤติกรรม ช่วยลดปัญหาด้านการนอนหลับในผู้ป่วยสมองเสื่อม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผู้ป่วยสมองเสื่อมที่อยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีการทำงานของเส้นใยประสาทตา (optic nerve) และเซลล์รับแสงและภาพในจอประสาทตา (retinal ganglion cell: RGC) เสื่อมถอยลง ซึ่งเซลล์เหล่านี้มีหน้าที่เกี่ยวกับการรับแสงและการเห็นภาพต่าง ๆ ทำให้การส่งข้อมูลไปยังสมองส่วนต่าง ๆ บกพร่อง ได้แก่ สมองส่วนทาลามัส ไฮโปทาลามัส และสมองส่วนกลาง รวมทั้งส่งผลให้การเชื่อมต่อของสัญญาณประสาทในสมองผิดปกติตามไปด้วย จากการศึกษพบว่าแสงสว่างที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดภาวะสมองเสื่อม คือ แสงสีขาวอมฟ้า (bluish-white light) โดยใช้อุปกรณ์ช่วยเปล่งแสง (light emitting diode: LED) หรือใช้แสงสว่างตอนเช้า (morning bright light) ซึ่งการบำบัดควรทำวันละ 2 ชั่วโมงขึ้นไป ต่อเนื่องนาน 4 สัปดาห์ (Mei et al., 2023)

สัตว์บำบัด (animal assisted therapy: AAT) เป็นการนำสัตว์มาช่วยให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมได้ทำกิจกรรม เช่น การเล่น สัมผัส หรือกอด โดยการบำบัดด้วยสัตว์หรือการมีปฏิสัมพันธ์กับสัตว์มีผลต่อการหลั่งสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง เช่น dopamine และ endorphin ช่วยให้การทำงานของสมองดีขึ้น ลดภาวะซึมเศร้า วิตกกังวล และอารมณ์เฉยเมย จากการศึกษพบว่าสัตว์ที่นำมาใช้ในการบำบัด คือ สุนัข นก แมว น้ำ หรือปลาโลมา เป็นต้น สัตว์ที่นิยมมากที่สุด คือ สุนัข ซึ่งควรเป็นสุนัขที่เชื่อง สุขภาพแข็งแรงไม่มีโรค และได้รับการฉีดวัคซีน โดยวิธีการบำบัดทำได้โดยการให้สัตว์เลี้ยงอยู่ในห้องทำกิจกรรม (social room) และ

ทำกิจกรรมร่วมกับผู้ป่วยทุกวันติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์ (Chen et al., 2022)

เทคโนโลยีบำบัด (technology-assisted therapy) เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มารวมในโปรแกรมการบำบัดรักษาผู้ป่วยสมองเสื่อม ผลการศึกษาจำนวน 5 การศึกษาพบว่า การนำเทคโนโลยีบำบัดในรูปแบบต่าง ๆ สามารถช่วยลดกลุ่มอาการอยู่ไม่นิ่ง ปัญหาด้านการนอนหลับ ภาวะซึมเศร้า และวิตกกังวลได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้เทคโนโลยีบำบัดที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน ได้แก่ การใช้อุปกรณ์จากคอมพิวเตอร์ (multimedia device) การใช้โปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (mobile application) สมาร์ทโฟน (smartphone) หรือ แท็บเล็ต (tablet) มาใช้ในการเล่นเพลง การฉายภาพยนตร์ เล่นเกมส์ส่งเสริมความจำ และการออกกำลังกาย โดยผู้ป่วยสมองเสื่อมสามารถเลือกโปรแกรมจาก application ตามความต้องการสำหรับผู้เล่น นอกจากนั้นยังมีการนำเทคโนโลยีมาบำบัดภาวะ BPSD ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น หุ่นยนต์บำบัด (robot seal therapy) การนำหุ่นยนต์มาช่วยบำบัดสภาพจิตใจของผู้ป่วย สมองเสื่อม โดยมีบทบาทด้านการเป็นเพื่อน (companion) ผู้ฝึกสอน (coach) และคู่หูในการเล่น (play partner) และการใช้หมอนดนตรี (music pillow) เป็นต้น (Dissanayaka et al., 2023)

สโนซีเลนบำบัด (snoezelen therapy) ใช้เทคนิคการกระตุ้นประสาทสัมผัสหลาย ๆ ด้าน โดยการจัดห้องเฉพาะให้แก่ผู้ป่วยสมองเสื่อม แล้วผู้ดูแลหรือผู้บำบัดจะควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในห้อง ให้มีบรรยากาศที่อบอุ่นปลอดภัย การใช้เสียงเพลงเบา ๆ ฟังแล้วนุ่มนวล การพูดคุยด้วยเสียงทุ้มต่ำ การใช้แสงสีที่นุ่มนวล การใช้อุปกรณ์ตกแต่งห้องที่สามารถนั่งหรือนอนอย่างสุขสบาย สถานที่ควรมีการการปรับตกแต่งสถานที่ให้มีสีสันสวยงาม และมีความสะอาด

อากาศถ่ายเทสะดวก จากการศึกษาพบว่า การผสมผสานโดยใช้โซนซีไลน์บำบัดร่วมกับการดูแลผู้ป่วยสมองเสื่อมทั่วไป ตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน 18 เดือน ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยสมองเสื่อมมีพฤติกรรมก้าวร้าว อาการหลงผิด ประสาทหลอน และอาการซึมเศร้าลดลง (Roy et al., 2023)

ตัวตลกบำบัด (clowning therapy) จากการศึกษาพบว่า การใช้ตัวตลกมาแสดงโชว์ ร้องเพลง และเต้นรำ ให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมดูครั้งละ 10 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์ สามารถช่วยลดภาวะ BPSD ในระดับปานกลางและรุนแรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kontos et al., 2016)

2. รูปแบบการบำบัดการกระตุ้นการรู้คิด (cognition-oriented therapy) มีดังนี้

การบำบัดโดยใช้การระลึกถึงความหลัง (reminiscence therapy: RCTs) เป็นการใช้เทคนิคกระตุ้นความทรงจำของผู้ป่วยสมองเสื่อมโดยให้ดูภาพเก่า ๆ ของคนในครอบครัว ใช้สิ่งของที่สำคัญ และมีความหมายกับตนเองในอดีต เพลงเก่า ๆ ที่ฟังแล้วหวนคิดถึงความหลังและเหตุการณ์ในอดีต การเล่าประสบการณ์เกี่ยวกับความทรงจำในอดีตจนถึงปัจจุบันและอดีตชีวิตประวัติ การระลึกถึงความหลังจะช่วยกระตุ้นเซลล์สมองแบบซ้ำ ๆ ทำให้เกิดความทรงจำแบบลักษณะซ้ำ ๆ ช่วยฟื้นฟูสมองการทำงานของสมองด้านการรู้คิด ความจำทั้งระยะสั้นและระยะยาว และลดอาการหงุดหงิดวุ่นวาย พฤติกรรมทำซ้ำ และอาการเดินหลง จากการศึกษาพบว่า การบำบัดอาการ BPSD โดยใช้ RCTs ให้ได้ประสิทธิภาพ ควรจัดกิจกรรม 6-12 ครั้ง ครั้งละ 30-60 นาที 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ (Thomas and Sezgin, 2021)

การบำบัดด้วยการแสดงจำลอง (simulated presence therapy: SPT) เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองการบันทึกเสียงโทรศัพท์หรืออัดวิดีโอการสนทนาจากสมาชิกในครอบครัวเพื่อให้ผู้ป่วยสมอง

เสื่อมมีส่วนร่วมในการสนทนา โดยผู้ดูแลสามารถสังเกตพฤติกรรมในระหว่าง การสนทนาเพื่อประเมิน จากผลการศึกษาเชิงทดลอง 3 การศึกษา พบว่าการบำบัดโดยวิธี SPT 60 นาทีต่อวัน ติดต่อกัน 10 วัน สามารถช่วยลดอาการกระวนกระวายพลุ่งพล่านและอาการ ไม่อยู่นิ่ง (Abraha et al., 2017)

การกระตุ้นการรู้คิด (cognitive stimulation) ผลของการกระตุ้นการรู้คิดสามารถช่วยชะลอการเสื่อมของสมองโดยเพิ่มจำนวนแขนงหรือเส้นใยของเซลล์ประสาทและช่วยให้การเชื่อมต่อสัญญาณของเซลล์ประสาทในสมองมีมากขึ้น ช่วยส่งเสริมการทำงานของสมองในด้านของการรู้คิด อารมณ์ และพฤติกรรม จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการกระตุ้นการรู้คิด เช่น การเล่นเกม หรือการทำงานอดิเรก โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติ 45 นาที ต่อครั้ง จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลามากกว่า 7 สัปดาห์ โดยการจัดกิจกรรมควรจัดที่ห้องเดิมเวลาเดิมทุกครั้งสามารถช่วยลดภาวะซึมเศร้า และอารมณ์เฉยเมย (Bhowmik et al., 2023).

3. รูปแบบการบำบัดด้วยการเคลื่อนไหว (movement-oriented therapy) มีดังนี้

การบำบัดโดยการออกกำลังกาย (exercise therapy) การออกกำลังกายช่วยส่งเสริมให้มีการหลั่งฮอร์โมนที่ทำหน้าควบคุมการทำงานของระบบประสาทและสมอง เรียกว่า brain-derived neurotrophic factor (BDNF) ซึ่ง BDNF เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่เป็นอาหารของเซลล์ประสาท ช่วยให้มีการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาทได้ดี เป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการรู้คิดและความจำทั้งระยะสั้นและระยะยาว ช่วยลดภาวะ BPSD จากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยสมองเสื่อมที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอทำให้ง่ายการสร้าง BDNF ในปริมาณมากโดยโปรแกรม

การออกกำลังกายที่ช่วยในการบำบัดและฟื้นฟูสภาพสมองควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (aerobic exercise) และการออกกำลังกายที่มีแรงต้าน (resistance exercise) ควรมีความหนักระดับปานกลาง (moderate intensity) อย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาครั้งละ 30 ถึง 60 นาที อย่างต่อเนื่องนานติดต่อกัน 48 สัปดาห์ (Pahlavani, 2023)

การบำบัดด้วยกิจกรรมกลางแจ้ง (outdoor activity therapy) การทำกิจกรรมภายนอกบ้าน ได้แก่ การเดินนอกบ้านหรือเดินในสวน การออกกำลังกายในน้ำ (aquatic exercise) ปั่นจักรยานวีลแชร์ (wheelchair cycling) และจัดกิจกรรมกลุ่มกลางแจ้ง เป็นการกระตุ้นเซลล์ประสาทสมอง ส่งเสริมการหลั่งสารสื่อประสาทกลุ่มแคทีโคลามีน เช่น โดพามีน และนอร์เอพิเนฟริน จากการศึกษาพบว่า การจัด กิจกรรมกลางแจ้ง 30 – 60 นาที ต่อวัน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ติดต่อกันนาน 2 สัปดาห์ ถึง 12 เดือน สามารถลดอาการซึมเศร้า วิตกกังวล และอารมณ์เฉยเมย ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (D' Cunha et al., 2020).

การจัดการแบบใช้ยา ในปัจจุบันการบำบัดภาวะ BPSD โดยใช้ยานิยมใช้ควบคู่กับการบำบัดโดยไม่ใช้ยาขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของภาวะ BPSD (Magierski et al., 2022) กลุ่มยาที่ใช้มีดังนี้

1. ยากลุ่มยับยั้งเอนไซม์ที่ทำลายสาร acetylcholine (cholinesterase inhibitors: ChEIs) ซึ่งมีประสิทธิภาพ ช่วยฟื้นฟูด้านการรู้คิด ความจำ และลดอาการเฉยเมย หลงผิด และประสาทหลอน เนื่องจากยากลุ่มนี้จึงไปออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่ทำลายสาร acetylcholine ที่บริเวณช่องรอยต่อของเซลล์ประสาท (synaptic cleft) และช่วยทำลายปฏิกิริยาแอมีลอยด์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะสมองเสื่อม เพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาท ซึ่งยาในกลุ่มนี้ที่มี

ประสิทธิภาพในการรักษาภาวะสมองเสื่อมระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ได้แก่ ยา donepezil (aricept), rivastigmine (exelon), galantamine (reminy) ผลข้างเคียงของยา ได้แก่ ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน เกิดตะคริว ความดันโลหิตต่ำและนอนไม่หลับ

2. ยากลุ่มต้านซีเมเร้าเอสเอสอาร์ไอ selective serotonin reuptake inhibitors: SSRIs) ช่วยบำบัดอาการซึมเศร้าและวิตกกังวลในผู้ป่วย BPSD ที่รักษาด้วยการบำบัดแบบไม่ใช้ยาไม่ได้ผล ยาออกฤทธิ์เพิ่มระดับสารสื่อประสาท serotonin ได้แก่ ยา fluoxetine, paroxetine, fluvoxamine, citalopram, sertraline และ escitalopram ช่วยลดอาการกระวนกระวายและ อาการหลงผิด ผลข้างเคียงของยา คือ มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร น้ำหนักลดลงหรือเพิ่มขึ้น คลื่นไส้ อาเจียน นอนไม่หลับ เสื่อมสมรรถภาพทางเพศ และเกิดภาวะระดับโซเดียมในเลือดต่ำ

3. ยากลุ่มอาการทางจิต (antipsychotic drug) ช่วยบำบัดและบรรเทาอาการ BPSD ที่อาการทางจิตรุนแรง เช่น อาการก้าวร้าว หลงผิด กระสับกระส่าย ทำร้ายตนเองและผู้อื่น และประสาทหลอน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ ยาด้านโรคจิตเภท กลุ่มเก่า ได้แก่ ยา haloperidol, fluphenazine, และ chlorpromazine และ ยาด้านโรคจิตเภทกลุ่มใหม่ มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกับยาในกลุ่มเก่าโดยออกฤทธิ์ยับยั้งตัวรับโดปามีน ชนิด ดี 2 ที่บริเวณเซลล์ประสาท หลังไซแนปส์ (postsynaptic dopamine D2 receptor) ข้อแตกต่างคือทำให้เกิดภาวะ extrapyramidal side effect (EPS) ได้น้อยกว่ายาในกลุ่มเก่า ยากลุ่มนี้ ได้แก่ risperidone, quetiapine และ olanzapine อาการข้างเคียงที่ต้องเฝ้าระวังคือ ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ กล้ามเนื้อแข็ง

เกร็ง ปวดกล้ามเนื้อ ภาวะง่วงซึม และอาการความดันโลหิตต่ำเมื่อเปลี่ยนท่า

บทสรุป

จากที่กล่าวมา การพัฒนาองค์ความรู้ในการจัดการภาวะ BPSD เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้ดูแลมีความเข้าใจพฤติกรรมของผู้ป่วยมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการดูแลที่มีคุณภาพ โดยผู้ดูแลจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับ สาเหตุและปัจจัยของภาวะ BPSD กลุ่มอาการและอาการแสดงของภาวะ BPSD และการจัดการภาวะ BPSD ซึ่งมีทั้งแบบไม่ใช้ยาและแบบใช้ยา การจัดการแบบไม่ใช้ยา มี 2 วิธี คือ 1) การจัดการตามระยะของภาวะสมองเสื่อม ได้แก่ ระยะเริ่มต้น ระยะปานกลางและระยะรุนแรง 2)

เอกสารอ้างอิง

- ชลิต เชาววิไลย, วินัย พูลศรี, และธีรพันธ์ ตันพาณิชย์. (2565). แนวทางการป้องกันผู้สูงอายุจากภาวะสมองเสื่อมวารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน, 8(3), 8-15.
- อาทิตยา สุวรรณ และสุทธิศรี ตระกูลสิทธิโชค (2564). ผลของโปรแกรมการส่งเสริมการรู้คิดโดยใช้ดนตรีบำบัดร่วมกับการกระตุ้นประสาทการรับรู้หลายด้านต่อความสามารถด้านการรู้คิด ปัญหาพฤติกรรม อารมณ์ และจิตใจของผู้สูงอายุ ที่มีภาวะสมองเสื่อม. วารสารพยาบาลสหราชอาณาจักรไทย, 14(2), 221-34.
- Alzheimer's Association. (2023). *Caregiving stages-behaviors*. Retrieved November 27, 2023, from <https://www.alz.org/help-support/caregiving/stages-behaviors>
- Chen, H., Wang, Y., Zhang, M., Wang, N., Li, Y., & Liu, Y. (2022). Effects of animal-assisted therapy on patients with dementia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychiatry Research*, 314(4), 1-9.
- Cloak, N., & Khalili, Y. A. (2022). *Behavioral and psychological symptoms in dementia*. Retrieved November 27, 2023 from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551552/>
- Cognat, E., Sabia, S., Fayel, A., Lilamand, M., Handels, R., Fascendini, S., Bergh, S., & Paquet, C. (2023). BPSD patterns in patients with severe neuropsychiatric disturbances: insight from the recage. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 31(8), 633-9.
- D' Cunha, N. M., Isbel, S., McKune, A. J., Kellett, J., & Naumovski, N. (2020). Activities outside of the care setting for people with dementia: a systematic review. *BMJ Journal*, 10(10), 1-13.

การจัดการในรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ รูปแบบการบำบัดทางประสาทสัมผัส รูปแบบการบำบัดการกระตุ้นการรู้คิด และ รูปแบบการบำบัดด้วยการเคลื่อนไหว การจัดการแบบใช้ยาใช้ควบคู่กับการบำบัดโดยไม่ใช้ยา

ข้อเสนอแนะ

บทความนี้เสนอแนะให้บุคลากรทางการแพทย์ พยาบาล บุคคลที่ให้การดูแลช่วยเหลือผู้ป่วยสมองเสื่อม บุคคลทั่วไป หรือผู้ที่สนใจนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอด และขยายผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา สามารถนำไปสร้างเป็นแนวปฏิบัติในการจัดการปัญหาพฤติกรรมและจิตใจของผู้ป่วยสมองเสื่อมให้มีประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น

- Dissanayaka, N., Brooks, D., Worthy, P., Mitchell, L., Pachana, N. A., Byrne, G., Keramat, S. A., & Pietsch, A. (2023). A single-blind, parallel-group randomised trial of a technology-assisted and remotely delivered cognitive behavioural therapy intervention (tech-cbt) versus usual care to reduce anxiety in people with mild cognitive impairment and dementia: study protocol for a randomised trial. *BioMed Central*, 24(420); 1-17.
- Kontos, P., Miller, K.L., Colobong, R., Lazgare, L., Binns, M., Low, L. F., Surr, C., & Naglie, G. (2016). Elder-clowning in long-term dementia care: results of a pilot study. *J Am Geriatr Soc*, 64(2), 347–53.
- Magierski, R., Sobow, T., Schwertner, E., & Religa, D. (2022). Pharmacotherapy of behavioral and psychological symptoms of dementia: state of the art and future progress. *Front Pharmacol*, 11(2), 1-15.
- Mei, X., Zou, C., Si, Z., Xu, T., Hu, J., Wu, X., & Zheng, C. (2023). Antidepressant effect of bright light therapy on patients with Alzheimer’s disease and their caregivers. *Frontiers in Pharmacology*, 14(6), 1-9.
- Meng, X., Su, J., Li, H., Ma, D., Zhao, Y., Li, Y., Zhang, X., & Sun, J. (2021). Effectiveness of caregiver non-pharmacological interventions for behavioural and psychological symptoms of dementia: an updated meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 71(2), 1- 10.
- Pahlavani, H. A. (2023). Exercise therapy to prevent and treat Alzheimer’s disease. *Front Aging Neurosci*, 15(4), 1-14.
- Press, D. (2023). *Management of neuropsychiatric symptoms of dementia*. Retrieved from <https://www.uptodate.com/contents/management-of-neuropsychiatric-symptoms-of-dementia>.
- Roy, D., Varadharajan, A., Joe, N., Jain, S., Sunny, A. S., & Issac, T. G. (2023). “Relax, refresh, and refocus:” a brief account on the potential utility of snoezelen in dementia. *Journal of Psychiatry Spectrum*, 2(8), 109-12.
- Schwertner, E. (2021). *Factors associated with behavioral and psychological symptoms of dementia* (Thesis for doctoral degree, Care Sciences and Society Karolinska Institutet).
- Thomas, J. M., & Sezgin, D. (2021). Effectiveness of reminiscence therapy in reducing agitation and depression and improving quality of life and cognition in long-term care residents with dementia: A systematic review and meta-analysis. *Geriatric Nursing*, 42(6), 1-8.
- Tible, O. P., Riese, F., Savaskan, E., & Von-Gunten, A. (2017). Best practice in the management of behavioural and psychological symptoms of dementia. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, 10(8), 297–309.

- Ting, Y. Y., Tien, Y., & Huang, H. P. (2023). Effects of aromatherapy on agitation in patients with dementia in the community: A quasi-experimental study. *Geriatric Nursing*, 51(4), 422-428.
- Wang, L., Zhou, Y., Fang, X., & Qu, G. (2022). Care burden on family caregivers of patients with dementia and affecting factors in China: A systematic review. *Frontiers in Psychiatry*, 13(5), 1-9.
- World Health Organization. (2023). *Dementia fact-sheets*. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
- Yin, S., Zhu, F., Li, Z., Che, D., Li, L., Zhang, L., Zhong, Y., ... Wu, X. (2023). Research Hotspots and Trends in Music Therapy Intervention for Patients With Dementia: A Bibliometrics and Visual Analysis of Papers Published From 2010 to 2021. *Front Psychiatry*, 13(2), 1-13.

การตรวจความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีทดสอบลูมินอล

Examination of persistence of bloodstains on various wood surfaces by luminol test

สุริยาพร บุญธรรม¹, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง², ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี³

หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์^{1,2,3}

Suriyaporn Boontum¹, Sirirat Choosakoonkriang², Supachai Supaluknari³

Forensic Science Program, Department of Chemistry Faculty of Science,
Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus^{1,2,3}

E-mail: tarnsurii@gmail.com¹ E-mail: choosakoonkrian_s@su.ac.th²

E-mail: supaluknari_s@su.ac.th³

Received: January 26, 2023; Revised: February 21, 2024; Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

คราบเลือดเป็นหลักฐานสำคัญทางกายภาพที่มักพบในสถานที่เกิดเหตุ วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ด้วยวิธีลูมินอลในสภาวะที่แตกต่างกัน พื้นผิวไม้ที่เลือกในการวิจัยนี้คือ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก ในการทดลองนี้ใช้ตัวอย่างเลือด 50 ไมโครลิตร หยดลงบนพื้นผิวไม้ทั้ง 3 ประเภท โดยตัวอย่างคราบเลือดที่ใช้ในการทดลองถูกเก็บไว้ในสภาวะที่แตกต่างกัน ได้แก่ ในอาคารในที่มืด กลางแจ้งที่มีแดดส่องถึง และในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และนำไปทดสอบด้วยวิธีลูมินอลแต่ละสัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่า คราบเลือดบนพื้นผิวไม้ทุกชนิดสามารถตรวจพบได้อย่างชัดเจนแม้ในตัวอย่างที่มีอายุ 4 สัปดาห์ก็ตาม ผลการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของการทดสอบด้วยวิธีลูมินอลในการตรวจหาคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ชนิดต่างๆ และอาจใช้ในการตรวจหาคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ในตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

คำสำคัญ: คราบเลือด พื้นผิวไม้ การทดสอบลูมินอล ไม้ยางพารา ไม้สน ไม้สัก

ABSTRACT

Bloodstains are important physical evidences. Normally bloodstains were found in crime scene. The objective of this research was to examine the persistence of bloodstains on various wood surfaces by luminol in different conditions. The substrates chosen in this study were rubber wood, pine wood and teak wood. In this experiment, 50 μ L of blood samples were applied onto those surfaces. Then, those samples with bloodstains were kept at three

different conditions including indoors in the darkness, outdoors under sunshine and indoors controlled temperature of 25°C for 4 weeks. The samples were tested by luminol testing every week. The results found that the bloodstains on all samples studied could be clearly detected even in the 4th week. The findings of this study showed the capability of the luminol test to detect bloodstains on various types of wood surfaces and might be used to detect bloodstains on wood surfaces in authentic forensic samples.

KEYWORDS: Bloodstains, Wood surfaces, Luminol test, Rubber wood, Pine wood, Teak wood

บทนำ

สถานที่เกิดเหตุมักพบวัตถุพยานที่มีความสำคัญที่ใช้เป็นหลักฐานในการสืบสวนสอบสวนเพื่อพิสูจน์ความผิดของผู้กระทำผิดเป็นแนวทางในการช่วยหาตัวผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น หากในสถานที่เกิดเหตุไม่พบลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยาน คราบเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุนั้นก็สมารถนำมาใช้ในการตรวจได้แม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย เนื่องจากเลือดนั้นมีดีเอ็นเอ (DNA) หรือรหัสทางพันธุกรรมที่ลักษณะเฉพาะเจาะจงในแต่ละบุคคล เลือดยังมีฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) เป็นสารที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในเม็ดเลือดแดง (Red blood cell) ที่ทำหน้าที่นำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายจึงสามารถใช้เป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่ความยุติธรรมในการดำเนินคดีได้ (ศิริพร พันธศรี, 2549)

การตรวจคราบเลือดในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายวิธีที่น่าเชื่อถือและนิยมในปัจจุบัน ได้แก่ Phenolphthalein, Luminol และ Fluorescein โดยเริ่มนำลูมินอลมาใช้ตรวจหาคราบเลือดบนวัตถุพยานการตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลเป็นวิธีที่ค่อนข้างมีความจำเพาะเจาะจงและสามารถตรวจคราบเลือดที่เจือจางมากได้ (Specht W., 1937) หลังจากนั้นได้พัฒนาลูมินอล โดยใช้ Sodium carbonate และ Sodium percarbonate

ผสมกับน้ำกลั่นและเป็นสูตรที่นิยมใช้ในการตรวจคราบเลือดในคดีอาชญากรรม แต่สารดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาการ Oxidation ของเม็ดเลือดแดงช้า จึงทำให้เกิดสารเรืองแสงไม่มากและระยะสั้น เป็นวิธีที่ไม่เสถียรและเป็นพิษสูง (Grodsky M et al., 1951) จนต่อมาได้แก้ไขโดยใช้ Sodium hydroxide เป็นส่วนประกอบใหม่ในลูมินอล แต่สารละลายดังกล่าวต้องเก็บในที่เย็นต้องเก็บให้พ้นแสง และสารเรืองแสงที่ได้จากการตรวจคราบเลือดต้องถ่ายภาพมีข้อจำกัดคือ ต้องถ่ายภาพในที่มืด และต้องใช้กล้องสำหรับถ่ายภาพตอนกลางคืน Joanne, Jonathan และ Terence ได้ศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจคราบเลือดที่ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีลูมินอลที่เป็นสาร Chemiluminescent และวิธี Phenolphthalein (KastlleMeyer), Leucomalachie green, Hemastix และ Forensic light source ที่ไม่ใช่สาร Chemiluminescent จากการศึกษาพบว่า การตรวจคราบเลือดโดยวิธีลูมินอลเป็นเทคนิคที่มีความไวต่อการตรวจคราบเลือดมากที่สุด และมีความปลอดภัย และสามารถนำคราบเลือดที่ผ่านการตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลตรวจหาดีเอ็นเอ (DNA) หรือสารพันธุกรรมต่อไปได้ การตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอล เมื่อทำปฏิกิริยากับเลือดสามารถมองเห็นการเปล่งแสงสีฟ้าในที่มืดสนิทด้วยตาเปล่าได้ (Weber K., 1966)

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาในข้างต้นวิธีมินอล เป็นวิธีที่แสดงผลในการตรวจคราบเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเทคนิคที่มีความไวต่อการตรวจคราบเลือดมากที่สุด ความสะดวก รวดเร็ว และมีความปลอดภัย การตรวจวัตถุพยานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์การตรวจความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้นั้นสามารถพบได้มากเมื่อเกิดคดีอาชญากรรมต่างๆ และเป็นข้อมูลที่สามารถพิสูจน์หลักฐานทางที่เกิดเหตุได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ 3 ชนิด คือ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก ด้วยวิธีมินอลซึ่งเป็นวิธีที่มีประโยชน์สำหรับสถานที่เกิดเหตุที่เป็นที่มืดหรือพื้นผิวที่กลมกลืนกับพื้นผิววัตถุที่พบในที่เกิดเหตุ เพื่อศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิไม้ในสภาพที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ต่างชนิด ในสภาวะและระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ที่เป็นวัตถุพยานในคดีอาชญากรรมได้
2. สามารถตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ต่างชนิด ในสภาวะและระยะเวลาที่แตกต่างกันได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีมินอลเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ การทดลองนี้ดำเนินการระหว่างเดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2566 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้ 1.เลือดมนุษย์ 2.สารละลายลูมินอล 3.ไม้ยางพารา 4.ไม้สน 5.ไม้สัก 6.กล้องถ่ายภาพดิจิทัล ยี่ห้อ Sony A5100

1. เตรียมส่วนของเนื้อไม้กลางลำต้นขนาด 4x4 นิ้ว ไม้ตัวอย่างที่นิยมนำมาใช้และนิยมปลูกมาก

ที่สุด ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก จากจังหวัดสงขลา อำเภอหาดใหญ่ ตำบลควนลัง จากนั้นทำการแบ่งไม้เป็นตารางทั้งหมด 6 ช่อง แล้วนำเลือดมาจำนวน 50 ไมโครลิตร หยดลงบนผิวไม้จนครบระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยตัวอย่างคราบเลือดถูกเก็บไว้ใน 3 สภาวะที่ต่างกัน

2. สภาวะที่ต่างกัน

2.1 ในอาคารในที่มืด อุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-22 องศาเซลเซียส ปิดไฟและควบคุมไม่ให้มีการเข้าออกห้องที่ศึกษา ทั้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

2.2 วางไว้กลางแจ้งมีแดดส่องถึงไม่มีฝนตก ทั้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

2.3 ในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยการเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ปิดไฟและควบคุมไม่ให้มีการเข้าออกห้องที่ศึกษา ทั้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ก่อนการทดสอบ เมื่อหยดเลือดครบทุกๆ 4 สัปดาห์ทำการหยดสารละลายลูมินอลทุกสัปดาห์เพื่อวิเคราะห์ โดยทำการเตรียมสารละลายลูมินอล

3. การเตรียมสารลูมินอล

3.1 ชั่งสารลูมินอล 0.05 กรัม และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

3.2 เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ของ 3% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ออกไซด์ ในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร จะได้สารละลายลูมินอลที่ต้องการ

จากนั้นทำการหยดน้ำลูมินอล 1 หยดบนคราบเลือด และถ่ายรูปด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลในที่แสงสว่างน้อยแล้วบันทึกผลในทุกๆ สัปดาห์ ซึ่งการวิเคราะห์ผลการตรวจคราบเลือดบนตัวอย่างไม้ชนิดต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีมินอล (จุฑามาศ ยิ้มุ่น, 2559) ซึ่ง

ทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist กำหนดช่วงความเข้มของแสงไว้ 4 ระดับ ดังนี้

3 = ความเข้มของการเรืองแสงสูงที่สุด

ระหว่างช่วง 210 – 250

2 = ความเข้มของการเรืองแสงปานกลาง

ระหว่างช่วง 169 – 209

1 = ความเข้มของการเรืองแสงต่ำสุด

ระหว่างช่วง 128 – 168

0 = ไม่ปรากฏความเข้มของการเรืองแสง

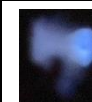
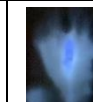
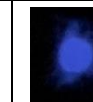
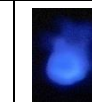
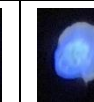
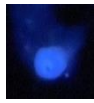
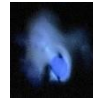
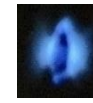
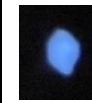
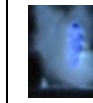
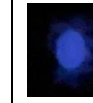
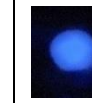
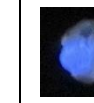
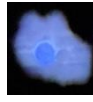
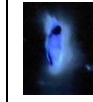
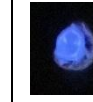
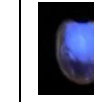
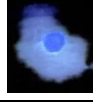
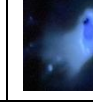
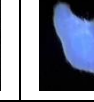
ระหว่างช่วง 87 – 127

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและตรวจคราบเลือดบนผิวไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีลูมินอลโดยการ

ทดสอบเปรียบเทียบบนไม้ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก ซึ่งตัวอย่างคราบเลือดจะถูกเก็บไว้ในอาคารในที่มืด กลางแจ้งที่มีแดดส่องถึง และในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ก่อนการทดสอบ จากนั้นในการทดลองจะทำการนำเลือดมาในปริมาตรเท่ากัน คือ 50 ไมโครลิตร นำมาหยดลงบนตัวอย่างไม้ เมื่อทดสอบด้วยสารลูมินอลจะทำให้เกิดการหยดลงบนตัวอย่างไม้แต่ละชนิด บันทึกและถ่ายรูปผลการเรืองแสงของสารลูมินอลในที่แสงสว่างน้อย ผลการศึกษาพบว่าผลการเรืองแสงของสารลูมินอลบนตัวอย่างไม้ทั้ง 3 ชนิด ที่ทำการทดลองในระยะเวลาและสภาวะต่างกันได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเรืองแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน

ระยะเวลา ที่หยด เลือดทิ้งไว้ (สัปดาห์)	ชนิดของไม้								
	ไม้ยางพารา			ไม้สน			ไม้สัก		
	ในอาคาร ในที่มืด	กลางแจ้ง	ในอาคาร 25 องศา เซลเซียส	ในอาคาร ในที่มืด	กลางแจ้ง	ในอาคาร 25 องศา เซลเซียส	ในอาคาร ในที่มืด	กลางแจ้ง	ในอาคาร 25 องศา เซลเซียส
สัปดาห์ 1									
สัปดาห์ 2									
สัปดาห์ 3									
สัปดาห์ 4									

จากตารางที่ 1 เป็นการตรวจคราบเลือดบนไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีลูมินอล ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดจากการปล่อยพลังงานออกมาในรูปแสงสีฟ้า

สามารถมองเห็นได้ในที่มืดสนิท และเปล่งแสงได้นาน 5-10 นาที โดยผลการทดลองพบว่าเมื่อหยดเลือดทิ้งไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม้ยางพารา ไม้สน

และไม้สัก สามารถตรวจพบคราบเลือดได้ชัดเจน

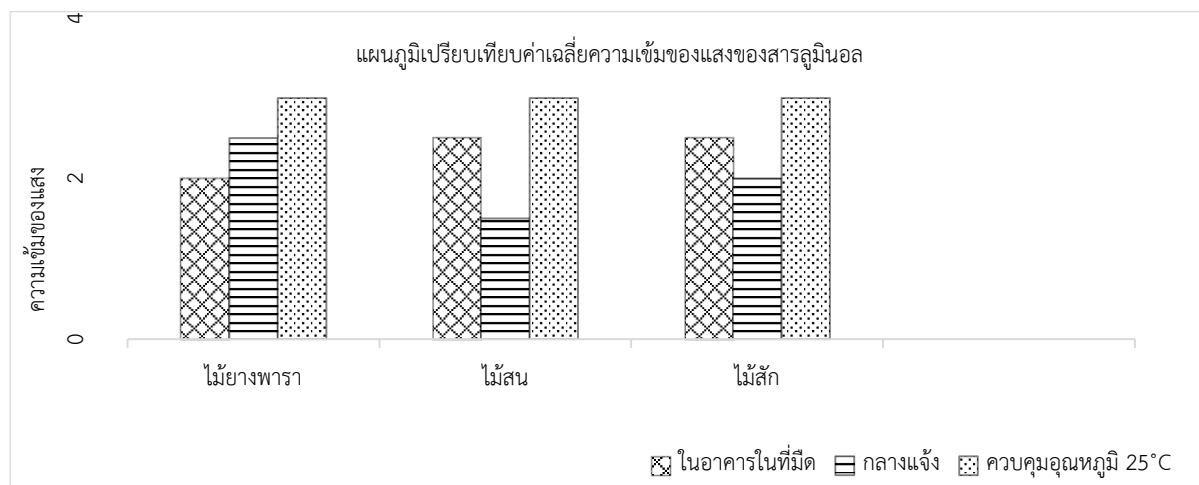
แม้เวลาจะผ่านไป 4 สัปดาห์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความเข้มแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน

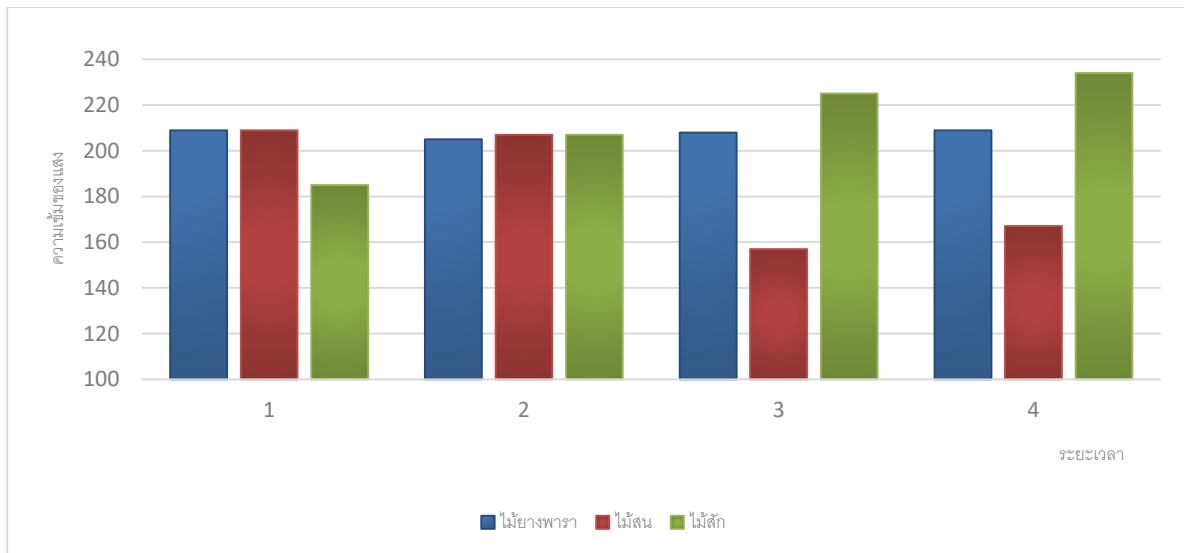
ระยะเวลาที่ หยุดเลือด ทิ้งไว้ (สัปดาห์)	ชนิดของไม้								
	ไม้ยางพารา			ไม้สน			ไม้สัก		
	ใน อาคาร ในที่มืด	กลางแจ้ง 25 องศา เซลเซียส	ในอาคาร ในที่มืด	ใน อาคาร ในที่มืด	กลางแจ้ง 25 องศา เซลเซียส	ในอาคาร ในที่มืด	ใน อาคาร ในที่มืด	กลางแจ้ง 25 องศา เซลเซียส	ในอาคาร ในที่มืด
สัปดาห์ 1	2	2	3	2	2	3	2	2	3
สัปดาห์ 2	2	2	3	2	2	3	2	2	3
สัปดาห์ 3	2	3	3	1	3	3	3	2	3
สัปดาห์ 4	2	3	3	1	3	3	3	2	3

จากตารางที่ 2 เมื่อวิเคราะห์การเปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล ในตัวอย่างไม้ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีค่าความเข้มแสงไม่แตกต่างกันเมื่ออยู่ในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด ยกเว้นไม้สนในสัปดาห์ที่ 3-4 มีความเข้มของแสงต่ำที่สุด ส่วนในสภาวะกลางแจ้งนั้นไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลคล้ายกันหมด และ

ในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลเหมือนกันหมดในทุกสัปดาห์ จากผลการทดลองที่ได้กล่าวไปข้างต้น จึงนำมาแสดงแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของแสงจากการตรวจคราบเลือดที่อยู่บนผิวไม้ทั้ง 3 ชนิด และในสภาวะทั้ง 3 สภาวะ ด้วยวิธีลูมินอล ภายหลังการหยุดเลือดทิ้งไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์



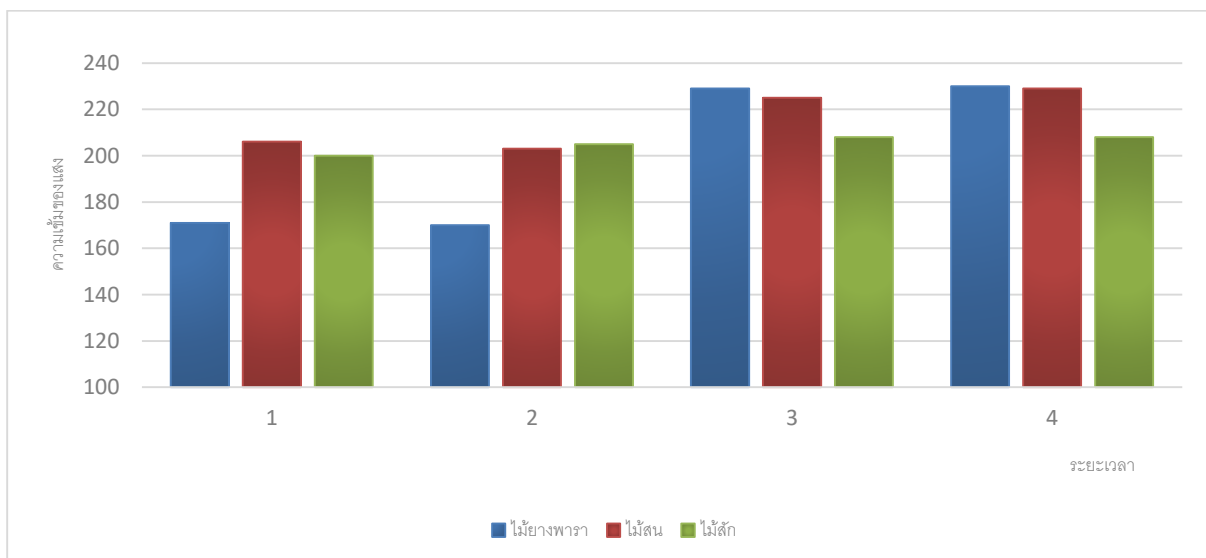
แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน



แผนภูมิที่ 2 ศึกษาผลของเวลาที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดที่มีการเรืองแสงของไม้แต่ละชนิดในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด

จากแผนภูมิที่ 2 ศึกษาผลของเวลาที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดที่มีการเรืองแสงของไม้แต่ละชนิดในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด เป็นระยะเวลา 1 - 4 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบน

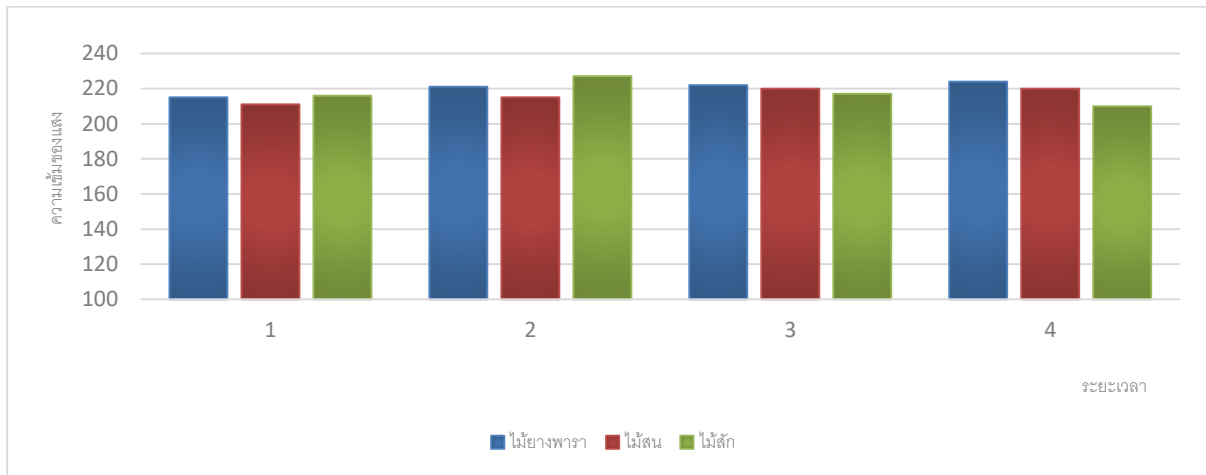
แอปพลิเคชัน ColorAssist พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 169 - 209 ยกเว้นไม้สนในสัปดาห์ที่ 3-4 มีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 128 - 168 แสดงถึงความคงอยู่ของคราบเลือดในไม้ทุกชนิด



แผนภูมิที่ 3 ศึกษาผลของเวลาที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดที่มีการเรืองแสงของไม้แต่ละชนิดในสภาวะกลางแจ้ง

จากแผนภูมิที่ 3 ศึกษาผลของเวลาที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดที่มีการเรืองแสงของไม้แต่ละชนิดในสภาวะกลางแจ้ง เป็นระยะเวลา 1 - 4 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า

B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 169 - 250 แสดงถึงความคงอยู่ของคราบเลือดในไม้ทุกชนิด



แผนภูมิที่ 4 ศึกษาผลของเวลาที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดที่มีการเรืองแสงของไม้แต่ละชนิดในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

จากแผนภูมิที่ 4 ศึกษาผลของเวลาที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดที่มีการเรืองแสงของไม้แต่ละชนิดในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 - 4 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 210 - 250 แสดงถึงความคงอยู่ของคราบเลือดในไม้ทุกชนิด

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการเรืองแสงและเปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ถึง 4 สัปดาห์ พบว่า ตัวอย่างไม้ที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดได้ดีที่สุดไปต่ำสุดคือ ไม้สัก ไม้ยางพารา และไม้สน ตามลำดับ เมื่อนำไปเก็บไว้ในสภาวะต่างๆ นั้น สภาวะที่มีความคงอยู่ของ

คราบเลือดได้ดีที่สุดไปน้อยสุด คือ สภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สภาวะในอาคารในที่มืด และสภาวะกลางแจ้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ คราบเลือดบนผิวไม้ทุกชนิดสามารถตรวจพบได้อย่างชัดเจนแม้ในตัวอย่างที่มีอายุ 4 สัปดาห์ก็ตาม การตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลยังคงสามารถตรวจพบคราบเลือดที่มีความเข้มของสีสูงที่สุดบนผิวไม้ทุกชนิดได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจคราบเลือดที่ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ 5 วิธี ได้แก่ ลูมินอลที่เป็นสาร Chemiluminescent และวิธี Phenolphthalein, Leucomalachite green, Hemastix และ Forensic light source ที่ไม่ใช่สาร Chemiluminescent จากการศึกษาพบว่า การตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลเป็นเทคนิคที่มีความไวในการตรวจคราบเลือดมากที่สุด และมีความปลอดภัย (Joanne et al., 2006) เมื่อเปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล

เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดไม่ได้มีความแตกต่างกันเมื่ออยู่ในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด ยกเว้นไม้สนในสัปดาห์ที่ 3-4 มีความเข้มของแสงต่ำที่สุด ส่วนในสภาวะกลางแจ้งนั้นไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลคล้ายกันหมด และในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลเหมือนกันหมดในทุกสัปดาห์ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลที่ทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist เนื่องจากไม้สนเป็นไม้ที่มีเนื้ออ่อนที่มีลักษณะโครงสร้างไม้ที่มีเนื้อไม้ไม่มีรู (non-porous wood) เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านของน้ำและอากาศได้ไม่ดี ส่วนไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีเนื้อแข็งปานกลางและไม้สักเป็นไม้ที่มีเนื้อแข็งนั้นมีลักษณะโครงสร้างไม้ที่มีรู (porous wood) เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านของน้ำและอากาศได้ดีและมีการอัดแน่นของเนื้อไม้ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซึมเลือด พื้นผิวไม้จะดูดซึมและแผ่ขยายเป็นวงกว้าง ด้วยเหตุผลทางลักษณะของไม้จึงนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะการมีรูพรุนและไม่มีรูพรุนที่ทำให้เกิดการเรืองแสงของคราบเลือดที่ปรากฏบนผิวไม้แต่ละชนิดได้ เนื่องจากไม้สนเป็นไม้ที่มีเนื้อไม้ไม่มีรูพรุน เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านน้ำได้ไม่ดีเมื่อทำการหยดเลือดลงไปเลือดก็จะมีการซึมผ่านได้เพียงเล็กน้อยและเมื่ออยู่ในสภาวะกลางแจ้งแดดก็จะจางเมื่อทดสอบด้วยลูมินอลจึงทำให้เกิดความเข้มของแสงต่ำ ส่วนในไม้ยางพาราและไม้สักเป็นไม้ที่มีเนื้อไม้ที่มีรูพรุน เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านน้ำได้ดีเมื่อทำการหยดเลือดลงไปเลือดก็จะมีการซึมผ่านลงไปเนื้อไม้และแผ่ขยายเป็นวงกว้าง เมื่อทดสอบด้วยลูมินอลจึงทำให้เกิดความเข้มของแสงปานกลางถึงความเข้มของแสงสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สวรรส ปุริมโน ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการตรวจคราบเลือดที่เจอ

จากบนพื้นผิวที่มีรูพรุน และไม่มีรูพรุนด้วย Phenolphthalein, Tetramethylbenzidine, Luminol และ Bluestar และตรวจคราบเลือดหลังการหยดเลือดทิ้งไว้ 1,2,4,6 และ 8 สัปดาห์ พบว่า บนพื้นผิวไม้อัด (พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน) สามารถตรวจคราบเลือดที่เจอจางในอัตราส่วนได้น้อยกว่าพื้นผิวอื่นๆ (สวรรส ปุริมโน., 2555) นอกจากองค์ประกอบของไม้แต่ละชนิดแล้วยังขึ้นอยู่กับสภาวะต่างๆ ที่ทดลองโดยสภาวะที่ทดลอง คือ สภาวะในอาคารโดยเก็บไว้ในที่มืด สภาวะกลางแจ้งที่มีแดดส่องตลอดเวลา และที่สภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส รวมถึงระยะเวลาที่ทิ้งคราบเลือดก็ส่งผลต่อการตรวจคราบเลือดเช่นกัน โดยความเข้มข้นของเลือดที่ไม่ได้ผ่านการเจือจางเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเรืองแสงมีความแตกต่างกันหากทิ้งคราบเลือดเป็นระยะเวลานานทำให้ปริมาณของฮีโมโกลบินซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาของการทดสอบนั้นลดลงจึงทำให้การเกิดปฏิกิริยาแปรผันตามไปด้วย

ดังนั้นสิ่งที่ทำให้การตรวจสอบคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลมีความแตกต่างกัน คือ ระยะเวลาความเข้มข้นของเลือด และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ สภาพอากาศ องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของไม้ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ที่กล่าวมาล้วนเป็นส่วนสำคัญทำให้คราบเลือดบนผิวไม้ชนิดต่างๆ ในแต่ละระยะเวลาและในแต่ละสภาวะที่ทำการทดลองนั้นจางหายไป แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถเห็นการเรืองแสงของสารลูมินอลได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพิสูจน์หลักฐานที่พบในสถานที่เกิดเหตุ การสอบสวนคดี และอาจใช้ในการตรวจหาคราบเลือดบนผิวไม้ในตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาและเปรียบเทียบการตรวจคราบเลือดด้วยวิธีอื่นเพิ่มเติม และสามารถใช้เทคนิคการประเมินผลทางภาพถ่ายในการวิเคราะห์ผลการ

เรืองแสงของสารลูมินอลได้ จะได้ผลการทดลองที่มี

ความแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Image processing)

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ ยี่มนุ่น. (2559). การตรวจคราบโลหิตของมนุษย์ด้วยฟีนอล์ฟทาลีน ลูมินอล และ ฟลูออเรสเซิน บนพื้นรองเท้าชนิดต่าง ๆ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สวรส ปุริมโน. (255). การตรวจคราบเลือดโดยใช้เทคนิคฟีนอล์ฟทาลีน เตตระเมทิลเบนซิดีน บลูสตาร์และลูมินอล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ศิริพร พันธศรี. (2549). การตรวจพิสูจน์คราบเลือด. *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่*, 39(3), 25-28.
- Grodsky M., Wright K., & Kirk P.L. (1951). Simplified preliminary blood testing: an improved technique and a comparative study of methods. *Journal of Criminal Law*, 42(1), 95-104.
- Joanne W.L., Jonathan C.I., & Terence Q.I. (2006). A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. *The Journal of Biological and Chemical Luminescence*, 21, 214-220.
- Specht, W. (1937). The Chemiluminescence of Hemin as a means of finding and recognizing blood traces of forensic importance. *Angew Chem*, 50, 155-157.
- Weber, K. (1966). Die Anwendung der chemilumineszenz des luminols in der gerichtlichenmedizin and toxicologie eutsche Zeitschriftfür die. *Gesamte Gerichtliche Medizin*. 57, 410- 423.

การศึกษาผงฝุ่นจากบอระเพ็ดเพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน

A Study on the Use of Tinospora Cordifolia Powder for Latent Fingerprint Detection on Non-Porous Surfaces

เมทีนี มานะจรรยาพงศ์¹, วรวัช วิชชวานิชย์²

นักศึกษาระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขานิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ^{1, 2},

Metinee Manajanyapong¹, Woratouch Witchuwanich²

Master of Science student in Law, Royal Police Academy^{1,2}

E-mail: Manajanyapong_38@hotmail.com^{1,2}

Received: February 19, 2024; Revised: April 4, 2024; Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการก่อคดีอาชญากรรมเพิ่มมากขึ้น การตรวจพิสูจน์โดยใช้ลายนิ้วมือแฝงเป็นอีกทางเลือกในการตรวจหาเอกลักษณ์บุคคลเพื่อหาตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝง และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคุณภาพลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ผงฝุ่นบอระเพ็ดบนวัตถุที่ต่างกัน และนำมาทำการทดสอบตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน 3 ชนิด ได้แก่ แผ่นซีดี กระຈก และชามเซรามิก ผลการทดลอง พบว่า ผงฝุ่นจากบอระเพ็ดสามารถทำให้เกิดการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝง และจากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากผงฝุ่นบอระเพ็ดสำเร็จรูป พบว่าสามารถทำให้ปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวทั้งสามชนิดได้ชัดเจน และจากการหาค่าเฉลี่ยจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ พบว่า บนพื้นผิวแผ่นซีดีมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากที่สุด รองลงมาเป็นบนพื้นผิวกระຈก และบนพื้นผิวชามเซรามิก ตามลำดับ เมื่อได้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้บนพื้นผิวแผ่นซีดีและกระຈกไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับชามเซรามิก

คำสำคัญ: ผงฝุ่นบอระเพ็ด รอยลายนิ้วมือแฝง พื้นผิวไม่มีรูพรุน เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง

ABSTRACT

There are a lot of criminal cases nowadays. Using latent fingerprint analysis is an alternative means to detect the criminals. This experimental research aimed to study the use of powder from

Tinospora cordifolia to detect latent fingerprints on non-porous objects to observe the quality of the fingerprints. *Tinospora cordifolia* powder from *Tinospora cordifolia*'s stem contains phytosterol which have the structure similar to cholesterol that is a derivative of fatty acid. So phytosterol can match with sebum to visualize latent fingerprints on non-porous objects. In this experiment CDs, glass and ceramic plates were used to collect an average of minutiae measured with fingerprint. From the results of the experiment, it was found that the *Tinospora cordifolia* powder can make latent fingerprints visualize on all 3 types of surfaces. And from the minutiae collected, it was found that CDs have the most average of minutiae, followed by glass and ceramic plates, respectively. When comparing the average of the different points at a significance level of 0.05, it was also found that the special characteristics of CDs and glass surfaces were not significantly different, but it was significantly different when compared to ceramic plates.

KEYWORDS: Fingerprint Comparison Latent fingerprints Non-porous surfaces *Tinospora cordifolia*

บทนำ

ในปัจจุบันสังคมไทยยังคงมีการก่ออาชญากรรมมากมาย ซึ่งจากรายงานของศูนย์พยากรณ์สถานการณ์อาชญากรรมแห่งชาติ พบว่าการก่ออาชญากรรมตั้งแต่ปี 2565 นั้นมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ซึ่งการหาผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกฎหมายต้องใช้กระบวนการยุติธรรม และสถานที่เกิดเหตุมักจะมีพยานหลักฐานสามารถนำไปใช้ในการตรวจหาสาเหตุของการเสียชีวิต การสืบพยาน สืบสวน สอบสวน โดยเฉพาะที่จะต้องมีการรวบรวมพยานหลักฐานมายืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิดได้อย่างชัดเจน สถานที่เกิดเหตุผู้กระทำผิดมักจะมีการทิ้งร่องรอยไว้อย่างไม่ได้ตั้งใจทุกครั้งซึ่งจะเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ต่อไปเพื่อเก็บวัตถุพยาน รวบรวม รักษา และมีการส่งต่อให้พิสูจน์หลักฐานทำหน้าที่ตรวจพิสูจน์วัตถุพยานที่เกิดเหตุเพื่อหาผู้กระทำผิด

การตรวจพิสูจน์โดยใช้ลายนิ้วมือแฝงเป็นอีกทางเลือกในการตรวจหาเอกลักษณ์บุคคลเพื่อหาตัวผู้กระทำความผิดการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลนั้นมีหลายวิธี สถานที่เกิดเหตุการณ์เก็บรวบรวมพยานหลักฐานที่สำคัญทางด้านนิติวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง คือ ลายนิ้วมือ เนื่องจากลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลจะไม่สามารถซ้ำกันแม้กระทั่งแฝด และไม่มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เกิดจนเสียชีวิต ลายนิ้วมือจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการบ่งชี้หาตัวผู้กระทำความผิด เมื่อมีการจับสัมผัสวัตถุ ไขมัน และเหงื่อที่ถูกขับออกจากต่อมเหงื่อที่อยู่บนเส้นขนของลายนิ้วมือ และจะติดอยู่ที่วัตถุ ในบางเหตุการณ์ผู้กระทำความผิดอาจมีการหยิบจับของบนโต๊ะหรืออุปกรณ์ภายในสถานที่เกิดเหตุ จึงทำให้เกิดการปรากฏของลายนิ้วมือแฝง เช่น จาน ชาม กระชก แก้ว หน้าต่าง ประตู ของใช้ภายในสถานที่เกิดเหตุ เป็นต้น ซึ่งจะพบบนวัตถุพยานหลากหลายชนิดซึ่งมีทั้งมีรูพรุน และไม่มีรูพรุน

โดยงานวิจัยของ Kulvir et al. (2013) ได้ศึกษาวิธีการหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ซิลิกา และทำการศึกษากับพื้นผิวต่างๆ ได้แก่ พลาสติก แก้ว กระamik แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ กระดาษคาร์บอน กล่องไม้ขีดไฟ กระดาษแข็ง แผ่นไม้อัดเคลือบมัน พื้นผิวด้านบน และซีดี และพื้นผิวกระดาษนิตยสาร สีเคลือบ ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่า รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏชัดเจนบนพื้นผิวทุกชนิด และงานวิจัยของ สิตา ไข่แข็ง (2562) ได้ทำ งานวิจัยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ผงฝุ่นจากสปอร์ของ เพิร์นริบบิ้นบนพื้นผิววัสดุที่แตกต่างกัน ได้แก่ แผ่น อะลูมิเนียม (กระป๋องน้ำอัดลม) กระamik และ พลาสติก (กล่องซีดี) โดยประเมินคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงจากการตรวจเก็บ คือการนับจำนวน จุดลักษณะสำคัญ พิเศษ (Minutiae) ด้วย เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) พบว่า รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนพื้นผิวทุกชนิดที่ทำการทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการศึกษาผงฝุ่นจากบอระเพ็ดในประเทศไทย พบว่าในประเทศไทยมีบอระเพ็ดกระจายอยู่แทบทุกภาค สามารถหาซื้อได้ง่ายตามแหล่งขายตามท้องตลาด และนำมาทำ ยารักษาได้ทั้งคนและสัตว์ไม่เป็นพิษ ราคาถูก หาได้ง่าย ไม่มีสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และเป็นสมุนไพรไทยที่มีลักษณะสีเขียวจากธรรมชาติ และในลำต้นยังมีสารจำพวก ไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไขมัน สามารถจับตัวได้กับซีบัม ที่อาจสามารถทำให้เกิดการปรากฏของลายนิ้วมือแฝงได้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าบอระเพ็ดจึงมีความน่าสนใจในการศึกษาวิจัย เพื่อใช้เป็นผงฝุ่นตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝง และ การศึกษาวิจัยผงฝุ่นจะเป็นการนำพืชพรรณที่หาได้

ภายในประเทศมาสร้างมูลค่าเพิ่มและช่วยลดต้นทุนในการนำเข้าผงฝุ่นจากต่างประเทศ

จากที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำงานวิจัยเรื่อง การศึกษาผงฝุ่นจากบอระเพ็ดเพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน เพื่อตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงที่ติดอยู่บนวัตถุที่นำมาเป็นตัวอย่างในการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำมาประยุกต์ในการใช้ในงานคดีเพื่อตรวจสอบชัดเจนของลายนิ้วมือแฝง ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลการปรากฏของลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ผงฝุ่นจากบอระเพ็ดในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคุณภาพลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ผงฝุ่นบอระเพ็ดบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน

สมมติฐาน

1. การเก็บลายนิ้วมือจากผงฝุ่นจากบอระเพ็ดสามารถทำให้เกิดการปรากฏของรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนได้

2. การใช้ผงฝุ่นบอระเพ็ดตรวจลายนิ้วมือแฝงทำให้ตรวจเก็บลายนิ้วมือบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนได้ชัดเจน ตามหลักการทางนิติวิทยาศาสตร์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถนำผงบอระเพ็ดมาใช้ในการเพื่อตรวจรอยนิ้วแฝง

2. เพิ่มมูลค่าของสมุนไพรไทย และหาได้ง่ายตามท้องตลาดและพื้นที่ในประเทศ

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านพิสูจน์หลักฐานลายนิ้วมือและพัฒนาต่อยอดการตรวจลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวเรียบกับวัตถุพยานอื่นๆ ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผงฝุ่น

นำผงบอระเพ็ดสำเร็จรูปโดยใช้ส่วนของลำต้น (บ.สมุนไพรรักษาพระจันทร์) โดยค่าความละเอียดของผงฝุ่น 80-100 Mesh และนำผงฝุ่นบอระเพ็ดสำเร็จรูปมาบรรจุไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดนำไปอบไล่ความชื้นด้วยเครื่องตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ในอุณหภูมิ 105(±5) องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ก่อนนำมาทดสอบคุณสมบัติของผงฝุ่นต่อไป

2 การตรวจเก็บลายนิ้วมือ

นำวัตถุตัวอย่างที่มีพื้นผิวไม่มีรูพรุน ได้แก่ แผ่นซีดี, ขามเซรามิค และกระจก จากนั้นใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้วิจัยเพศ หญิง ช่วงอายุระหว่าง 28-29 ปี

จากนั้นทำความสะอาดบริเวณวัตถุตัวอย่างก่อนการทดสอบ โดยผู้วิจัยจะเลือกนิ้วโป้งด้านซ้ายในการทดสอบ ทำการประทับลงบนวัตถุตัวอย่าง การควบคุมสภาพของนิ้วมือโดยต้องไม่ล้างมือก่อนการประทับลงวัตถุอย่างน้อย 20 นาที ใช้น้ำหนักประมาณ 900-1000 กรัม โดยจะทำการประทับลายนิ้วมือบนเครื่องชั่งดิจิทัล (การเก็บตัวอย่างทำพื้นผิวละ 3 ซ้ำ) เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

*ทุกการทำการทดสอบทุกครั้งให้ทำในห้องปิด อุณหภูมิห้อง ปิดแอร์ และพัดลม เพื่อให้ตัวอย่างรอยลายนิ้วมือแห้งมีสภาพใกล้เคียงกันในทุกตัวอย่าง

นำผงฝุ่นปิดบนบนผิววัตถุเบาๆ จนเริ่มเห็นลายรอยนิ้วมือแห้งที่มีผงฝุ่นเกาะอยู่ และนำลูกยางเป่าผงฝุ่นที่เป็นส่วนเกินออก

นำเทปใส 3M ลอกลายนิ้วมือที่ปรากฏลงบนผิววัตถุ โดยระวังไม่ให้มีฟองอากาศ และนำมาติดบนกระดาษแข็งสีดำที่มีพื้นผิวเรียบ

นำรอยลายนิ้วมือแห้งมาตรวจลักษณะสำคัญพิเศษด้วยเครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแห้ง (Fingerprint Comparison) โดยสแกนตัวอย่างลายนิ้วมือแห้งที่ resolution 1200 dpi ตรวจวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Fingerprint Comparison Software เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือเบื้องต้นของกองพิสูจน์หลักฐานภาค 5 ลำปาง และทำการวิเคราะห์คุณภาพของลายนิ้วมือแห้งที่พบหลังทำการเก็บบันทึกผลโดยผู้เชี่ยวชาญทางลายนิ้วมือแห้ง

3. วิธีวิเคราะห์ในการเก็บข้อมูล

การประเมินคุณภาพของการวิเคราะห์ลายนิ้วมือแห้ง โดยใช้เกณฑ์การแปลค่าเฉลี่ยจำนวนจุดมินูเชีย (Minutiae) โดยแบ่งคะแนนเฉลี่ยเป็น 5 ช่วงระดับ เพื่อนำมาอธิบายความหมายของคุณภาพลายนิ้วมือแห้ง ซึ่งมีวิธีดังนี้ (รุ่งวรีย์ ทองธรรมชาติ, 2561)

สถิติในการใช้วิเคราะห์งานวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้วิธี One-Way ANOVA เพื่อหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินคุณภาพของลายนิ้วมือแห้งที่เกิดขึ้นจากผงฝุ่นบอระเพ็ดบนผิววัตถุที่ไม่มีรูพรุน

การวิเคราะห์และการตรวจหารอยลายนิ้วมือแห้งบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุนทั้ง 3 วัตถุ ผู้วิจัยได้กำหนดการนับจำนวนจุด Minutiae 10 จุด โดยอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านลายนิ้วมือ ณ กองพิสูจน์หลักฐานภาค 5 ลำปาง เป็นผู้ตรวจพิสูจน์โดยใช้เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแห้ง (Fingerprint Comparison) และใช้โปรแกรม

Fingerprint Comparison Software ในการตรวจลักษณะพิเศษ และวิเคราะห์ระดับคุณภาพลายนิ้วมือแฝง โดยอาศัยเกณฑ์การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) ที่ได้ออกเป็นช่วงระดับจำนวน 5 ระดับ โดยผู้ตรวจพิสูจน์ที่ได้รับการแต่งตั้งจากสำนักงานพิสูจน์หลักฐานสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ฐิติวัฒน์ มหาวิโร, 2564)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

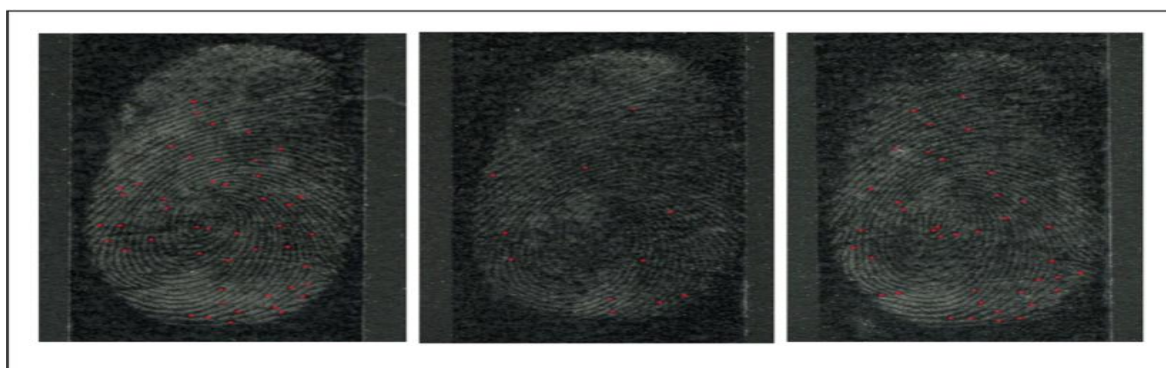
1. ศึกษาการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นบอระเพ็ด

จากการศึกษาผงบอระเพ็ดนำมาใช้ตรวจลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน 3 ชนิด ด้วยวิธีการปิดผงฝุ่น ได้แก่ แผ่นซีดี กระฉก และชามเซรามิก จากนั้นนำรอยลายนิ้วมือนำมาเข้าเครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) โดยใช้โปรแกรม Fingerprint Comparison Software เพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน

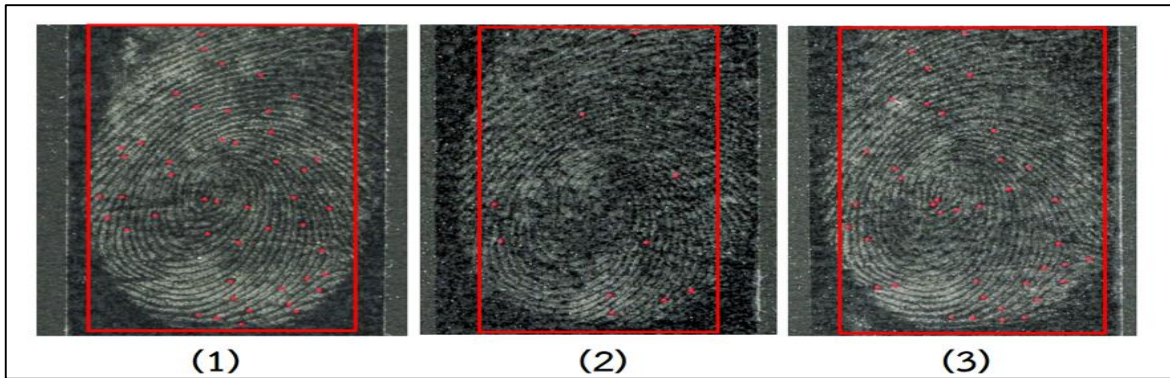
และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้ผงฝุ่นบอระเพ็ด ผลการศึกษางานวิจัย จากภาพที่ 1-6 รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยผงฝุ่นจากบอระเพ็ดบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน 3 ชนิด พบว่า บนพื้นผิวทั้ง 3 ชนิด ผงบอระเพ็ดสามารถทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ มีความคมชัดสามารถมองเห็นลายเส้นและจุดลักษณะสำคัญพิเศษจากการเก็บตัวอย่าง ทั้ง 3 ซ้ำเป็นไปในลักษณะเดียวกันลายนิ้วมือได้ร่องรอยที่สมบูรณ์ชัดเจน

2. การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวไม่มีรูพรุนในช่วงเวลาทันทีหลังการประทับ

จากการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพื้นผิวไม่มีรูพรุน 3 ชนิด ในช่วงเวลาทันทีหลังจากมีการประทับลายนิ้วมือแล้วจะนำไปตรวจด้วยเครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) ผลการศึกษางานวิจัยเป็นดังต่อไปนี้



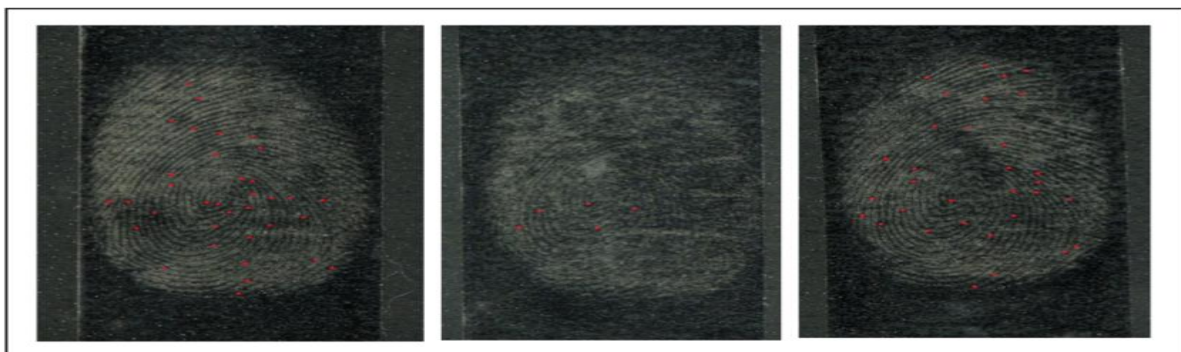
ภาพที่ 1 รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยผงฝุ่นจากผงบอระเพ็ดบนพื้นผิวกระฉก



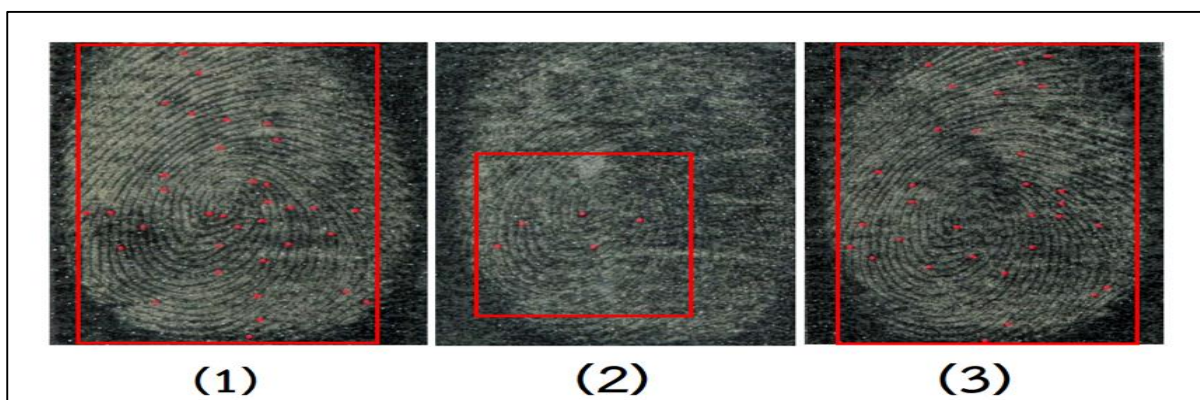
ภาพที่ 2 การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุดมินูเชียรรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยผงฝุ่นบอระเพ็ดบนพื้นผิวกระจก

1. กระจก จากการศึกษ พบว่า ค่าเฉลี่ยจากการนับจำนวนจุดที่พบจากลักษณะจุดพิเศษโดยใช้เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) เท่ากับ 32.3 โดย

คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับคะแนน 3 ระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาการประทับแต่ละครั้ง พบว่า การประทับในครั้งที่ 1 มีคุณภาพมากกว่าครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3



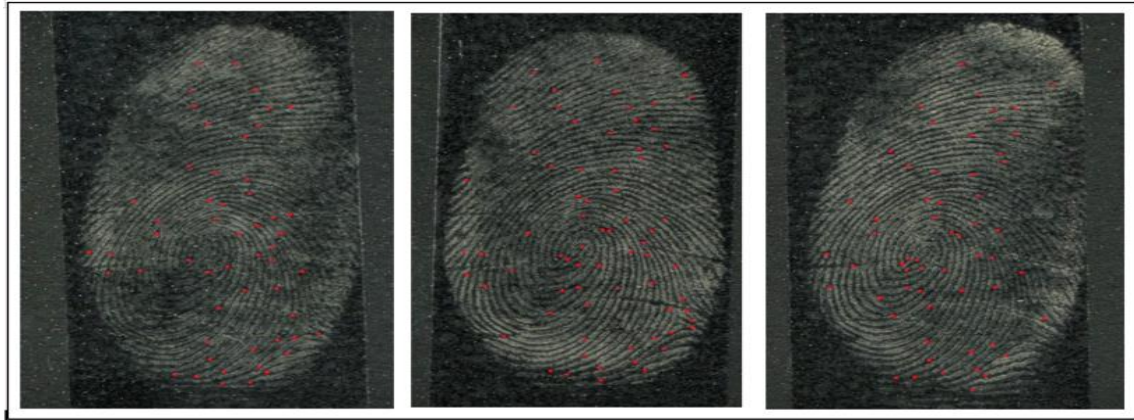
ภาพที่ 3 รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยผงฝุ่นจากผงบอระเพ็ดบนพื้นผิวขามเซรามิก



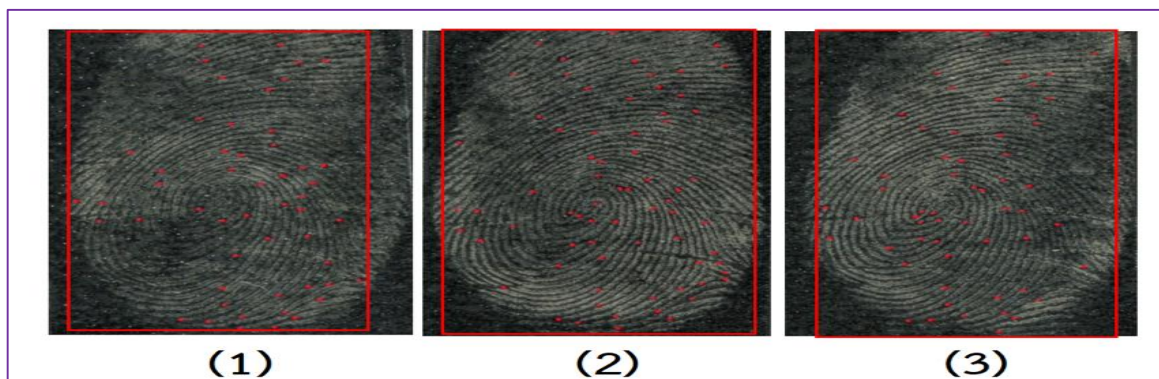
ภาพที่ 4 การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุดมินูเชียรรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บผงบอระเพ็ดบนพื้นผิวขามเซรามิก

2. ชามเซรามิก จากการศึกษพบว่า ค่าเฉลี่ย จากการนับจำนวนจุดที่พบจากลักษณะจุดพิเศษ โดยใช้เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) เท่ากับ 24.0 โดย

คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับคะแนน 4 ระดับต่ำ เมื่อพิจารณาการประทับแต่ละครั้งพบว่า การประทับในครั้งที่ 1 มีคุณภาพมากกว่าครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3



ภาพที่ 5 รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยผงฝุ่นจากผงบอระเพ็ดบนพื้นผิวแผ่นซีดี



ภาพที่ 6 การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุดมินูเชียรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บผงบอระเพ็ดบนพื้นผิวแผ่นซีดี

3. แผ่นซีดี จากการศึกษพบว่า ค่าเฉลี่ยจากการนับจำนวนจุดที่พบจากลักษณะจุดพิเศษ โดยใช้เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) เท่ากับ 60.7 โดยคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอยู่ในระดับคะแนน 1 ระดับสูง เมื่อพิจารณาการประทับในแต่ละครั้งพบว่า การประทับในครั้งที่ 2 มีคุณภาพมากกว่าครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 3

สรุป จากตารางที่ 4 จะได้ว่าผลการตรวจสอบรอยลายนิ้วมือแฝง คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงหลังประทับ ด้วยการนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ โดยเครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) พบว่า บนพื้นผิวไม่มีรูพรุนบนแผ่นซีดี มีคุณภาพมากกว่าบนพื้นผิววัตถุกระจก และชามเซรามิก รองลงมา คือ กระจก รายละเอียดตาม

การตรวจลายนิ้วมือแฝง แบ่งออกเป็น 5 ระดับ

ช่วงระดับที่ 5	56 ขึ้นไป	จุด หมายถึง	คุณภาพลายนิ้วมือระดับสูงที่สุด
ช่วงระดับที่ 4	42 - 55	จุด หมายถึง	คุณภาพลายนิ้วมือระดับสูง
ช่วงระดับที่ 3	28 - 41	จุด หมายถึง	คุณภาพลายนิ้วมือระดับปานกลาง
ช่วงระดับที่ 2	14 - 27	จุด หมายถึง	คุณภาพลายนิ้วมือระดับต่ำ
ช่วงระดับที่ 1	0 - 13	จุด หมายถึง	คุณภาพลายนิ้วมือระดับต่ำที่สุด

โดยคำนวณความกว้างแต่ละช่วงระดับจาก

$$\text{ความกว้างช่วงระดับ} = \frac{\text{จำนวนมินูเซียที่ตรวจพบสูงสุด} - \text{จำนวนมินูเซียที่ตรวจพบต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{70 - 5}{5} = 13$$

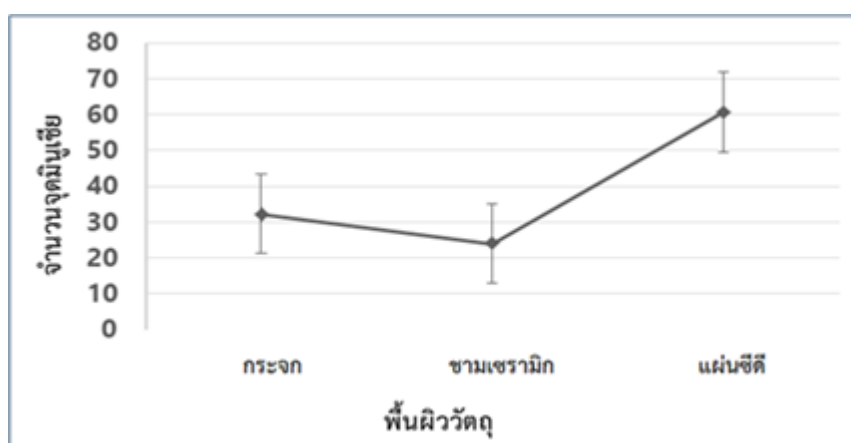
สถิติในการใช้วิเคราะห์งานวิจัยครั้งนี้
วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้
(One-Way ANOVA) เพื่อหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน และประเมินคุณภาพของลายนิ้วมือแฝง
ที่เกิดขึ้นจากผงฝุ่นบอระเพ็ดบนผิววัตถุที่ไม่มีรูพรุน

ตารางที่ 4 การปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงบนเครื่องหนังในช่วงเวลาทันทีหลังการประทับ

พื้นผิววัตถุ	จุดมินูเซีย					ระดับคุณภาพรอยนิ้วมือแฝง
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	$\bar{x}$	SD	
กระจก	41	17	39	32.3	18.90	ระดับปานกลาง
ขามเชรามิก	35	5	32	24.0	16.52	ระดับต่ำ
แผ่นซีดี	54	70	58	60.7	8.33	ระดับสูงสุด

กราฟที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนจุดมินูเซียในแต่ละพื้นผิววัตถุ



การทดสอบสมมติฐาน

การศึกษาวิจัยการทำให้ปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นจากผงบอระเพ็ดมีสมมติฐานการทดลองดังนี้ H0: ลายนิ้วมือแฝงที่

ตรวจเก็บบนพื้นผิวทั้งสามชนิดให้จำนวนจุดไมนิวเซียไม่แตกต่างกัน

H1: ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บบนพื้นผิวทั้งสามชนิดให้จำนวนจุดไมนิวเซียแตกต่างกัน
กำหนดให้ระดับนัยสำคัญ $p = 0.05$

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สมมติฐานทางสถิติด้วยวิธี One-Way ANOVA โดยใช้โปรแกรม MS Excel

จุดไมนิวเซีย	Df	SS	MS	F	*P-value	F crit
1. ระหว่างกลุ่ม	2	2716.67	1358.34	5.824	0.0441	3.242
2. ภายในกลุ่ม	6	1399.33	233.22			
รวม	8					

* $p < 0.05$

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนจุดไมนิวเซียรายคู่ด้วยวิธี LSD * $p < 0.05$

พื้นผิววัสดุ		Mean Difference (I-J)	LSD	ข้อสรุป
กระจก	ชามเซรามิก	8.3	30.51	ไม่แตกต่าง
	แผ่นซีดี	-28.4	30.51	ไม่แตกต่าง
ชามเซรามิก	กระจก	-8.3	30.51	ไม่แตกต่าง
	แผ่นซีดี	-36.7	30.51	ไม่แตกต่าง
แผ่นซีดี	กระจก	28.4	30.51	ไม่แตกต่าง
	ชามเซรามิก	36.7	30.51	แตกต่าง

ผลการทดสอบทางสถิติจากตารางที่ 6 พบว่า ค่า $F=5.842$ และ มีค่า $P\text{-value}=0.0441$ ซึ่ง น้อยกว่าค่า $P\text{-value} = 0.05$ ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่ามีอย่างน้อย 1 คู่ที่ทดสอบสมมติฐานมีความ แตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงปฏิเสธ H0 และยอมรับ H1 กล่าวคือลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้บนพื้นผิววัตถุทั้งสามชนิดให้จำนวนจุดมินู

เซียแตกต่างกัน จากนั้นจึงทำการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่เพื่อหาความแตกต่างเชิงซ้อนโดยวิธี LSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ผลดังตารางที่ 7 พบว่าลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจ เก็บได้บนพื้นผิวแผ่น CD และกระจกไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อ เปรียบเทียบกับชามเซรามิก ซึ่งได้ผลของจำนวนจุดมินูเซียน้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาผงฝุ่นจากบอระเพ็ดเพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูปพรุน” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ผงฝุ่นจากบอระเพ็ด เพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูปพรุน และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ผงฝุ่นบอระเพ็ดในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูปพรุน

จากการศึกษาผงบอระเพ็ดนำมาใช้ตรวจลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูปพรุน 3 ชนิด สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงด้วยวิธีการปิดผงฝุ่นบนพื้นผิว แผ่นซีดี กระดาษ และชามเซรามิกได้ โดยแผ่นซีดี มีค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากที่สุด ลองลงมาเป็นกระดาษและชามเซรามิก ตามลำดับ จากนั้นนำไปสมมติฐานทางสถิติด้วยวิธี One-Way ANOVA พบว่าวัตถุทั้งสามชนิดให้จำนวนจุดมีนัยแตกต่างกัน เมื่อนำไปเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนจุดมีนัยรายคู่ด้วยวิธี LSD ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจ เก็บได้บนพื้นผิวแผ่นซีดี และกระดาษไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับชามเซรามิก ซึ่งได้ผลของจำนวนจุดมีนัยน้อยที่สุด

อภิปรายผล

การศึกษางานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคุณภาพลายนิ้วมือแฝง โดยการใช้ผงฝุ่นบอระเพ็ดบนวัตถุที่ไม่มีรูปพรุน โดยผงบอระเพ็ดเป็นพืชที่หาได้ง่ายตามธรรมชาติ ไม่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ ราคาไม่แพง เพื่อนำมาพัฒนาใช้ในการศึกษาการหารอยลายนิ้วมือแฝง ซึ่งการศึกษาใช้การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้ง

3 พื้นผิวที่ไม่มีรูปพรุน โดยใช้เครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) สแกนตัวอย่างลายนิ้วมือแฝงที่ resolution 1200 dpi ตรวจวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Fingerprint Comparison Software ของกองพิสูจน์หลักฐานภาค 5 ลำปาง และตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญด้านลายนิ้วมือแฝง

จากการศึกษาผงบอระเพ็ดนำมาใช้ตรวจลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่ไม่มีรูปพรุน 3 ชนิด ด้วยวิธีการปิดผงฝุ่น ได้แก่ แผ่นซีดี กระดาษ และชามเซรามิก พบว่า ลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยผงฝุ่นจากบอระเพ็ดบนพื้นผิวที่ไม่มีรูปพรุน 3 ชนิด พบว่า บนพื้นผิวทั้ง 3 ชนิด ผงบอระเพ็ดสามารถทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏ มีความคมชัดสามารถมองเห็นลายเส้น การศึกษาการทำให้ปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงด้วยผงฝุ่นจากบอระเพ็ดจึงเป็นแนวทางในการผลิตผงฝุ่นเพื่อหาลายนิ้วมือแฝงเพื่อใช้เอง โดยสามารถนำพืชภายในประเทศมาสร้างมูลค่าเพิ่มและสามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาผงฝุ่นเพื่อนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ และเป็นการเพิ่มศักยภาพให้กับงานนิติวิทยาศาสตร์ในประเทศ และจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ปรากฏจากการเก็บตัวอย่าง 3 ชนิด ชนิดละ 3 ซ้ำ เป็นไปในลักษณะเดียวกัน ลายนิ้วมือได้ร่องรอยที่สมบูรณ์ชัดเจน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ประเมินคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ด้วยเครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison) จากการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ด้วยเครื่องตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝง (Fingerprint Comparison)) พบว่า แผ่นซีดีมีค่าเฉลี่ยของ

จำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษมากที่สุด ลองลงมาเป็นกระจุก และขามเซรามิก ตามลำดับ พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจุดลักษณะสำคัญพิเศษของคุณภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏ เนื่องจากเกิดการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างซึบัม ซึ่งมีส่วนเป็นส่วนประกอบของไขมันที่ถูกขับออกมาปกคลุมผิวหนังจึงทำให้สารจำพวกไขมันทำปฏิกิริยากับหมู่ฟังก์ชันคาร์บอนิล และไฮดรอกซิล ในผงบอระเพ็ด จึงเกิดเป็นรอยนิ้วมือแฝงขึ้น และจากงานวิจัยของ Garg et al. (2011) ที่ได้ศึกษาการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน 9 ชนิดจากผงขมิ้น พบว่า แผ่นซีดี นั้นสามารถนำไปใช้ในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงในคดีโจรกรรมต่อไปได้ เนื่องจากลายนิ้วมือแฝงบนแผ่นซีดี หลังนั้นมีความสมบูรณ์ของลายนิ้วมือแฝงมากที่สุด จะได้ว่าผงฝุ่นจากบอระเพ็ดนั้นสามารถตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้แต่ต้องทำในห้องปฏิบัติการเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองจากความชื้นใน

เอกสารอ้างอิง

- จิตติวัฒน์ มหาวีโร. (2564). *การพัฒนาผงฝุ่นจากผงสืผสมอาหารเพื่อใช้ในการตรวจรอยลายนิ้วมือฝ่ามือแฝงบนถ้วยที่ทำจากเซรามิก และพลาสติก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สิตา ไช้เอ็ง. (2562). *การศึกษาการทำให้ปรากฏขึ้นของลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ผงฝุ่นจากสปอร์ของเฟิร์นริบบิ้นบนพื้นผิววัสดุที่แตกต่างกัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, โรงเรียนนายร้อยตำรวจ).
- รุ่งรวิทย์ ทองธรรมชาติ. (2561). *การพัฒนาผงฝุ่นจากเกล็ดดำในการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวที่แตกต่างกัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, โรงเรียนนายร้อยตำรวจ).
- Garg, R. K., Kumari, H., & Kaur, R. (2011). A new technique for visualization of latent fingerprints on various surfaces using powder from turmeric: A rhizomatous herbaceous plant (*Curcuma longa*). *Egyptian Journal of Forensic Science*, 1, 53-57.
- Kulvir, S., Sahil, S., & Rakesh, K. G. (2013). Visualization of latent fingerprints using silica gel G : A new technique. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 3, 20-25.

อากาศ และนำไปพัฒนานำไปใช้ในการปิดหาลายนิ้วมือแฝง เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายและง่ายต่อการผลิต ซึ่งสามารถพบได้ง่ายทั่วไปในประเทศไทย มาใช้แทนผงฝุ่นที่ต้องซื้อและทำการนำเข้าจากต่างประเทศ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการปรากฏของลายนิ้วมือแฝงเปรผงฝุ่นจากผงฝุ่นประเภทอื่นๆ หรือคุณสมบัติใกล้เคียง เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาพัฒนาเป็นผงฝุ่นตรวจหาลายนิ้วมือแฝง
2. ควรเพิ่มตัวอย่างประเภทวัตถุ และพื้นผิวที่ใช้ทำการศึกษาให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
3. ควรศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ที่มีรุพรุณ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำให้ปรากฏของลายนิ้วมือแฝง เพราะในเหตุการณ์จริงอาจมีวัตถุธาปนที่เป็นวัตถุมีรุพรุณ

การพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูปออนไลน์ : กรณีศึกษา บริษัท เอส ดีไซน์ แอนด์ อาร์ทเวิร์ค

E-Commerce Development System for Online Camera Trading : Case Study: S-Design and Artwork Company

โยชิตา เจริญศิริ¹, เฉลิมพล แก้วเทพ², ริศภพ ตรีสสุวรรณ³, ชานยุทร อู-payagoston⁴

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี^{1,3}

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยชินวัตร²,

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์⁴

Yosita Charoensiri¹, Chaloeiphol Kaewthep², Rissaphop Treesuwan³, Chanyut Aupayagoston⁴

Faculty of Industrial Technology, Valaya AlongKorn Rajabhat University under The Royal Patronage Pathumthani Province^{1,3}

,Faculty of Engineering and Technology, Shinawatra University ²,

Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Rattanakosin ⁴

E-mail: yosita.chavru.ac.th¹

E-mail: Chaloeiphol.k@siu.ac.th²

E-mail: rissaphop.tree@vru.ac.th³

E-mail: chanyut.a@rmutr.ac.th⁴

Received: March 31, 2024; Revised: May 14, 2024; Accepted: May 24, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายภาพ การจัดการสินค้าภายในร้าน การบริหารจัดการคลังสินค้า และส่งเสริมการขาย ด้วยการเพิ่มช่องทางและอำนวยความสะดวกในการซื้อกล้องถ่ายภาพ เลนส์กล้องถ่ายภาพ และอุปกรณ์อื่น ๆ ภายในร้าน ผู้วิจัยได้ใช้ภาษา PHP ร่วมกับ phpMyAdmin และ MySQL บน Laravel Framework ในการพัฒนาระบบ เพื่อรองรับการทำงานของพนักงาน 3 กลุ่ม คือ ลูกค้า พนักงานขาย และผู้ดูแลระบบ จากนั้นทำการทดสอบการใช้งาน และสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จำนวน 126 คน พบว่าความพึงพอใจด้านการตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.42$) ด้านความถูกต้องในการทำงานอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.40$) ในด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.42$) และในด้านการรักษาความปลอดภัยและความถูกต้องของระบบอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.45$) ภาพรวมของความพึงพอใจทั้งหมดอยู่ในระบบอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.42$) จึงสรุปได้ว่าระบบมีคุณภาพดี ช่วยสนับสนุนการทำงานภายในร้านได้ตามวัตถุประสงค์

คำสำคัญ: ร้านค้าออนไลน์ ร้านกล้องถ่ายภาพ อีคอมเมิร์ซ

ABSTRACT

This research aims to develop an E-commerce system for trading cameras and managing products within the store. This system would help to manage the warehouse and promote sales by providing more options and facilitating the purchase of cameras, camera lenses, and other equipment within the store. The researcher developed the system using PHP, phpMyAdmin, and MySQL on the Laravel Framework. The system functionally supports the operation of three groups of users: customers, salespeople, and system administrators, then performs a usability test on users. The survey of satisfaction of 126 users found that satisfaction in meeting user needs was at the level of very satisfied ($\bar{X}$ =4.42), with the accuracy of work very satisfied ($\bar{X}$ = 4.40), with convenience and ease of use at a very satisfied ($\bar{X}$ = 4.42), including the system's security and accuracy, they are very satisfied ($\bar{X}$ = 4.45). Overall satisfaction with the system is very high ($\bar{X}$ = 4.42). It can be concluded that the system is of good quality and helps support work within the store as intended.

KEYWORDS: Online shop, Camera shop, E-commerce

บทนำ

หลังจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) นำไปสู่พฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่ามีการปรับเปลี่ยนไปใช้อีคอมเมิร์ซ (e-Commerce) มากขึ้นส่งผลให้ความต้องการซื้อสินค้าและบริการผ่านทางออนไลน์ของผู้บริโภคจะยังคงอยู่ต่อไปหลังการแพร่ระบาดและกระแสการกลับมาของเทรนด์แฟชั่นในช่วงปลายปี 1990 จนถึงช่วงต้นของปี 2000 (Y2K) กล้องดิจิทัลที่ไม่ได้ติดอยู่กับโทรศัพท์มือถือก็กลับมาได้รับความนิยมในหมู่ผู้ใช้อายุน้อยอีกครั้ง เพราะนอกจากจะให้ภาพคุณภาพดีกว่ากล้องโทรศัพท์ธรรมดาแล้ว ยังตอบโจทย์ความต้องการของคนรุ่นใหม่ที่ชอบหาการตัดขาดจากโลกออนไลน์และโทรศัพท์มือถือรวมไปถึงสุนทรียศาสตร์ (aesthetics) ภาพแบบย้อนยุค ที่ทำให้ทั้งราคาและยอดขายของกล้องดิจิทัลมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากในปี 2022 ที่

ผ่านมา ชีวิตประจำวันของผู้คนในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของคนไทยซึ่งมีการใช้อินเทอร์เน็ตกันมากกว่าวันละ 8 ชั่วโมงต่อวันและช้อปออนไลน์สูงเป็นอันดับ 3 ของโลก ทำให้หลายๆ ธุรกิจหันมาทำ E-commerce เพื่อขยายช่องทางเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย และเพิ่มโอกาสเติบโตธุรกิจให้มากขึ้น เนื่องจากมีต้นทุนการขายที่ต่ำเพราะไม่ต้องมีหน้าร้าน หรือค่าเช่าสถานที่ ไม่จำเป็นต้องจ้างพนักงานขาย ช่วยประหยัดต้นทุนด้านแรงงาน และการเดินทาง เปิดค้าขายได้ 24 ชั่วโมง ลูกค้าสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลาเพิ่มโอกาสในการขาย สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายขนาดใหญ่ทั่วโลก สามารถโต้ตอบกับลูกค้า และง่ายต่อการประชาสัมพันธ์ เพียงมีอุปกรณ์สื่อสารที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ทำการตลาดได้อย่างแม่นยำ และสามารถวัดผลได้ ในการเก็บข้อมูลลูกค้า หรือผู้ที่เข้ามาเยี่ยมชมทำให้สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปต่อ

ยอดทำการตลาดออนไลน์ได้อย่างตรงจุด ดังนั้นงานวิจัยนี้เสนอ การพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูปออนไลน์ เพื่อช่วยในการจัดการสินค้าภายในร้านขายกล้องถ่ายรูปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการบริหารการจัดจำหน่ายกล้องถ่ายรูป เช่น การจัดการระบบคลังสินค้า ตรวจสอบจำนวนสินค้า การซื้อขายแบบออนไลน์ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว และเพื่อความสะดวกสบายของผู้ซื้อและผู้ขาย และยังช่วยให้เราสามารถวางแผนการซื้อขายล่วงหน้าในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูปออนไลน์
2. เพื่อวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจการพัฒนาอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูปออนไลน์
3. เพื่อเพิ่มช่องทางในการจัดจำหน่ายกล้องถ่ายรูป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาษาและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ภาษาพีเอชพี (Personal Home Page : PHP) เป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงสำหรับใช้งานในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเป็นโปรแกรมฟรีแวร์ ผู้ใช้งานภาษา PHP ต้องมีความรู้ด้านภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language : HTML) ในระดับหนึ่ง เนื่องจาก PHP เป็นภาษาสคริปต์ (Scripting Language) คำสั่งต่างๆ จะเก็บอยู่ในรูปแบบของข้อความ (Text) เราสามารถใช้โปรแกรมประยุกต์มาช่วยในการสร้างงานได้ เช่น Macromedia, Dreamweaver

Laravel คือ PHP Framework ใช้สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบของ MVC

(Model, View, Controller) โดยมี Taylor Otwell เป็นผู้นำทีมในการพัฒนา ในปัจจุบัน Laravel เป็น PHP Framework ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งการใช้งาน Laravel ประกอบด้วย

1. การเขียนโปรแกรมด้วยการใช้ภาษา PHP
2. การเขียนโปรแกรมในรูปแบบโอโอพี (Object Oriented Programing : OOP)
3. คอมโพเซอร์ (Composer) ใช้สำหรับติดตั้งแพ็คเกจต่างๆ
4. พีเอชพีอาร์ติซาน (PHP Artisan) ใช้สำหรับพิมพ์คำสั่งต่าง ๆ ของลาราวเอล (Laravel)

โปรแกรมจำลองเซิร์ฟเวอร์ (Laragon) เป็นโปรแกรมจำลอง Web Server สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

โปรแกรมพีเอชพี แอดมิน (phpMyAdmin) ใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล (MySQL) แทนการเคาะคำสั่ง เพื่อลดความลำบากและยุ่งยากในการใช้ฐานข้อมูล ที่เป็น MySQL ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการดีบีเอ็มเอส (Database Management Systems : DBMS) ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้นโดย phpMyAdmin ก็ถือเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการจัดการนั่นเอง

วิซวลสตูดิโอโค้ด (Visual Studio Code) หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด และสามารถใช้งานได้ฟรี รองรับภาษา จาวาสคริปต์ (JavaScript), ไทป์สคริปต์ (TypeScript) และ โหนดเจเอส (Node.js) สามารถเชื่อมต่อกับกิต (Git) ได้ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาย

ทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ เป็นวิธีการที่ใช้ในการสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่

หรือพัฒนาระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยสามารถกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ระบบ หมายถึง การหาความต้องการของระบบสารสนเทศ และการออกแบบระบบ หมายถึง การนำเอาความต้องการของระบบมาสร้างพิมพ์เขียวของระบบสารสนเทศนั้นให้ใช้งานได้จริง

คมสันติ มหาสุข และคณะ (2565). ได้ทำการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยงร้าน Pet shop 3 เพื่อช่วยเพิ่มช่องทางการจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยง และลดต้นทุนค่าเช่าพื้นที่ในการจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยง เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเว็บไซต์ โดยออกแบบเว็บไซต์ในรูปแบบการออกแบบเว็บไซต์ด้วยแนวคิดใหม่ (Responsive Web Design) ในส่วนของการสมัครสมาชิก การค้นหารายละเอียดของสินค้าการสั่งซื้อสินค้าและการชำระเงิน เครื่องมือที่ใช้ได้มีการพัฒนาปรับปรุงในด้านความความสะดวก และง่ายต่อการตรวจสอบเนื่องด้วยตัวกล้องและเลนส์จะมีหมายเลขเครื่องอยู่ทำให้ไม่สามารถผิดพลาดได้ โดยการตรวจสอบจากหมายเลขรหัส

สุเมธ พิสิฏ, และคณะ (2563). ได้การพัฒนาช่องทางจัดจำหน่ายสินค้าเกษตรแปรรูปในเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ด้วยระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ โดยศึกษาสภาพการดำเนินงานทางการตลาด พัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายด้วยระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของสินค้าเกษตรแปรรูปในเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์และประเมินความพึงพอใจช่องทางการจัดจำหน่ายด้วยระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของสินค้าเกษตรแปรรูปในเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ การพัฒนาระบบเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาระบบ และใช้ MySQL ในการ

จัดการฐานข้อมูล การประเมินผลเทคโนโลยีช่องทางการจัดจำหน่ายด้วยระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้แบบประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ ด้านความสามารถของระบบต่อผู้ใช้งาน ด้านการออกแบบระบบ และด้านประสิทธิภาพการใช้งาน

จากการศึกษางานวิจัยของ ดารณี และคณะ (2567). ได้ทำการพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าออนไลน์เพื่อสร้างช่องทางการขายสินค้าออนไลน์ เพื่อสร้างช่องทางการขายสินค้าออนไลน์ ประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ระบบจัดการคลังสินค้าออนไลน์ เพื่อสร้างช่องทางการขายสินค้าออนไลน์ ยึดหลักการทำงานวงจรการพัฒนาระบบ SDLC กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ ชาวบ้านหมู่บ้านกะเบาะดิน ตำบลอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ระบบจัดการคลังสินค้าออนไลน์เพื่อสร้างช่องทางการขายสินค้าออนไลน์ ใช้รูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างแบบ MVC ออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL เขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP, HTML และจัดการทำเว็บไซต์ด้วยโปรแกรม Visual Studio Code และมีการพัฒนาปรับปรุงในด้านการรักษาความปลอดภัยและความถูกต้องของระบบมีการพัฒนาช่องทางการชำระเงิน และระบบการรักษาความปลอดภัยในการชำระเงินของผู้ใช้บริการ ให้มีความเข้าใจง่ายและปลอดภัย

ดังนั้นงานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูปออนไลน์ (กรณีศึกษา บริษัท เอส ดีไซน์ แอนด์ อาร์ทเวิร์ค) เพื่อพัฒนาระบบอีคอมเมิร์ซสำหรับซื้อขายกล้องถ่ายรูป ที่นำไปสู่การจัดการสินค้าภายในร้านขายกล้องถ่ายภาพ ลดข้อผิดพลาดในการจัดการคลังสินค้า ส่งเสริมการขายกล้องถ่ายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เทคโนโลยีอีคอมเมิร์ซในการพัฒนา

ระบบด้วยภาษาพีเอชพีร่วมกับ ลาราวเอล เฟรมเวิร์ค ในการเขียนโปรแกรม โดยมี phpMyAdmin ในการจัดการฐานข้อมูล และ MySQL เพื่อการดำเนินงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์

ระบบและองค์ประกอบของระบบ

ระบบ คือ สิ่งประกอบด้วยส่วนย่อยหลายๆ ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีเป้าหมายเดียวกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การดำเนินงานนั้นบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ องค์ประกอบของระบบจะประกอบไปด้วย 5 ส่วน ดังแผนภาพที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

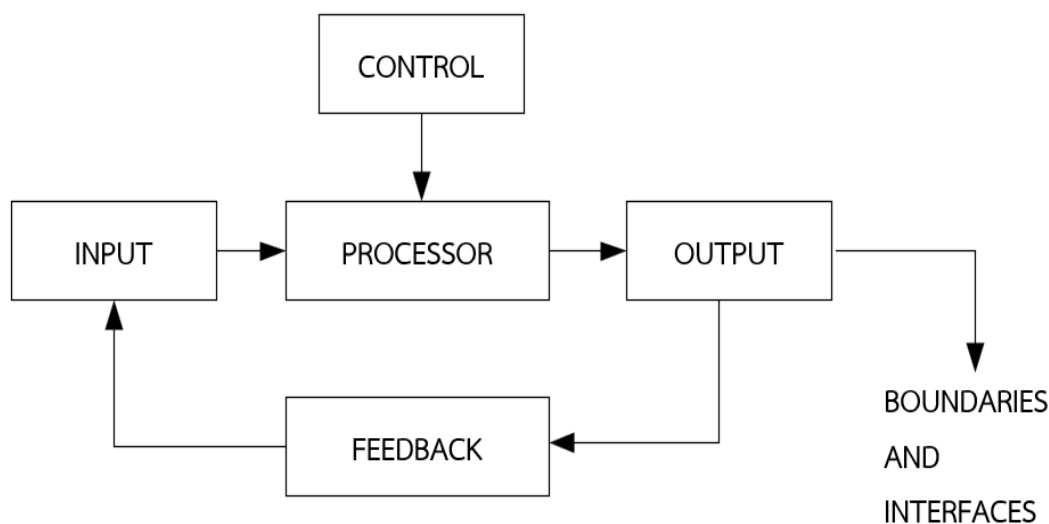
1. ปัจจัยนำเข้า (Input) เป็นข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในระบบสารสนเทศ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศในการประมวลผลของระบบต่อไป

2. กระบวนการ (Process) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยนำข้อมูลมาผ่านกระบวนการขั้นตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือสิ่งที่เราต้องการ

3. ผลลัพธ์ (Output) เป็นสิ่งที่เราได้จากผลของกระบวนการต่าง ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เราป้อนเข้าไปเพื่อประกอบการตัดสินใจของกระบวนการนั้น ๆ

4. ควบคุม (Control) เป็นขั้นตอนที่เอาไว้ใช้ในการควบคุมประสิทธิภาพ กระบวนการของการทำงานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่เราต้องการ

5. ผลย้อนกลับ (Feedback) เป็นผลสะท้อนที่ได้รับจากการใช้งานของผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งผลที่ย้อนกลับนี้เป็นปัจจัยอย่างหนึ่ง ใช้เป็นข้อมูลเอาไว้สำหรับประกอบการตัดสินใจในกระบวนการได้ เช่น ความนิยมในผลลัพธ์ที่ได้ปฏิบัติว่ามีผลกระทบกับธุรกิจอย่างไร เป็นต้น แสดงดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 ภาพรวมองค์ประกอบและการทำงานของระบบ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพิ่มความสะดวกสบายในการตรวจสอบคลังสินค้าด้วยระบบหลังร้าน
2. เพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจ

3. ส่งเสริมด้านการให้บริการความรวดเร็วและความสะดวกสบายให้กับลูกค้า
4. ช่วยลดความยุ่งยากในการซื้อสินค้า

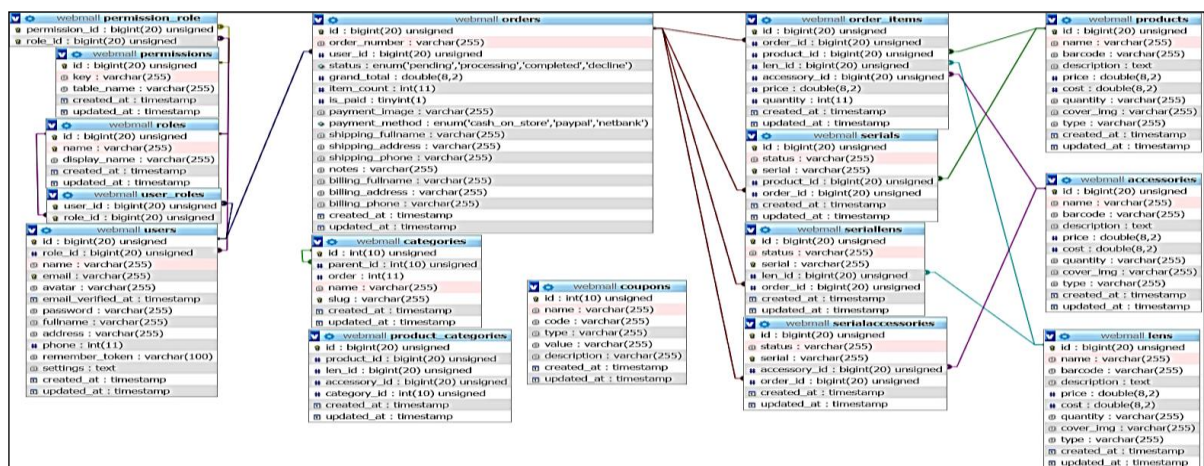
5. รู้และเข้าใจถึงระบบขายสินค้าออนไลน์มากขึ้น

6. ทราบระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน
วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน ต่อด้วยการออกแบบแบบสอบถามที่มีคำถามกระชับและชัดเจน ทั้งคำถามปลายปิดและปลายเปิด จากนั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านวิธีการตอบแบบสอบถาม

หลังจากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติสุดท้ายพร้อมข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนา

ภาพรวมไดอะแกรมของระบบที่นำเสนอไดอะแกรมนี้แสดงถึงภาพรวมของระบบที่นำเสนอประกอบด้วย Customer สามารถสมัครสมาชิกและซื้อสินค้า Seller สามารถตรวจสอบการชำระเงินจัดการซีเรียลนัมเบอร์ และขายสินค้า และ Admin สามารถตรวจสอบการชำระเงิน จัดการซีเรียลนัมเบอร์ ขายสินค้า ดูยอดขายสินค้า จัดการสินค้า และจัดการสมาชิกแสดงผังแผนภาพที่ 2

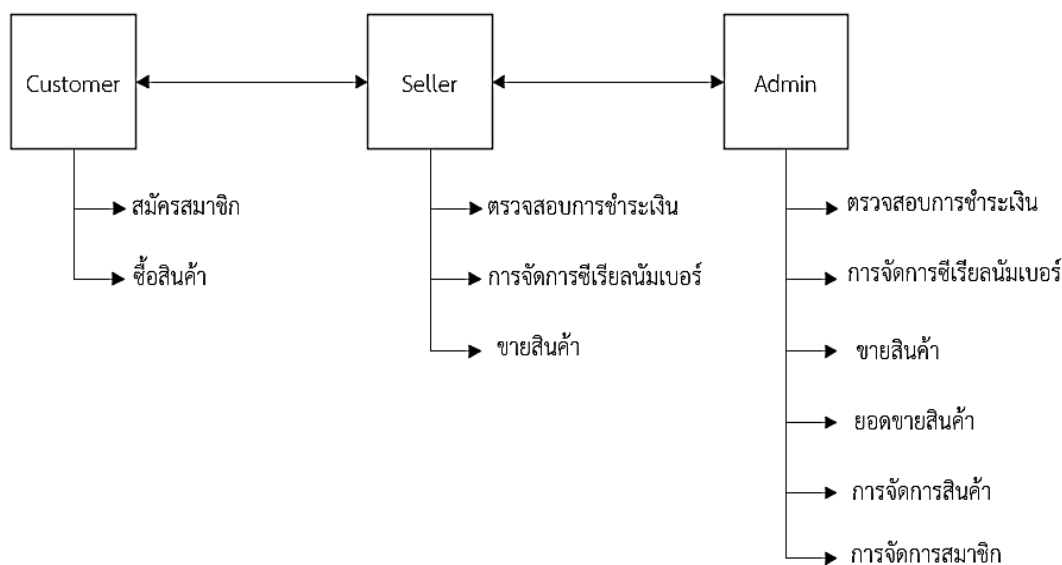


แผนภาพที่ 2 ภาพรวมไดอะแกรมของระบบที่นำเสนอ

อีอาร์ไดอะแกรม (E-R Diagrams)

อีอาร์ไดอะแกรมนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลสิทธิ์ของผู้ใช้งาน ข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลการสั่งซื้อ ข้อมูลกล้องถ่ายภาพ ข้อมูลเลนส์กล้องถ่ายภาพ ข้อมูล

อุปกรณ์กล้องถ่ายภาพ ข้อมูลประเภทสินค้า ข้อมูลซีเรียลกล้องถ่ายภาพ ข้อมูลซีเรียลอุปกรณ์กล้องถ่ายภาพ และข้อมูลซีเรียลเลนส์กล้องถ่ายภาพแสดงผังแผนภาพที่ 3

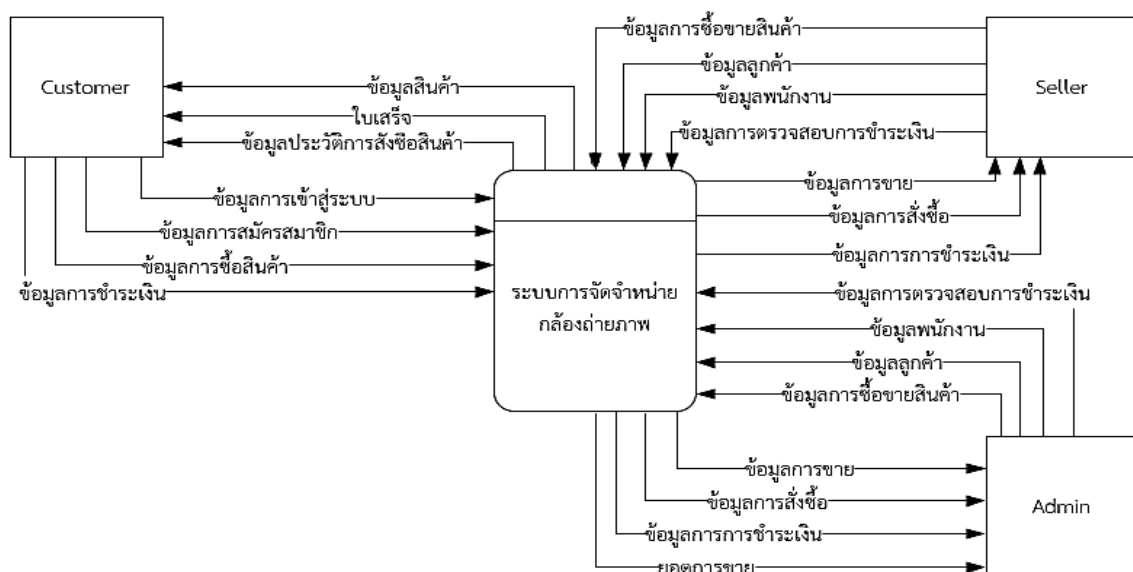


แผนภาพที่ 3 อีอาร์ไดอะแกรม

แผนภาพแสดงกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram)

ภาพรวมการไหลของข้อมูลของระบบการจัดการจำหน่ายกล้องถ่ายภาพ โดยแต่ละผู้ใช้งาน ประกอบด้วย Customer มีการให้ข้อมูลการสมัครสมาชิก การเข้าสู่ระบบ การซื้อสินค้า และการชำระเงิน มีการรับข้อมูลสินค้า ใบเสร็จ ข้อมูลประวัติการสั่งซื้อสินค้า Seller มีการให้ข้อมูลการซื้อขายสินค้า

ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลพนักงาน และข้อมูลการตรวจสอบการชำระเงิน มีการรับข้อมูลการขาย ข้อมูลการสั่งซื้อ ข้อมูลการชำระเงิน Admin มีการให้ข้อมูลการซื้อขายสินค้า ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลพนักงาน และข้อมูลการตรวจสอบการชำระเงิน มีการรับข้อมูลการขาย ข้อมูลการสั่งซื้อ ข้อมูลการชำระเงิน ข้อมูลยอดการขาย แสดงดังแผนภาพที่ 4



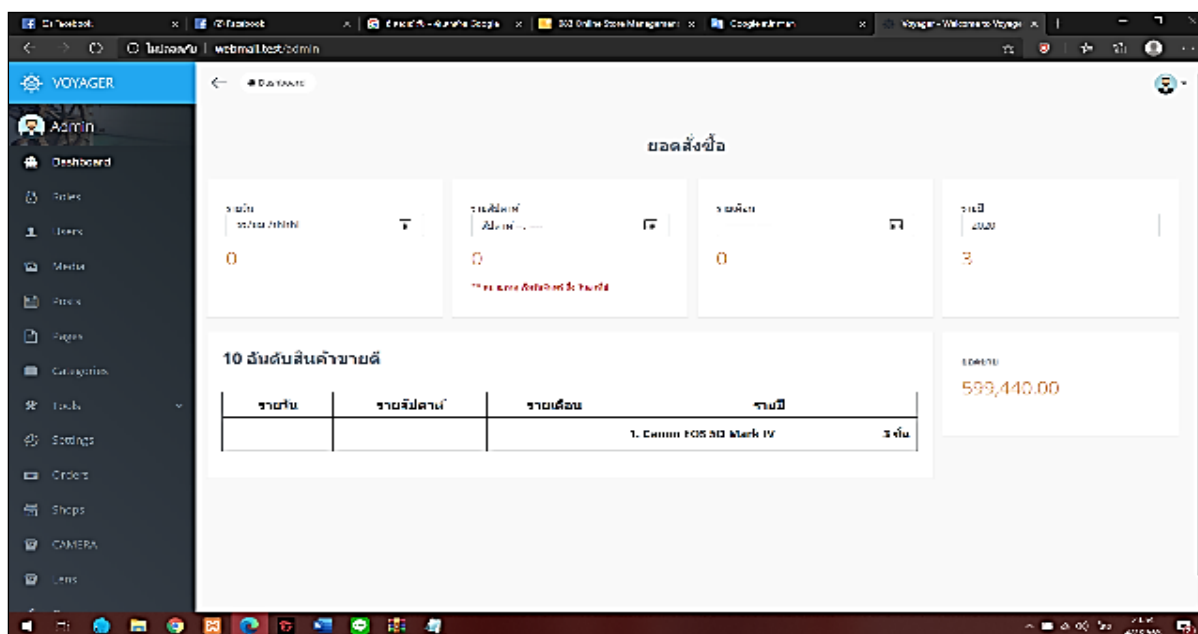
แผนภาพที่ 4 แผนภาพ Context Diagram

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

ระบบการจัดจำหน่ายกล้องถ่ายภาพ ที่ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อช่วยให้การขายสินค้าของร้านเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว และที่มีประสิทธิภาพ สอดรับกับพฤติกรรมผู้บริโภคยุคใหม่ โดยประกอบด้วยลักษณะการใช้งาน 3 ส่วน คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ ส่วนของผู้ใช้งานหน้าเว็บ ส่วนของผู้ใช้งาน และส่วนของพนักงานขาย มีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนของผู้ดูแลระบบ

ส่วนของผู้ดูแลระบบประกอบด้วย แผงควบคุม (Dashboard), บทบาท (Roles), ผู้ใช้งาน (Users), สื่อ (Media), โพสต์ (Posts), หน้า (Pages), หมวดหมู่ (Categories), เครื่องมือ (Tools), การตั้งค่า (Settings), คำสั่งซื้อ (Orders), ร้านค้า (Shops), กล้อง (CAMERA), เลนส์ (Lens), คูปอง (Coupons), อุปกรณ์เสริม (Accessories), หมายเลขกล้อง (serial camera), หมายเลขเลนส์ (serial lens), หมายเลขอุปกรณ์เสริม (serial accessories) แสดงดังแผนภาพที่ 5



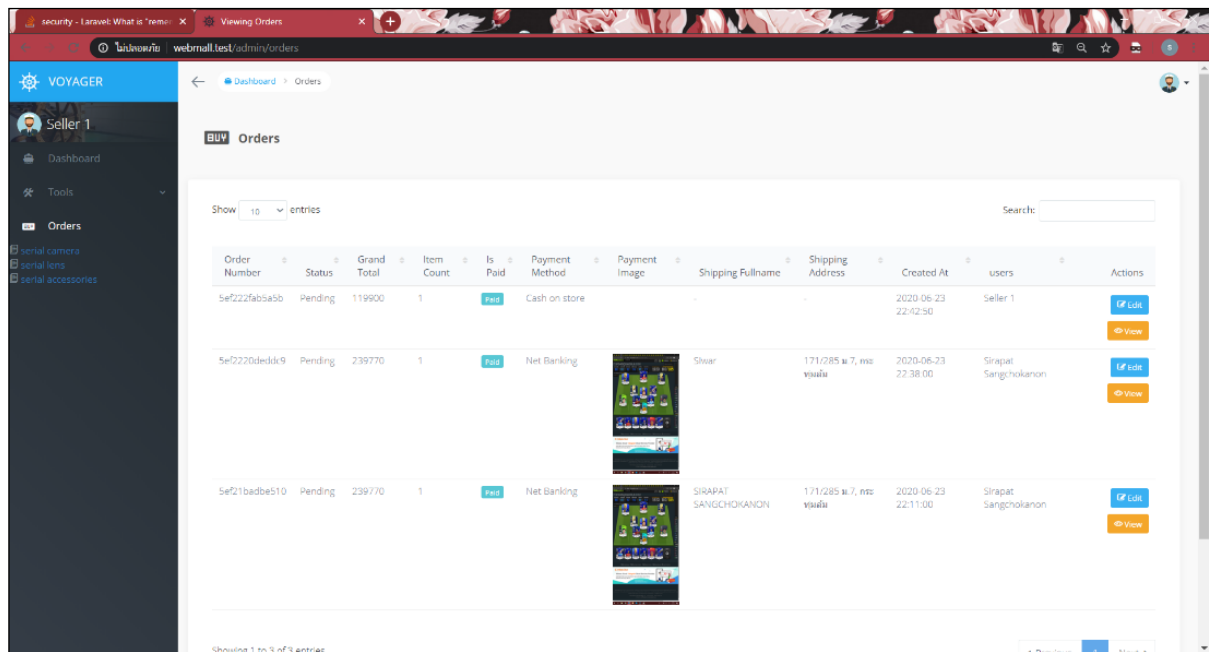
แผนภาพที่ 5 ส่วนของผู้ดูแลระบบ

โดยการใช้งานผู้ดูแลระบบหรือเจ้าของร้านสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งหมดแต่พนักงานขายจะสามารถเข้าถึงข้อมูลในส่วนคำสั่งซื้อ (Orders), หมายเลขกล้อง (serial camera), หมายเลขเลนส์ (serial lens), หมายเลขอุปกรณ์เสริม (serial accessories) ซึ่งข้อมูลนั้นได้จากการใช้แอปพลิเคชันของพนักงานขายและผู้ใช้งานซึ่งอยู่ในส่วนถัดไป

ส่วนของพนักงานขาย

ส่วนของผู้ดูแลระบบประกอบด้วย คำสั่งซื้อ (Orders), หมายเลขกล้อง (serial camera), หมายเลขเลนส์ (serial lens), หมายเลขอุปกรณ์เสริม (serial accessories) แสดงดังแผนภาพที่ 6

พนักงานสามารถขายสินค้าที่หน้าร้านตรวจสอบรายการสั่งซื้อและซีเรียลนัมเบอร์ของสินค้าได้



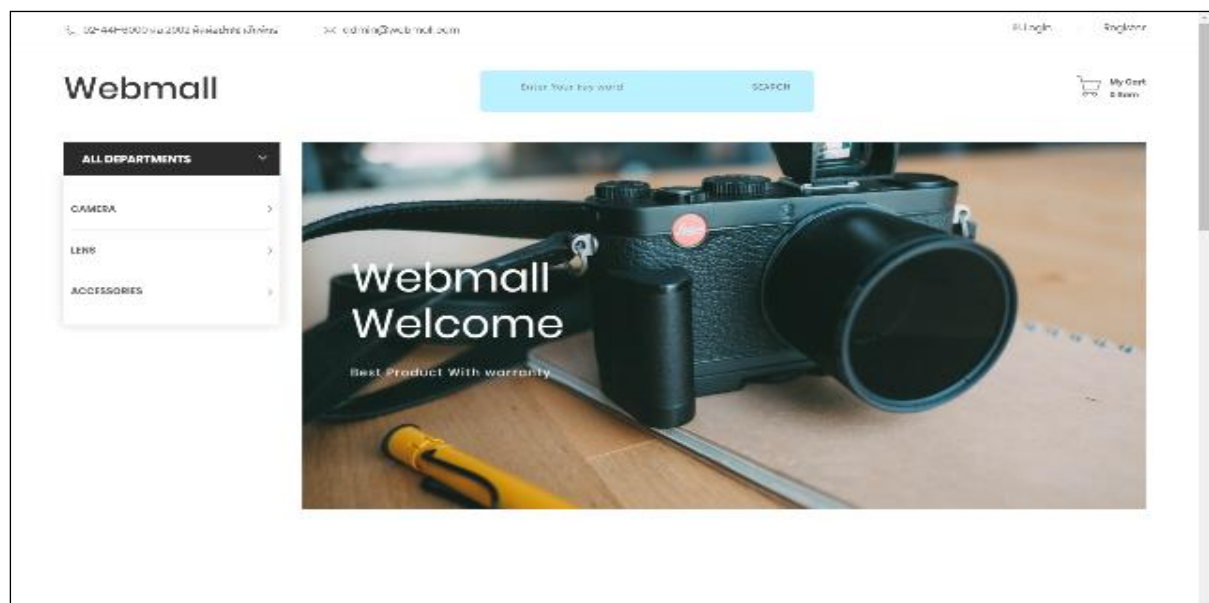
แผนภาพที่ 6 ส่วนของพนักงานขาย

ส่วนของผู้ใช้งาน

ส่วนของผู้ใช้งานประกอบด้วยเข้าสู่ระบบ

(Login), สมัครสมาชิก (Register), ค้นหา

สินค้า, เลือกซื้อสินค้า แสดงดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 ส่วนของผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งานสามารถเลือกซื้อสินค้าสามารถ
ค้นหาสินค้าที่ต้องการได้จากชื่อสินค้าหรือค้นหาตาม
หมวดหมู่ที่ได้แยกสินค้าแต่ละประเภทไว้

ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้การพัฒนา
ระบบซื้อ-ขายกล้องถ่ายภาพสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

จากผลสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน
ทั่วไป จำนวน 126 คน พบว่าผู้ใช้งานมีความพึง
พอใจในด้านความสามารถของระบบมีความตรงต่อ
ความต้องการของผู้ใช้งานอยู่ในระบบอยู่ในระดับ พึง
พอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $(\bar{x}) = 4.42$ ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (S.D.) = 0.73 ในด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 4.40$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.75 ในด้านความคิดเห็นด้านความสะดวก และง่ายต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 4.42$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.72 และในด้านการรักษาความปลอดภัยและความถูกต้องของระบบอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 4.45$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.69 รวมผลสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปทั้งหมดอยู่ในระบบอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 4.42$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.72

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบการจัดจำหน่ายกล้องถ่ายภาพ ได้ศึกษาประวัติความเป็นมา วัตถุประสงค์ของระบบ วิเคราะห์และออกแบบระบบ และทดสอบระบบ โดยพัฒนาระบบการจัดจำหน่ายกล้องถ่ายภาพและแบ่งการทำงาน ดังนี้

1. ระบบการ Login เข้าสู่ระบบ
2. ระบบการจัดการข้อมูลสินค้า
3. ระบบการจัดการข้อมูลสมาชิก
4. ระบบการสั่งซื้อสินค้า
5. ระบบการรายงานสรุปยอดขาย

โดยมีผู้ใช้งานระบบ แบ่งได้เป็น 3 ระดับคือ

1. ผู้ดูแลระบบ (Admin)
2. ผู้พนักงานขาย (Seller)
3. ผู้ใช้งาน (User)

จากการดำเนินงานพัฒนาและใช้งานระบบ จะพบว่าประสิทธิภาพของระบบจัดจำหน่ายกล้องถ่ายภาพ มีผล 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านโครงสร้างและรูปแบบของระบบงาน มีการออกแบบตัวเว็บไซต์ให้ออกมาสวยงาม และ

สบายตา เหมาะแก่การมองเห็นชัดเจน และสามารถใช้งานได้ดีสำหรับผู้ใช้งานทุกระดับ

2. ด้านการใช้งาน สามารถใช้งานได้ดี ไม่มี ความซับซ้อนหรือยุ่งยากแก่ผู้ใช้งาน ลดความผิดพลาดในการทำงานจากปัญหาเดิมที่ทำได้โดยการจดบันทึกแบบเอกสาร เพื่อความสะดวกสบายให้กับลูกค้า

3. ด้านประโยชน์ ผู้ใช้งานทุกระดับ ประหยัดเวลา และลดความล่าช้าในการใช้งาน การทำงานมีประสิทธิภาพ และเป็นระบบมากขึ้น รวมถึงนำรายงานที่ออกมาจากระบบ มาใช้ประกอบการตัดสินใจ เพื่อพัฒนารัฐกิจตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดี

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบการจัดจำหน่ายกล้องถ่ายภาพนี้ ยังมีข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาระบบเพิ่มเติมให้ระบบการจัดการร้านจำหน่ายกล้องถ่ายภาพมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังนี้

1. ควรมีการชำระค่าสินค้าผ่านทาง บัตรเครดิต เพื่อความสะดวกมากยิ่งขึ้น
2. ควรทำความเข้าใจความต้องการของผู้ที่ต้องการใช้ และพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพกว่าเดิม เพราะจะได้นำความต้องการมาวิเคราะห์และออกแบบ เพื่อจะได้เข้าใจรายละเอียดของระบบงานมากขึ้น
3. ควรมีระบบรักษาความปลอดภัยหากสินค้ามีราคาสูงอาจเป็นช่องโหว่ให้มีฉ้อโกงได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ มหาวิทยาลัยชินวัตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้การสนับสนุนดูแลอำนวยความสะดวก

ความสะดวกบริการสถานที่และทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในคำแนะนำและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คมสันติ มหาสุข, สุภาภรณ์ เขียวงาม และจินดา คำจริง (2565). การพัฒนาเว็บไซต์เพื่อจำหน่ายอาหารสัตว์เลี้ยง :

กรณีศึกษาร้าน Petshop วารสารวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 4(1), 18-31.

ดารณี ภัสสรขจร, ทวีศักดิ์ คำลือ และศิริกรณ ก้นขี้. (2567). การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าออนไลน์เพื่อ

สร้างช่องทางการขายสินค้าออนไลน์ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน, 2(2), 32-43.

สุเมธ พิลิก, จิตาพัชญ์ ไชยสิทธิ์ และลฎาภา แผนสุวรรณ (2563). การพัฒนาช่องทางจัดจำหน่ายสินค้าเกษตร

แปรรูปในเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ด้วยระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ บัณฑิตศึกษาปริทรรศน์

วิทยาลัยสงฆ์นครสวรรค์, 8(2), 217-228.

การศึกษาเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในแหล่งน้ำจืดกับริมตลิ่งเพื่อสนับสนุนงานทางนิติวิทยาศาสตร์

The Comparative Study of Diatom Species in Freshwater and Riverbanks to Support Forensic Science

พัทธมนัส ดำนุย¹, ปริญญา สีลานันท์²

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ^{1,2}

Pattamanat Damnui¹, Parinya Seelanan²

Faculty of Forensic science, Royal Police Cadet Academy^{1,2}

Pattamanat1234@gmail.com^{1,2}

Received: April 12, 2024; Revised: May 14, 2024; Accepted: May 24, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้การวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมคลองเขารูปช้างกับชนิดของไดอะตอมบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร และที่ระยะห่างจุดละ 1 กิโลเมตร ฝั่งละ 3 จุด ทั้งสองฝั่งของคลอง โดยศึกษาจากลักษณะสัณฐานวิทยาในการจำแนกชนิดของไดอะตอม ไดอะตอมจัดเป็นแพลงก์ตอนพืช พบได้ตามแหล่งน้ำในธรรมชาติ มีความหลากหลายและจำเพาะในแต่ละพื้นที่ จึงสามารถนำมาพิสูจน์ข้อเท็จจริงในกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ ระบุสถานที่จมน้ำได้ เชื่อมโยงไดอะตอมจากผู้เสียชีวิตและผู้ต้องสงสัยได้ ไดอะตอมมีผนังเซลล์ลักษณะเฉพาะที่เรียกว่าฟรอสต์ มองเห็นได้ชัดโดยใช้วิธีการทำความสะอาดไดอะตอมด้วยกรด HCL และ H₂SO₄ เพื่อขจัดคราบฟรอสต์ของไดอะตอม จำแนกชนิดและนับจำนวนไดอะตอมด้วย Hematocytometer พบว่าไดอะตอมที่พบในน้ำแต่ละจุด มีชนิดเด่นเป็นชนิดเดียวกันกับไดอะตอมที่พบในดินริมตลิ่งที่ระยะ 0 เมตรของแต่ละจุด โดยศึกษาจากความหนาแน่นของไดอะตอมในแต่ละจุด และจากการทดสอบความแตกต่างด้วย Pair-t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการจำแนกชนิดของไดอะตอมสามารถนำมาประกอบการระบุจุดจมน้ำ การเคลื่อนย้ายศพ รวมถึงการเชื่อมโยงไดอะตอมจากผู้เสียชีวิตและไดอะตอมที่พบจากผู้ต้องสงสัยได้

คำสำคัญ : ไดอะตอม นิติพิษศาสตร์

Abstract

This research aimed to study and compare the types of Diatoms in Khao Rup Chang Canal along the riverbank at distances of 0, 1, and 2 meters with those types at distance of 1 kilometer apart at 3 points on each side of the canal by studying the morphological characteristics for classification Types of Diatoms. Diatoms are classified as phytoplankton found in natural water sources. There are varieties and are specific to each area. They can be used to prove facts in forensic science processes including the identification of the drowning location and the linkage of Diatoms from the deceased and the suspect. Diatoms have a unique cell wall. The so-called frustals can be clearly seen using the Diatomic Treatment Method with HCL and H₂SO₄ to completely remove the frustals. By classifying the species and counting the number of Diatoms with Hemacytometer, it was found that the predominant species of Diatoms found in the water at each point was the same as those found in the soil along the riverbank at 0 meter of each point. By studying the density of Diatoms at each point, and from testing the differences with Pair-t-test, it was found that there were no significant differences. Therefore, the classification of Diatom species can be used to identify drowning sites, moving a corpse, including linking the Diatoms from the deceased and those found from the suspect

KEYWORD : Diatom Forensic Botany

บทนำ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยพบคดีเกี่ยวกับการกระทำความผิดคดีฆาตกรรมอำพรางศพในรูปแบบต่างๆ มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น การเผาฝัง การฆ่าฝังดิน การโยนศพ หั่นชำแหละ จนถึงการถ่วงน้ำอำพรางศพ ถือเป็นการฆาตกรรมอย่างโหดร้าย ซึ่งในคดีฆาตกรรมเหล่านี้ การรวบรวมพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ในการตรวจสถานที่เกิดเหตุเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นแหล่งรวบรวมวัตถุพยานที่สำคัญในการเชื่อมโยงไปยังผู้กระทำความผิด หลักการแลกเปลี่ยนของโลคาร์ด (Locard's exchange principle) กล่าวไว้ว่า “ทุก ๆ การสัมผัสย่อมมีการทิ้งร่องรอยเสมอ (Every contact leaves a trace)”

นอกจากการตรวจสถานที่เกิดเหตุ จะเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ แล้วพยานหลักฐานก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นเดียวกัน ซึ่งพยานหลักฐานสามารถพิสูจน์ได้ว่าการกระทำความผิดเกิดขึ้น เชื่อมโยงกับสถานที่เกิดเหตุ อย่างไรก็ตามการตรวจสถานที่เกิดเหตุที่มีการอำพรางศพ โดยเฉพาะการอำพรางศพในน้ำ มักยากต่อการชันสูตรศพและพิสูจน์หาตัวผู้กระทำความผิด ดังนั้นพยานหลักฐานที่ได้จากมนุษย์ สัตว์หรือพืช เป็นสิ่งที่มักนำมาตรวจพิสูจน์และอ้างอิงในชั้นศาล แต่ในปัจจุบันผู้กระทำความผิดมีความรู้มากขึ้น จึงทำให้มีการทำลายพยานหลักฐาน แต่ยังมีพยานหลักฐานทางพฤกษศาสตร์ที่มีความสำคัญในหลายประเทศมีการนำ

พยานหลักฐานทางพฤกษศาสตร์มาใช้มากขึ้น เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน ละอองเกสร เมล็ดพืช ไดอะตอม จุลินทรีย์ต่าง ๆ เป็นต้น การระบุลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชสามารถช่วยในการระบุแหล่งกำเนิดทางภูมิศาสตร์ได้ มีประโยชน์ในการเชื่อมโยงสถานที่เกิดเหตุและตัวบุคคล เป็นที่ยอมรับในชั้นศาล เนื่องจากโดยส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นละอองเกสร เมล็ดพืช หรือไดอะตอม จะมีการกระจายไปตามเสื้อผ้า ล้อรถหรือรองเท้าของผู้กระทำความผิด แต่สิ่งที่น่าสนใจคือหลักฐานที่เก็บจากรองเท้าผู้ต้องสงสัย เนื่องจากรองเท้ามีการสัมผัสกับสถานที่เกิดเหตุโดยตรง จึงทำให้เกิดการถ่ายโอนวัสดุได้ในปริมาณมากกว่า โดยขึ้นอยู่กับพื้นผิวของรองเท้า และสภาพแวดล้อมของที่เกิดเหตุ แต่หากสภาพแวดล้อมเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ นอกจากเมล็ดพืชหรือละอองเกสรแล้ว ยังมีสาหร่าย ขนาดขนาดเล็กที่มีความหลากหลายเช่นกัน ได้แก่ ไดอะตอม โดยในทางนิติวิทยาศาสตร์ ไดอะตอมสามารถใช้วินิจฉัยการเสียชีวิตจากการจมน้ำและสาเหตุอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ความจำเพาะของแหล่งที่อยู่อาศัยของไดอะตอมยังสามารถเชื่อมโยงสถานที่เกิดเหตุ เป็นการบ่งชี้หลักฐานการติดตามผู้ต้องสงสัย เนื่องจากไดอะตอมมักจะติดไปกับรองเท้า เสื้อผ้า อื่นๆ ของผู้เสียหายและผู้กระทำผิด รวมถึงความจำเพาะของไดอะตอมในแต่ละพื้นที่มีความสำคัญในการระบุสถานที่ทั้งศพและการเชื่อมโยงไดอะตอมจากพื้นรองเท้าของผู้กระทำความผิดกับไดอะตอมจากศพได้ รวมถึงมีส่วนช่วยในคดีเกี่ยวกับระบุสถานที่จมน้ำได้ (Mishra, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Mishra, 2017) ที่ศึกษาชนิดของไดอะตอมในแม่น้ำเมืองเดลี ประเทศอินเดียมีความแตกต่างกันในแต่ละจุด นอกจากนี้ยังมีการศึกษา

ไดอะตอมใน 9 แหล่งในเมืองโกลาต ของอินเดีย พบว่าชนิดของไดอะตอมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีลักษณะเฉพาะที่สามารถนำไดอะตอมเป็นเครื่องมือสำหรับการพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีจมน้ำ การนำศพมาทั้งในน้ำ และการระบุสถานที่เกิดเหตุได้ (Dhariwal et al., 2021) ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบชนิดของ ไดอะตอมในแหล่งน้ำจืดกับริมตลิ่ง โดยเลือกใช้พื้นที่วิจัยเป็นคลองเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เนื่องจากพื้นที่โดยรอบ มีลักษณะเป็นป่ารก อาจเป็นสถานที่ที่สามารถอำพรางศพได้ ผู้วิจัยจึงใช้เป็นพื้นที่ศึกษาเพื่อสนับสนุนหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ในการติดตามผู้กระทำความผิดได้ รวมถึงเป็นการเพิ่มทางเลือกเพื่อสนับสนุนหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของไดอะตอมระหว่างคลองเขารูปช้างเปรียบเทียบกับชนิดของไดอะตอมบริเวณริมตลิ่งคลองเขารูปช้างที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร โดยศึกษาจากลักษณะสัณฐานวิทยาในการจำแนกชนิดของไดอะตอม

2. เพื่อศึกษาชนิดของไดอะตอมในคลองเขารูปช้างที่ระยะทางแตกต่างกัน โดยศึกษาจากลักษณะสัณฐานวิทยาในการจำแนกชนิดของไดอะตอม

สมมุติฐาน

1. ไดอะตอมที่พบในคลองเขารูปช้างและบริเวณริมตลิ่งที่ระยะเดียวกัน มีชนิดของไดอะตอมไม่แตกต่างกัน

2. ชนิดของไดอะตอมแตกต่างกันในคลองเขารูปช้างที่ระยะทางแตกต่างกัน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถนำการจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไดอะตอม มาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยงไดอะตอมจากพื้นร่องเท้า หรือเสื้อผ้าของผู้กระทำความผิดโดยเปรียบเทียบกับไดอะตอมที่พบในผู้เสียชีวิตได้

2. เพื่อบันทึกเป็นฐานข้อมูลไดอะตอมในพื้นที่ศึกษา และสามารถพัฒนาคุณค่าของพยานหลักฐานทางนิติพฤกษศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในกระบวนการยุติธรรม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ

1. ระยะห่างของดินจากแหล่งน้ำที่ 0, 1 และ 2 เมตร กำหนดจุด 0 เนื่องจากเป็นบริเวณที่ติดกับน้ำ มีการเหยียบย่ำมากที่สุด ถัดไปจุดที่ 1 เมตรเป็นจุดที่เป็นทางเดินลงมา มีการเหยียบย่ำเล็กน้อย และจุดที่ 2 เมตร เป็นจุดที่ติดกับริมถนน เป็นบริเวณที่อาจมีวัชพืชรบกวนหรือพาหนะอื่น ๆ ทำให้อาจมีการสัมผัสกับไดอะตอม

2. ระยะห่างของน้ำสองฝั่งของคลองที่มีระยะแตกต่างกัน 3 จุด

ตัวแปรตาม คือ

ชนิดของไดอะตอม

ตัวแปรควบคุม คือ

ตัวอย่างน้ำ ตัวอย่างดิน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 6 จุดที่ระยะ 1, 2 และ 3 กิโลเมตรตามความยาวของคลองทั้งสองฝั่งและเก็บตัวอย่างดินบริเวณริมตลิ่งถัดจากจุดเก็บน้ำแต่ละจุดที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตรเข้าหาฝั่ง พร้อมทั้งทำการ

วัดความชื้นในดิน วัดค่า PH ในดินและน้ำและวัดอุณหภูมิทั้งในดินและน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างไดอะตอม

1.1 การเก็บตัวอย่างไดอะตอมในน้ำกำหนดพื้นที่บริเวณริมฝั่งในพื้นที่ 100 X 5 เมตร โดยเลือกก้อนหิน หรือพีชน้ำที่ยึดเกาะ เนื่องจากไดอะตอมจะยึดเกาะตามก้อนหินหรือพีชน้ำ ภายในพื้นที่เก็บตัวอย่างเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำห่างกันจุดละ 1 กิโลเมตร ฝั่งละ 3 จุด รวมทั้งหมด 6 จุด วางแผ่นพลาสติกเจาะรูรูปสี่เหลี่ยม 10 ตารางเซนติเมตร ทับบริเวณที่มีไดอะตอม (เมื่อสีน้ำตาล) ใช้แปรงปัดไดอะตอมและล้างบริเวณที่ปัดด้วยน้ำในชั้นพลาสติกจนก้อนหินหรือพีชน้ำสะอาด และถ่ายตัวอย่างจากชั้นน้ำลงในขวดเก็บตัวอย่างปริมาตร 15 มิลลิลิตร บันทึกรายละเอียด วัน เดือน ปี เวลาเก็บตัวอย่าง เก็บรักษาตัวอย่างด้วยลูกกล (Lugol's solution) จำนวน 2-3 หยด นำไปแช่เย็นในที่มืด เพื่อนำไปวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการต่อไป

1.2 การเก็บตัวอย่างไดอะตอมจากดินบริเวณริมตลิ่ง กำหนดจุดเก็บตัวอย่างตรงกับบริเวณที่เก็บตัวอย่างไดอะตอมในน้ำ โดยใช้เข็มฉีดยา ขนาด 2.90 เซนติเมตร ที่ตัดปลาย กดลงไปในดินความลึก 3 เซนติเมตรจากผิวดิน นำตัวอย่างดินมาร่อนบนตะแกรงขนาด 250 ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านตะแกรง 250 ไมโครเมตรมาร่อนต่อด้วยตะแกรง 100 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงมารักษาสภาพด้วย 2% ฟอร์มาลิน เพื่อรักษาสภาพก่อนนำไปห้องปฏิบัติการ

2. กระบวนการทำความสะอาดไดอะตอม

2.1 นำตัวอย่างไดอะตอม 15 มิลลิลิตรมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาทีสังเกตหลอดที่ปั่นเสร็จแล้วจะพบว่าชั้นของไดอะตอมเป็นแผ่นฟิล์มสีน้ำตาล เคลือบบนผิวหน้าชั้นของตะกอน เทน้ำส่วนบนตะกอนทิ้ง เพื่อทำการล้างฟอर्मาลีนและน้ำยาถูกล

เติมน้ำกลั่นในหลอดที่มีไดอะตอมให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างใส่ในหลอดแก้วเพื่อทำการเติมกรด

เติม 10% HCL 1 มิลลิลิตรลงในหลอดตัวอย่าง เพื่อขจัดคราบพรีสตัลของไดอะตอม

เติม 30 % H_2SO_4 2 มิลลิลิตรลงในหลอดตัวอย่าง จากนั้นเติมโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 10 มิลลิตร ทิ้งไว้ในที่มีด 24 ชั่วโมง

เติมกรดออกซาลิก 10 มิลลิลิตร ครั้งละ 2-3 มิลลิลิตร และเขย่าขวดเล็กน้อย จนมีฟองอากาศเกิดขึ้น หยอดเติมกรด จนกว่าตัวอย่างจะเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลเข้มเป็นโปร่งใส

นำตัวอย่างเปลี่ยนในหลอดสำหรับปั่นเหวี่ยง 20 นาที ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที โดยดูของเหลวด้านบนทิ้ง เติมน้ำกลั่น และทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง

รักษาสภาพตัวอย่างด้วย 70% Ethanol เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

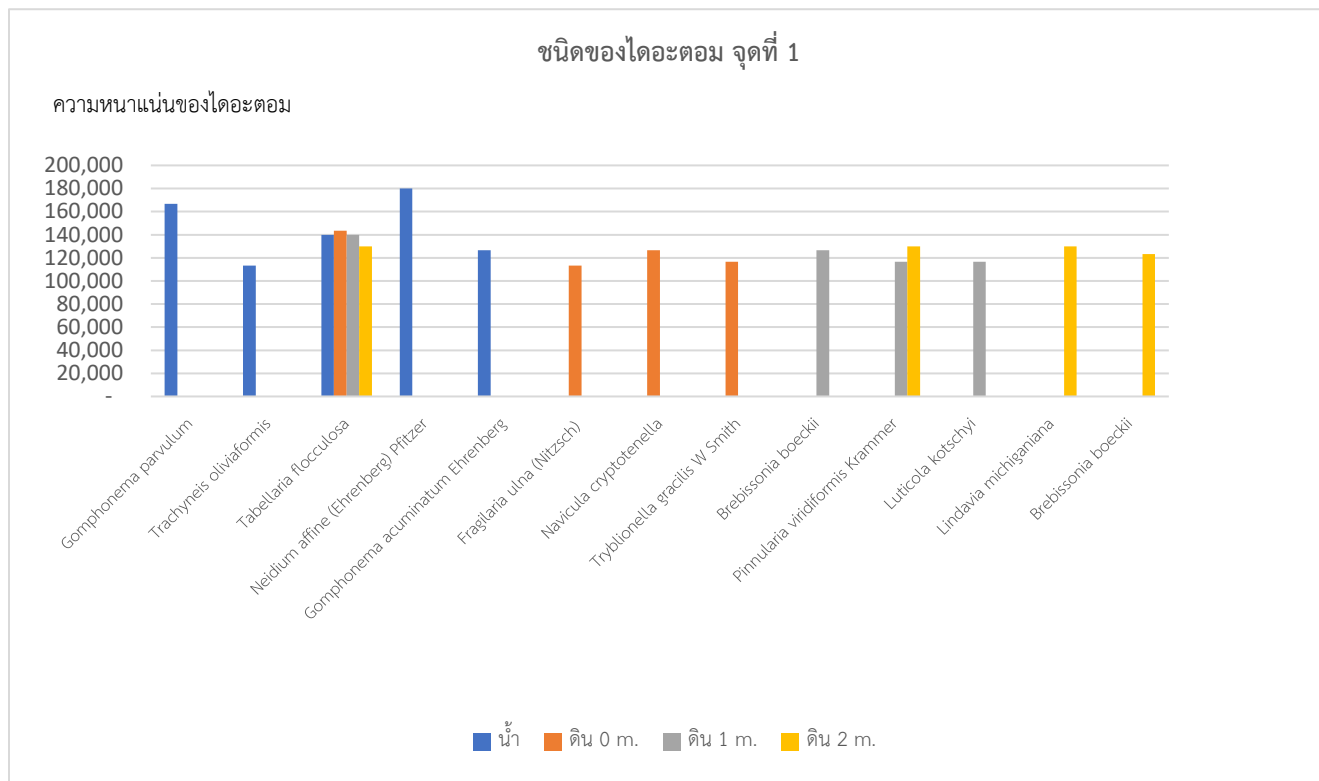
3. การจำแนกชนิดและนับจำนวนตัวอย่างไดอะตอม

นับจำนวนไดอะตอมด้วย Hemocytometer จำแนกชนิดของไดอะตอมด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้

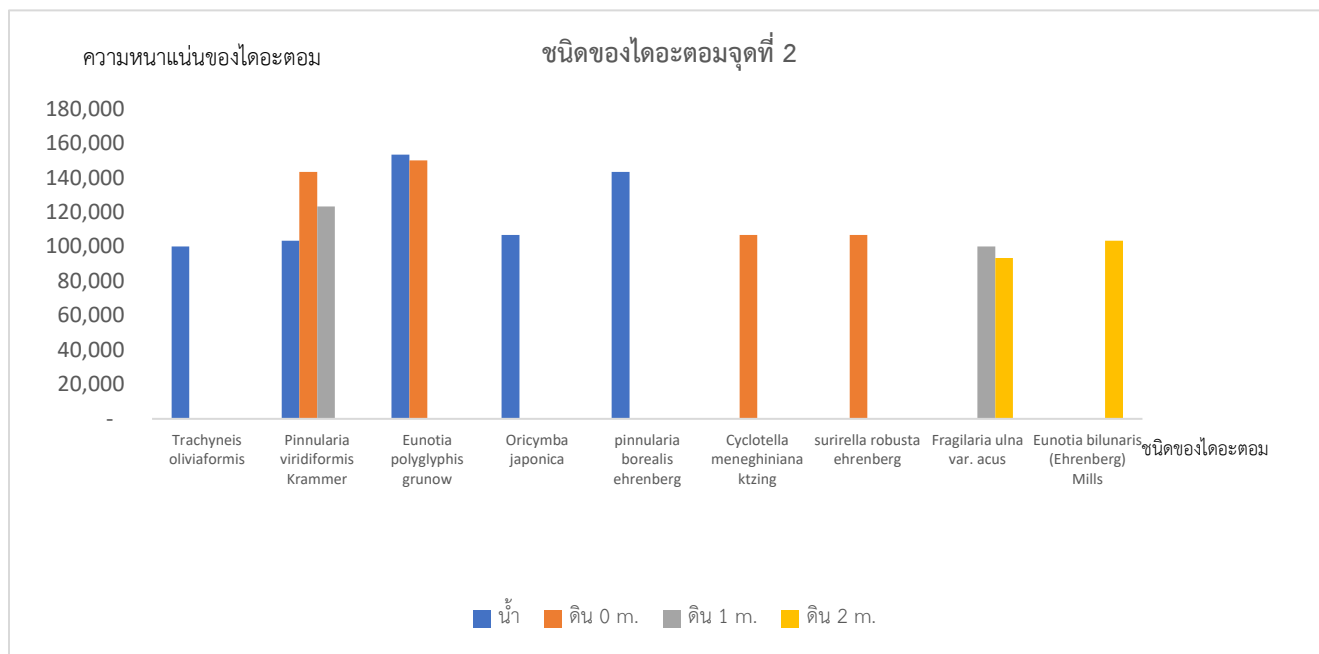
An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa JC Taylor และหนังสือแพลงก์ตอนพืช ศาสตราจารย์ลัดดา วงศ์รัตน์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

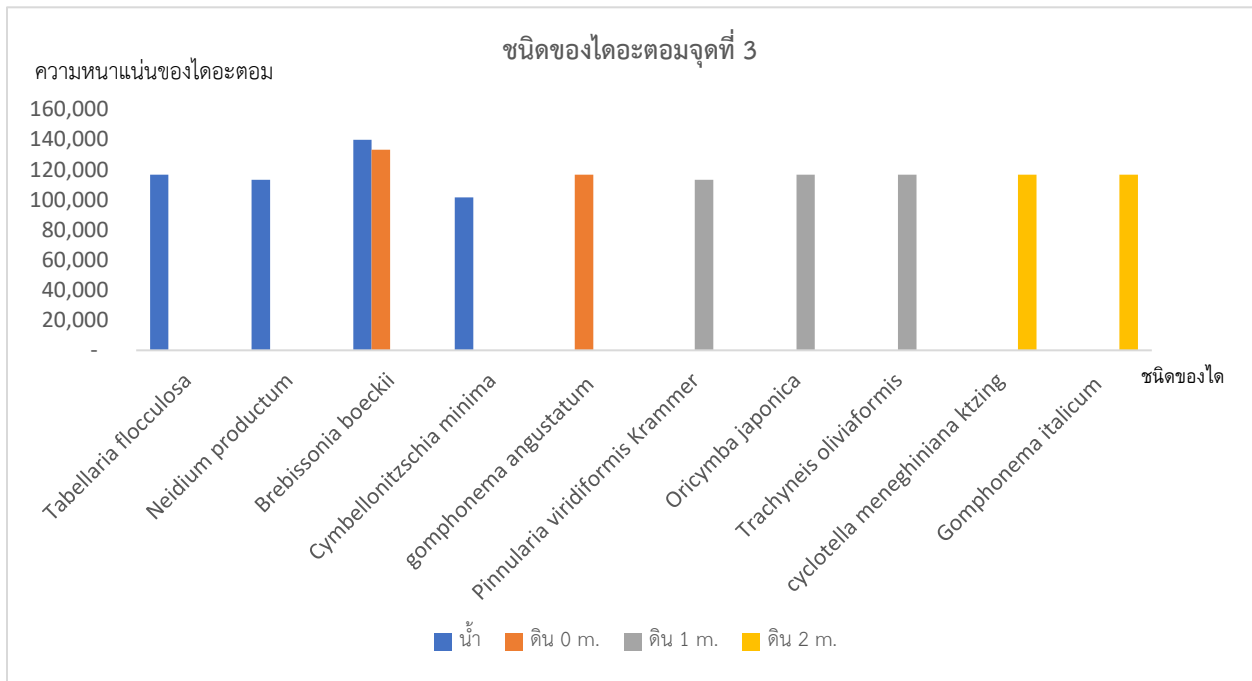
1. จากผลการวิเคราะห์ชนิดของไดอะตอมในน้ำเปรียบเทียบกับไดอะตอมบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร นั้น จุดที่ 1 พบไดอะตอมชนิด *Tabellaria flocculosa* เป็นชนิดเด่นโดยพบทั้งในน้ำและริมตลิ่งทั้ง 3 จุด มีความหนาแน่นของเซลล์เฉลี่ยอยู่ที่ 14×10^4 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 1 ชนิดของไดอะตอมจุดที่ 1 ขาไป จุดที่ 2 พบไดอะตอมชนิด *Pinnularia viridiformis* Krammer และ *Eunotia polyglyphis* grunow เป็นชนิดเด่นโดยพบทั้งในน้ำและริมตลิ่งระยะที่ 0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 2 ชนิดของไดอะตอมจุดที่ 2 ขาไปจุดที่ 3 พบไดอะตอมชนิด *Brebissonia boeckii* เป็นชนิดเด่นโดยพบทั้งในน้ำและริมตลิ่งระยะที่ 0 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 3 ชนิดของไดอะตอมจุดที่ 3 ขาไป จุดที่ 4 พบไดอะตอมชนิด *Gomphonema italicum* เป็นชนิดเด่นที่พบทั้งในน้ำและดินที่ระยะ 0 เมตร จุดที่ 5 พบไดอะตอมชนิด *eunotia robusta* ralfs เป็นชนิดเด่นพบทั้งในน้ำและดินทั้ง 3 ระยะ จุดที่ 6 พบ *Adlafia detenta* พบทั้งในน้ำและดินระยะที่ 0 เมตร และ *Achnanthes oblongella* Oestrup พบทั้งในน้ำและดินที่ระยะ 0 และ 1 เมตร



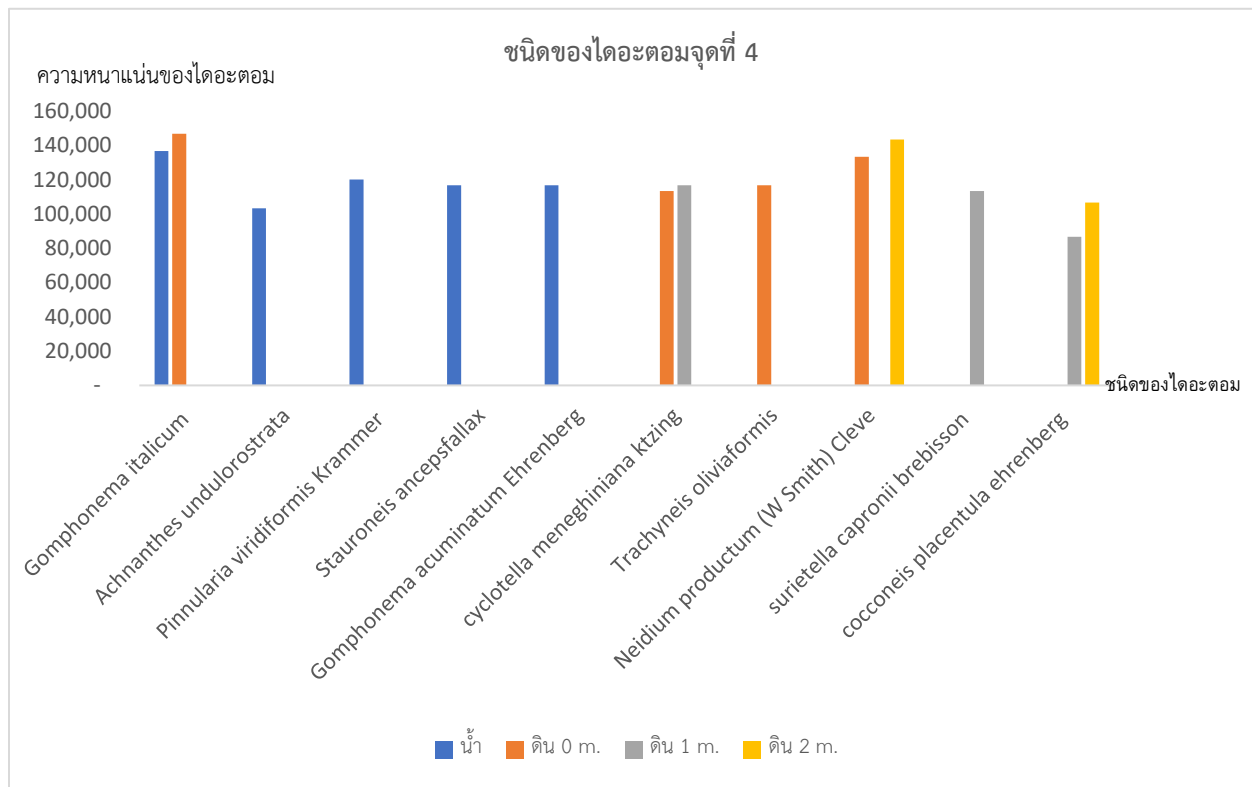
ภาพที่ 1 แผนภูมิเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในน้ำและดินบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร ณ จุดที่ 1



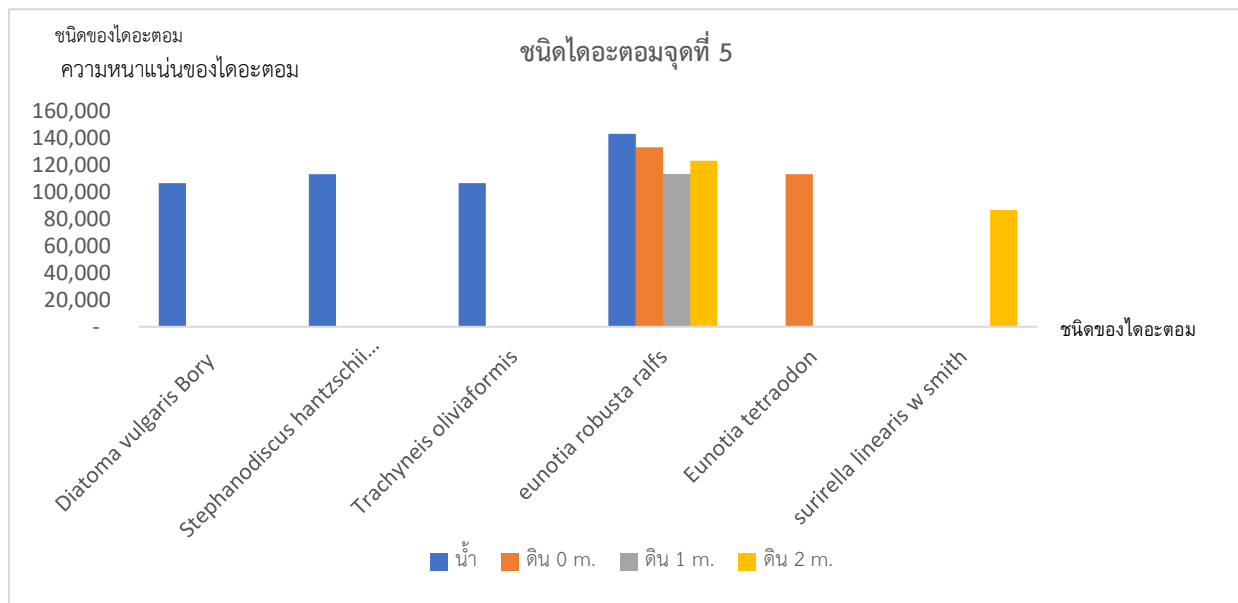
ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในน้ำและดินบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร ณ จุดที่ 2



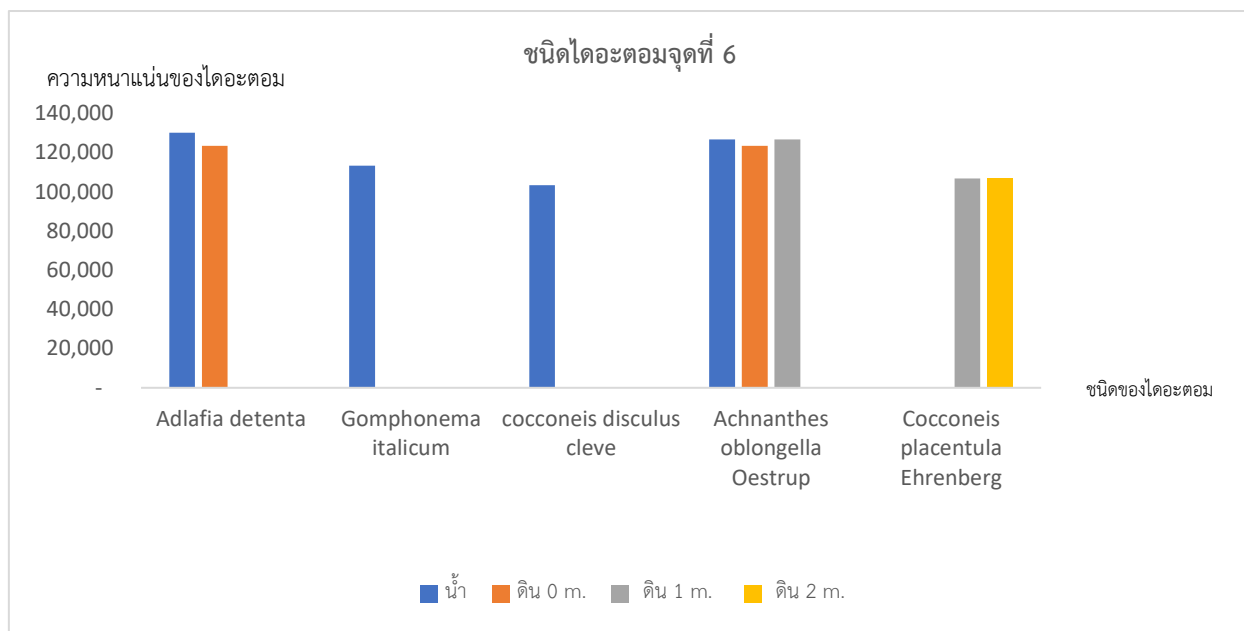
ภาพที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในน้ำและดินบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร ณ จุดที่ 3



ภาพที่ 4 แผนภูมิเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในน้ำและดินบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร ณ จุดที่ 4



ภาพที่ 5 แผนภูมิเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในน้ำและดินบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร ณ จุดที่ 5



ภาพที่ 6 แผนภูมิเปรียบเทียบชนิดของไดอะตอมในน้ำและดินบริเวณริมตลิ่งที่ระยะ 0, 1 และ 2 เมตร ณ จุดที่ 6

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาชนิดของไดอะตอมระหว่างคลองเขารูปช้างเปรียบเทียบกับชนิดของไดอะตอมบริเวณริมตลิ่งคลองเขารูปช้างที่ระยะ 0,

1 และ 2 เมตร และศึกษาชนิดของไดอะตอมในคลองเขารูปช้างที่ระยะทางแตกต่างกันโดยศึกษาจากลักษณะสัณฐานวิทยาในการจำแนกชนิดของไดอะตอม พบไดอะตอมทั้งหมด 38 สกุลโดยพบในน้ำทั้ง 6 จุด

เปรียบเทียบกับไดอะตอมที่พบในดินริมตลิ่งที่ระยะ 0 เมตรมีลักษณะเด่นเป็นชนิดเดียวกัน พิจารณาจากความหนาแน่นของเซลล์ไดอะตอม และไดอะตอมที่พบในน้ำแต่ละระยะ ทั้ง 6 จุด มีความแตกต่างกันในแต่ละจุด โดยจุดที่ 1 พบ *Tabellaria flocculosa* พบได้ในน้ำจืดและดินที่เป็นโคลน พบได้ทั่วไปตาม สามารถทนต่อสภาวะเป็นกรดได้ จุดที่ 2 พบ *Pinnularia viridiformis* Krammer เป็นชนิดเด่น โดยพบทั้งในน้ำดินจุดที่ 0 และ 1 เมตรจากฝั่ง เป็นไดอะตอมที่สามารถพบได้ในดินที่รกร้าง หรือทุ่งหญ้าที่ติดกับแหล่งน้ำ จุดที่ 3 พบ ไดอะตอมชนิด *Brebissonia boeckii* ทั้งในน้ำและในดินที่ 0 เมตร พบทั้งในน้ำและดิน จุดที่ 4 พบไดอะตอมชนิดเด่น คือ *Gomphonema italicum* พบได้ในแหล่งน้ำจืดจุดที่ 5 พบ *eunotia robusta* ralfs สามารถพบได้ในแหล่งน้ำจืด จุดที่ 6 พบ *Adlafia detenta* และ *Achnanthes oblongella* Oestrup โดยไดอะตอมทั้ง 2 ชนิดพบการกระจายอย่างกว้างขวางบริเวณลำธารเล็ก ๆ และชอบความเป็นด่างจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าไดอะตอมที่พบในแต่ละจุดมีความสัมพันธ์กับค่า PH ค่าความชื้นและอุณหภูมิของน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทำให้ในแต่ละจุดมีชนิดเด่นของไดอะตอมที่แตกต่างกัน

สรุปผล

จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบไดอะตอมทั้งหมด 38 ชนิด มีไดอะตอมชนิดเด่นที่พบในน้ำและในดินในแต่ละจุดไม่แตกต่างกัน และจากการทดสอบความแตกต่างด้วย Pair-t-test พบว่าไม่มีความแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 6 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง อีกทั้งไดอะตอมแต่ละชนิดที่พบสอดคล้องกับปัจจัยทางเคมี ได้แก่ อุณหภูมิ PH และความชื้นซึ่งด้วยเหตุผลนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงความจำเพาะของไดอะตอมในแต่ละพื้นที่และความสำคัญในการระบุสถานที่ที่ถึงศพและการเชื่อมโยงไดอะตอมจากพื้นรองเท้าของผู้กระทำความผิดกับไดอะตอมจากศพได้ รวมถึงมีส่วนช่วยในคดีเกี่ยวกับระบุสถานที่จมน้ำได้ (Dhariwal, , 2017) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Mishra, M.K., 2017) ที่ศึกษาชนิดของไดอะตอมในแม่น้ำเมืองเดลี ประเทศอินเดีย มีความแตกต่างกันในแต่ละจุด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาไดอะตอมใน 9 แหล่งในเมืองโลกาล ของอินเดีย พบว่าชนิดของไดอะตอมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีลักษณะเฉพาะที่สามารถนำไดอะตอมเป็นเครื่องมือสำหรับการพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีจมน้ำ การนำศพมาทั้งในน้ำและการระบุสถานที่เกิดเหตุได้ (Dhariwal et al., 2021)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างให้มีความถี่มากขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมและเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป
2. ควรมีการตรวจคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมี เพื่อเชื่อมโยงกับชนิดของไดอะตอมได้ชัดเจนและครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Dhariwal, M.K., Mishra, P. K., & Babu, S. (2017). Diatom logical Study of Different Water Bodies of Bhopal, The City of Lakes. *Journal of Forensic Sciences*. 15(3), 1-5.
- Scott, K.R., Jones, V. J., Cameron, N.G., Young, J.M., & Morgan, R.M. (2021). *Freshwater diatom persistence on clothing I: A quantitative assessment of trace evidence dynamics over time*. Forensic Science International. 325, <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110898>.
- Mishra, M.K. (2017). Study of diatom flora for the site identification of Yamuna River at Delhi. *International Journal of Development Research* 7(7), 14103-14108

ขอเชิญส่งบทความ (Call for Paper)

คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) มีความยินดีที่จะรับผลงานทางวิชาการเพื่อนำเสนอและเผยแพร่ในวารสารวิชาการ โดยเปิดรับบทความสายวิทยาศาสตร์/เทคโนโลยี ในสาขาต่อไปนี้

1. สาขาวิชาพยาบาลศาสตร์
2. สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์
3. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
4. สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ
5. สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
6. สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์
7. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
8. สาขาวิชาการเกษตร
9. สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์
10. สาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ประเภทของผลงานทางวิชาการ

1. บทความวิจัย หมายถึง เป็นการนำเสนอผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ การดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) เอกสารอ้างอิง
2. บทความวิชาการ หมายถึง งานเขียนซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เป็นความรู้ใหม่ กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ แนวทางการแก้ปัญหา มีการใช้แนวคิดทฤษฎี ผลงานวิจัยจากแหล่งข้อมูล สรุป เช่น หนังสือ วารสารวิชาการ ฐานข้อมูล Online ประกอบการวิเคราะห์วิจารณ์ เสนอแนวทางการแก้ไข

องค์ประกอบบทความ

บทความวิจัย (Research Article)

1. ชื่อเรื่อง ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. ชื่อผู้พิมพ์ พร้อมทั้งตำแหน่งทางวิชาการและสังกัด
3. บทคัดย่อทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษไม่เกิน 15 บรรทัด หรือ 200 คำ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รูปแบบการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง ช่วงเวลาทำวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัยและสรุปผลการวิจัย ระบุคำสำคัญของเรื่อง (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำ
4. เนื้อหาของบทความประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้
 - 4.1 ความสำคัญของปัญหาการวิจัย
 - 4.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
 - 4.3 ขอบเขตการวิจัย

- 4.4 สมมติฐานการวิจัย
- 4.5 การทบทวนวรรณกรรม และแนวคิด
- 4.6 วิธีดำเนินการวิจัย (ระบุวิธีการเก็บข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ปี พ.ศ. ที่ทำการวิจัย วิธีวิเคราะห์ข้อมูล)
- 4.7 ผลการวิจัยโดยอาจมีรูปภาพ ตารางและแผนภูมิประกอบเท่าที่จำเป็น
- 4.8 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ
(ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ข้อเสนอแนะสำหรับปฏิบัติ และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป)
- 4.9 เอกสารอ้างอิง ต้องอ้างอิงในระบบ APA ตลอดเรื่อง
- 4.10 บทความที่สรุปมาจาก วิทยานิพนธ์ ดุษฎีนิพนธ์ ให้ใส่ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมตำแหน่งวิชาการ และสังกัด หลังชื่อผู้นิพนธ์ รายงานการวิจัย หรือบทความวิชาการที่ปฏิบัติตามคำแนะนำ จะได้รับพิจารณาดำเนินการโดยทันที

บทความวิชาการ (Academic Article)

บทความวิชาการเป็นการนำเสนอเรื่องทางวิชาการที่อยู่ในความสนใจของบุคคลทั่วไปในปัจจุบัน ประกอบด้วย

1. ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ ที่อยู่ผู้นิพนธ์ ผู้นิพนธ์สำหรับติดต่อ (Corresponding author) และบทสรุป (Conclusion) เพื่อเป็นการสรุปเรื่องโดยย่อ พร้อมระบุความสำคัญของเรื่อง (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำ
2. เนื้อหาของบทความ ประกอบด้วย
 - 2.1 บทนำ (Introduction) เพื่อกล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าสนใจ
 - 2.2 เนื้อหาเป็นการแสดงรายละเอียดของเรื่องที่เขียนในแต่ละประเด็น
 - 2.3 บทสรุป (Conclusion) ของเรื่องที่เขียนเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจ
 - 2.4 ข้อเสนอแนะจากผู้นิพนธ์เกี่ยวกับเรื่องที่เขียนในประเด็นที่น่าสนใจ

ทั้งนี้ ผู้นิพนธ์ควรตรวจสอบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทความที่น่าสนใจอย่างละเอียด บทความวิชาการต้องนำเสนอพัฒนาการของเรื่องที่น่าสนใจ ข้อมูลที่น่าสนใจจะต้องนำเสนอในวงกว้าง โดยให้ผู้อ่านในต่างสาขาทั้งอาจารย์และนักศึกษา สามารถเข้าใจได้

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความที่จะได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน โดยบทความจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของวารสาร และผ่านการพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 2 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิจะไม่สามารถทราบข้อมูลของผู้ส่งบทความ (double-blind peer review)

รายละเอียดวิธีการเขียนบทความ

1. บทความมีความยาวไม่เกิน 15 หน้า กระดาษ A4 (รวมบทคัดย่อภาษาไทย ภาษาอังกฤษและเอกสารอ้างอิง)
2. การตั้งค่าน้ำกระดาษ ให้กำหนดขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1 นิ้ว และขอบขวา 1 นิ้ว
3. ตัวอักษรให้ใช้ TH SarabunPSK โดยกำหนดขนาด ดังนี้
 - 3.1 ชื่อเรื่องภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 20 point ตัวหนา ชิดซ้าย
 - 3.2 ชื่อผู้เขียนภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 16 point ตัวหนา
 - 3.3 สถานที่ทำงาน และ E-mail address ของผู้เขียน ขนาด 15 point ตัวธรรมดา
 - 3.4 หัวข้อเรื่อง ขนาด 16 point ตัวหนา ชิดซ้าย
 - 3.5 รายละเอียด/เนื้อเรื่อง ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย
4. ตาราง ให้วางตารางใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา พิมพ์ลำดับของตารางและชื่อตารางเหนือตาราง และพิมพ์ที่มาของตารางใต้ตาราง
5. ภาพประกอบ ให้วางภาพประกอบใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา พิมพ์ลำดับของภาพและชื่อภาพ และพิมพ์ที่มาของภาพไว้ใต้ภาพ
6. เนื้อเรื่องแบ่งออกเป็น 2 คอลัมน์/ ตาราง และภาพประกอบให้แทรกในเนื้อเรื่อง โดยจัดเป็น 1 คอลัมน์
7. ส่วนประกอบหลักในหัวข้อประเด็นต่างๆ ประกอบด้วย

บทความวิจัย	บทความวิชาการ
- ชื่อเรื่องภาษาไทย และภาษาอังกฤษ - ข้อมูลผู้เขียน (ชื่อ-นามสกุล/สังกัด/E-mail) - บทคัดย่อ/ABSTRACT - คำสำคัญ/KEYWORDS - บทนำ - วัตถุประสงค์ - สมมติฐาน (ถ้ามี) - ประโยชน์ที่ได้รับ - วิธีดำเนินการวิจัย (ประชากรตัวอย่าง/เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล) - สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล - ข้อเสนอแนะ - กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) - เอกสารอ้างอิง	- ชื่อเรื่องภาษาไทย และภาษาอังกฤษ - ข้อมูลผู้เขียน (ชื่อ-นามสกุล/สังกัด/E-mail) - บทคัดย่อ/ABSTRACT - คำสำคัญ/KEYWORDS - บทนำ - บทสรุป - ข้อเสนอแนะ - เอกสารอ้างอิง

8. การอ้างอิงในเนื้อหาให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบนามปี (author-date in-text citation) โดยจะจัดวางไว้ข้างหน้าหรือข้างหลังข้อความที่ต้องการอ้าง เพื่อบอกแหล่งที่มาของข้อความนั้น
9. ให้รวบรวมรายการเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนได้ใช้อ้างอิงในเนื้อหา รวมถึงข้อมูลในตาราง และภาพประกอบ จัดเรียงรายการตามลำดับอักษร กรณีภาษาไทย เรียงตามอักษรชื่อผู้แต่ง กรณีภาษาอังกฤษ เรียงตามอักษรนามสกุลผู้แต่ง โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association)

รูปแบบ (Template) การเขียนบทความ

ชื่อเรื่องภาษาไทย ขนาด 20 point ตัวหนา ชิดซ้าย

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ขนาด 20 point ตัวหนา ชิดซ้าย

ชื่อ-นามสกุล¹ , ชื่อ-นามสกุล² (ขนาด 16 point ตัวหนา)

สถานที่ทำงาน¹ , สถานที่ทำงาน² (ของผู้เขียน ขนาด 15 point ธรรมดา)

Firstname Lastname¹, Firstname Lastname² (ขนาด 16 point ตัวหนา)

Affiliations¹, Affiliations² (ของผู้เขียน ขนาด 15 point ธรรมดา)

E-mail:¹ (ผู้เขียนคนที่ 1 ขนาด 15 point ธรรมดา)

E-mail:² (ผู้เขียนคนที่ 2 ขนาด 15 point ธรรมดา)

Received: April 12, 2024; Revised: May 14, 2024; Accepted: May 24, 2024

บทคัดย่อ ขนาด 16 point ตัวหนา ชิดซ้าย

บทความวิจัยและบทความวิชาการมีรูปแบบเดียวกัน และจะต้องเขียนตามข้อกำหนดการเตรียมบทความข้างล่างนี้ เพื่อความชัดเจนของบทความ ส่วนแรกของบทความคือบทคัดย่อ ความยาวหนึ่งย่อหน้า ความยาวของบทคัดย่อควรอยู่ระหว่าง 200 ถึง 300 คำ และไม่ควรมีการอ้างถึงเอกสารอ้างอิง ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

คำสำคัญ: โปรดระบุคำสำคัญ ไม่เกิน 5 คำ ไม่ต้องมีเครื่องหมายคั่นระหว่างคำ ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

ABSTRACT ขนาด 16 ตัวหนา ชิดซ้าย

The first section of the manuscript is to be a short single paragraph abstract outlining the aims, scope, methods, results and conclusion of the paper. Authors should aim for an abstract length of between 200 and 300 words. Abstract should not refer to the references.

KEYWORDS: โปรดระบุ KEYWORDS ไม่เกิน 5 คำ เป็นภาษาอังกฤษ ตัวธรรมดา อักษรแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค “,” ขนาด 16 point ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

หมายเหตุ ดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้ที่หน้าเว็บไซต์

1. รายละเอียดทั่วไป

กำหนดให้บทความมีความยาวไม่เกิน 15 หน้า ของกระดาษ A4 (รวมบทคัดย่อภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และเอกสารอ้างอิง) โดยให้ตั้งค่าน้ำหนักกระดาษ ขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1 นิ้ว และขอบขวา 1 นิ้ว

2. การเขียนตาราง

ให้วางตารางใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา โดยลำดับเลขของตาราง (ตัวหนา) และชื่อตาราง (ตัวธรรมดา) เหนือตารางและชิดซ้าย เช่น “ตารางที่ 1 ...” และระบุแหล่ง “ที่มา: ...” ไว้ใต้ตาราง พร้อมคำอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาใต้ตาราง เช่น “ดังตารางที่ 1”

ตารางที่ 1 ขนาดและลักษณะของตัวอักษรที่ใช้ในการพิมพ์บทความ

รายการ	ขนาดตัวอักษร (point)	ลักษณะตัวอักษร
ชื่อบทความ	20	ตัวหนา ชิดซ้าย
ชื่อผู้เขียน	16	ตัวหนา ชิดซ้าย
สถานที่ติดต่อผู้เขียน/Email	15	ธรรมดา ชิดซ้าย
หัวข้อเรื่อง	16	ตัวหนา ชิดซ้าย
เนื้อเรื่อง/เนื้อความทั่วไป	16	ตัวธรรมดา ชิดซ้าย

ที่มา: ...ระบุที่มาของตาราง....

3. ภาพประกอบ

ให้วางภาพประกอบใกล้ตำแหน่งที่อ้างถึงในเนื้อหา โดยลำดับเลขของภาพ (ตัวหนา) และพิมพ์ชื่อภาพ (ตัวธรรมดา) “ภาพที่ 1” และระบุแหล่ง “ที่มา: ...” ไว้ใต้ภาพ พร้อมคำอธิบายเพิ่มเติมในเนื้อหาใต้ภาพ เช่น “ดังภาพที่ 1”



ภาพที่ 1 โลโก้สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (สสอท.)

ที่มา: สสอท. (2561)

4. การอ้างอิงในเนื้อหา

การอ้างอิงในเนื้อหาให้ใช้วิธีการอ้างอิงในเนื้อหาแบบนามปี (author-date in-text citation) โดยจะจัดวางไว้ข้างหน้าหรือข้างหลังข้อความที่ต้องการอ้าง เพื่อบอกแหล่งที่มาของข้อความนั้น

4.1 ผู้เขียนมีคนเดียวหรือ 2 คน

กรณีภาษาไทย ใช้ชื่อ-นามสกุลผู้แต่งทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น ฤทธิรงค์ จุฑาพฤตกร และ อันธิกา สวัสดิ์ศรี (2556) หรือ (ฤทธิรงค์ จุฑาพฤตกร และ อันธิกา สวัสดิ์ศรี, 2556)

กรณีภาษาอังกฤษ ใช้นามสกุลทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Holder and Matter (2008) หรือ (Holder & Matter, 2008)

4.2 ผู้เขียนมี 3 ถึง 5 คน

กรณีภาษาไทย - ครั้งแรก ใช้ชื่อ-นามสกุลผู้แต่งทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น ชินวัฒน์ ศาสนนันท์, สัญญา สัญญาวิวัฒน์, และ โกมล ไพศาล (2556) หรือ (ชินวัฒน์ ศาสนนันท์, สัญญา สัญญาวิวัฒน์, และ โกมล ไพศาล, 2556)

- ครั้งต่อไป ใช้ชื่อ-นามสกุลผู้แต่งคนแรกตามด้วย “และคณะ” ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น ชินวัฒน์ ศาสนนันท์ และคณะ (2556) หรือ (ชินวัฒน์ ศาสนนันท์ และคณะ, 2556)

กรณีภาษาอังกฤษ - ครั้งแรก ใช้นามสกุลทุกคน ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Martin-Consuegra, Molina, and Esteban (2007) หรือ (Martin-Consuegra, Molina, & Esteban, 2007)

- ครั้งต่อไป ใช้นามสกุลคนแรกตามด้วย “et al.” ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Martin-Consuegra et al. (2007) หรือ (Martin-Consuegra et al., 2007)

4.3 ผู้เขียนมีตั้งแต่ 6 คนขึ้นไป

กรณีภาษาไทย ใช้ชื่อ-นามสกุลคนแรก ตามด้วยปีที่พิมพ์ พ.ศ. เช่น มารยาท โยทองยศ และคณะ (2560)

กรณีภาษาอังกฤษ ใช้นามสกุลคนแรกตามด้วย “et al.” ตามด้วยปีที่พิมพ์ ค.ศ. เช่น Harris et al. (2001) หรือ (Harris et al., 2001)

4.4 การอ้างอิงจาก 2 แหล่ง

กรณีภาษาไทย เรียงรายการเอกสารตามตัวอักษรและค้นเอกสารออกด้วยเครื่องหมาย (;) เช่น (ชินวัฒน์ ศาสนนันท์, สัญญา สัญญาวิวัฒน์, และ โกมล ไพศาล, 2556; มารยาท โยทองยศ และคณะ 2560) หรือ (Harris et al., 2001; Martin-Consuegra, Molina, & Esteban, 2007)

5. เอกสารอ้างอิง

ให้รวบรวมรายการเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนได้ใช้อ้างอิงในเนื้อหา รวมถึงข้อมูลในตาราง และภาพประกอบ จัดเรียงรายการตามลำดับอักษร กรณีภาษาไทย เรียงตามอักษรชื่อผู้แต่ง กรณีภาษาอังกฤษ เรียงตามอักษรนามสกุลผู้แต่ง โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association) ตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิงมีดังนี้

5.1 หนังสือ

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง (ฉบับพิมพ์). สถานที่พิมพ์: ผู้จัดพิมพ์.

ตัวอย่าง: ประมว สตะเวทิน. (2546). *หลักนิเทศศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

5.2 บทในหนังสือ

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ใน ชื่อบรรณาธิการ (บรรณาธิการ), ชื่อเรื่อง (ฉบับพิมพ์, หน้าที่ปรากฏในบทความ). สถานที่พิมพ์: ผู้จัดพิมพ์.

ตัวอย่าง: เสรี ลีลาภัย. (2542). เศรษฐกิจชาตินิยมในประเทศกำลังพัฒนาและสถานการณ์ในประเทศไทย. ใน ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ (บรรณาธิการ), 1999 *จุดเปลี่ยนแห่งยุคสมัย* (น. 90-141). กรุงเทพฯ: ศูนย์ศึกษาศาสตร์การเมือง คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

5.3 บทความในวารสาร

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าที่ปรากฏในบทความ.

ตัวอย่าง: ฤทธิรงค์ จุฑาพถุมิตร, และ อันธิกา สวัสดิ์ศรี. (2556). การจัดการน้ำท่วมด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนรายได้น้อย. *วารสารนักบริหาร*, 33(4), 72-85.

5.4 วิทยานิพนธ์

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์ (ระดับวิทยานิพนธ์หรือปริญญาโท, ชื่อมหาวิทยาลัย).

ตัวอย่าง: เบญจรัช เวชวิรัช. (2541). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าการให้สินเชื่อเพื่อการส่งออก และนำเข้าของสถาบันการเงินไทย (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).*

5.5 แหล่งสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ต

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สืบค้นเมื่อวันที่ เดือน ปี, จากแหล่งที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต

ตัวอย่าง: Holder, B. J., & Matter, G. (2008). The innovative organization. Retrieved December 11, 2016, from <http://www.geocities.com/CollegePark/Library/1048/innova.html>

5.6 เอกสารการประชุมวิชาการ

รูปแบบ: ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ใน การประชุมวิชาการเรื่อง..... (หน้าที่ปรากฏ). สถานที่พิมพ์: ผู้จัดพิมพ์.

ตัวอย่าง: จีระเดช มโนสร้อย, สุดา เสาวคนธ์, และ อภิญญา มโนสร้อย. (2543). หน้าหวาน ใน การสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพเกษตรกรรมครั้งที่ 2 เรื่องการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อการแพทย์แผนไทย (น. 42-50). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยและพัฒนาวัตถุดิบยาเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.