การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นไม้โดยวิธีทดสอบด้วยลูมินอล

โดย
นางสาวสุริยาพร บุญธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นไม้โดยวิธีทดสอบด้วยลูมินอล

โดย
นางสาวสุริยาพร บุญธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

EXAMINATION OF PERSISTENCE OF BLOODSTAINS ON WOOD SURFACES BY LUMINOL TEST

By

MISS Suriyaporn BOONTUM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Silpakorn University

Academic Year 2023

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นไม้โดยวิธีทดสอบด้วยลูมินอล
โดย	นางสาวสุริยาพร บุญธรรม
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย)

640720058 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : คราบเลือด, ผิวไม้, การทดสอบลูมินอล, ไม้ยางพารา, ไม้สน, ไม้สัก

นางสาว สุริยาพร บุญธรรม: การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นไม้โดยวิธีทดสอบด้วยลูมินอล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

คราบเลือดเป็นหลักฐานสำคัญทางกายภาพที่มักพบในสถานที่เกิดเหตุ วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิวไม้ด้วยวิธีลูมินอล ผิวไม้ที่เลือกในการวิจัยนี้คือ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก ในการทดลองนี้ใช้ตัวอย่างเลือด 50 ไมโครลิตร หยดลงบนผิวไม้เหล่านั้นโดยตัวอย่างคราบเลือดถูกเก็บไว้ในสภาวะที่แตกต่างกัน ได้แก่ ในอาคารในที่มืด กลางแจ้ง และในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ถึง 4 สัปดาห์ และนำไปทดสอบด้วยวิธีลูมินอลหลังแต่ละสัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่า คราบเลือดบนผิวไม้ทุกชนิดสามารถตรวจพบได้อย่างชัดเจนแม้ในตัวอย่างที่มีอายุ 4 สัปดาห์ก็ตาม ผลการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของการทดสอบด้วยวิธีลูมินอลในการตรวจหาคราบเลือดบนผิวไม้ชนิดต่างๆ และอาจใช้ในการตรวจหาคราบเลือดบนผิวไม้ในตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

640720058 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Luminol test, Wood surfaces, Rubber wood, Pine wood, Teak wood, Bloodstains

MISS Suriyaporn BOONTUM : Examination of persistence of bloodstains on wood surfaces by luminol test Thesis advisor : Sirirat Choosakoonkriang, Ph.D.

Bloodstains are important physical evidence normally found in crime scene. The objective of this research was to examine the persistence of bloodstains on wood surfaces by luminol test. The substrates chosen in this study were samples of rubber wood, pine wood and teak wood. In this experiment, 50 µL of blood samples were applied onto those surfaces. Furthermore, samples of bloodstains were kept at three different conditions namely indoors in the darkness, under the sun and indoors controlled temperature of 25°C for 1 week to 4 weeks and were taken for luminol testing after each week. It was found that the bloodstains on all samples studied could be readily clearly detected even on the samples aged 4 weeks. The findings of this study have demonstrated 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.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านหลากหลายหน่วยงานที่ให้การช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้ทั้งด้านคำแนะนำ ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน พร้อมทั้งการตรวจทานแก้ไขในวิทยานิพจน์ฉบับนี้นับตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนกระทั่งสำเร็จด้วยดี เพื่อให้มีความถูกต้อง เรียบร้อย และสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ทีนี้

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการอาจารย์ ดร.อรทัย เขียวพุ่ม กรรมการ อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และ รองศาสตราจารย์ ดร.ยุภาพร สมีน้อย ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิด และความช่วยเหลือตรวจทานวิทยานิพจน์ฉบับนี้ ให้มีความถูกต้อง เรียบร้อย และสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ทีนี้

ขอขอบพระคุณบุคคลากรห้องปฏิบัติการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยศิลปากร ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือตลอดจนช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี เพื่อสำหรับดำเนินการวิจัย ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ทีนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงบุคคลในครอบครัวของผู้วิจัย และเพื่อนๆน้องๆ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน หากวิทยานิพจน์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องด้วยประการใด

ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

สุริยาพร บุญธรรม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญาตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

สมมติฐานของการศึกษา 3

ขอบเขตของการศึกษา 3

ข้อจำกัดการศึกษา 3

ประโยชน์ที่ได้รับ 4

นิยามศัพท์ 4

บทที่ 2 5

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ความสำคัญของนิติวิทยาศาสตร์ 5

ความรู้เกี่ยวกับเลือด 7

การตรวจคราบเลือดในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์วิธี luminol 12

ความรู้เกี่ยวกับไม้ 14

ไม้ยางพารา 18
ไม้สัก 20
ไม้สน 22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24
บทที่ 3 26
วิธีดำเนินการวิจัย 26
สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 26
การเตรียมสารละลาย Luminol 26
ตัวอย่างไม้ที่ใช้ในการวิจัย 27
การทำการวิจัย 28
บทที่ 4 29
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 29
บทที่ 5 35
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ 35
สรุปและอภิปรายผล 35
ข้อแนะนำในการทำวิจัย 37
ภาคผนวก 38
รายการอ้างอิง 52
ประวัติผู้เขียน 54

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปสมบัติและการใช้งานของไม้แต่ละประเภท 17

ตารางที่ 2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยและแหล่งที่มา 26

ตารางที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและแหล่งที่มา 26

ตารางที่ 4 ผลการเรืองแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน..... 29

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน..... 30

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ยางพาราในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด 39

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ยางพาราในสภาวะกลางแจ้ง 40

ตารางที่ 8 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ยางพาราในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C..... 41

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สนในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด. 42

ตารางที่ 10 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สนในสภาวะกลางแจ้ง..... 43

ตารางที่ 11 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สนในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C..... 44

ตารางที่ 12 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สักในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด 45

ตารางที่ 13 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สักในสภาวะกลางแจ้ง..... 46

ตารางที่ 14 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สักในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C..... 47

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 เม็ดเลือดแดง (Red blood cell) 7

รูปที่ 2 เม็ดเลือดขาว (White blood cell) 8

รูปที่ 3 นิวโทรฟิล (Neutrophil) 9

รูปที่ 4 ลิมไฟไซต์ (Lymphocyte) 9

รูปที่ 5 โมโนไซท์ (Monocyte) 10

รูปที่ 6 อิโอซิโนฟิล (eosinophil) 10

รูปที่ 7 เบโซฟิล (Basophil) 11

รูปที่ 8 เกล็ดเลือด (Platelet) 12

รูปที่ 9 โครงสร้างทางเคมีของ Luminol 13

รูปที่ 10 ปฏิกิริยาของ Luminol 13

รูปที่ 11 ประเภทของไม้ (wood) 14

รูปที่ 12 ผลิตภัณฑ์จากไม้เนื้อแข็ง 14

รูปที่ 13 ผลิตภัณฑ์จากไม้เนื้ออ่อน 15

รูปที่ 14 ผลิตภัณฑ์จากไม้อัด 15

รูปที่ 15 ผลิตภัณฑ์จากไม้อัด OSB 16

รูปที่ 16 ผลิตภัณฑ์จากไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด 16

รูปที่ 17 ยางพารา 18

รูปที่ 18 ไม้ยางพารา 27

รูปที่ 19 ไม้สน 27

รูปที่ 20 ไม้สัก 27

รูปที่ 21 ความเข้มของแสงของสารลูมินอลของคราบเลือดที่หยดบนพื้นผิวไม้ชนิดต่างๆ เมื่อเก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน 31

รูปที่ 22 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด 32

รูปที่ 23 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะกลางแจ้ง 33

รูปที่ 24 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C 34

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานที่เกิดเหตุมักพบวัตถุพยานที่มีความสำคัญที่ใช้เป็นหลักฐานในการสืบสวนสอบสวนเพื่อพิสูจน์ความผิดของผู้กระทำผิดเป็นแนวทางในการช่วยหาตัวผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น หากในสถานที่เกิดเหตุไม่พบลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุพยาน คราบเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุนั้นก็สามารถนำมาใช้ในการตรวจได้แม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย เนื่องจากเลือดนั้นมีดีเอ็นเอ (DNA) หรือรหัสทางพันธุกรรมที่ลักษณะเฉพาะเจาะจงในแต่ละบุคคล[1-2] เลือดยังมีฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) เป็นสารที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในเม็ดเลือดแดง (Red blood cell) ที่ทำหน้าที่นำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายจึงสามารถใช้เป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่ความยุติธรรมในการดำเนินคดีได้ [3]

ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์การตรวจสอบรอยเลือดแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปรากฏในสถานที่เกิดเหตุในระหว่างการสืบสวนสอบสวน จากข้อมูลของเลือดที่พบในที่เกิดเหตุ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับพยานหลักฐานต่างๆ ในที่เกิดเหตุรวมทั้งคำให้การของพยาน ผู้เสียหาย หรือผู้ต้องสงสัย วัตถุพยานที่เป็นเลือดสามารถเชื่อมโยงผู้เคราะห์ร้ายกับสถานที่เกิดเหตุ เชื่อมโยงกับผู้ต้องสงสัยกับสถานที่เกิดเหตุ เชื่อมโยงผู้เคราะห์ร้ายกับผู้ต้องสงสัย สามารถแยกแยะผู้บริสุทธิ์ออกจากผู้กระทำผิด ช่วยในการคัดกรองผู้ต้องสงสัยซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งถ้าหากมีผู้ต้องสงสัยเป็นจำนวนมาก การเกิดอาชญากรรมคดีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นฆาตกรรม ชิงทรัพย์ ข่มขืน ทำร้ายร่างกาย มักจะพบหลักฐานบางอย่างของคนร้ายหลงเหลืออยู่ในสถานที่เกิดเหตุทั้งหลักฐานทางกายภาพและชีวภาพ เลือดเป็นพยานวัตถุชนิดหนึ่งทางชีวภาพที่มีความสำคัญมากและมักพบได้ในที่เกิดเหตุโดยเฉพาะอาชญากรรมที่มีความรุนแรง คดีที่มีการใช้อาวุธต่างๆ ที่มีการทำร้ายร่างกายจนเกิดบาดแผลจนทำให้มีเลือดไหลออกมาเปรอะเปื้อนอยู่ในที่ต่างๆ โดยเลือดที่ไหลออกมาจะมีลักษณะเกาะแน่นเป็นหยดหรือคราบอยู่เรียกว่า หยดเลือดหรือคราบเลือด ซึ่งหยดเลือดหรือคราบเลือดถือได้ว่าเป็นวัตถุพยานที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง จะช่วยให้ทราบถึงวิธีการกระทำความผิดของคนร้าย ทราบถึงเส้นทางการหลบหลีกของคนร้าย ช่วยในการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคล และช่วยในการประมาณระยะเวลาการเกิดเหตุ ซึ่งสามารถเป็นหลักฐานประกอบในการสืบสวนสอบสวนคดีได้

คดีฆาตกรรมที่เกิดขึ้นมีหลายคดีและยิ่งทวีความรุนแรงสร้างความสะเทือนขวัญมากยิ่งขึ้น แต่ละคดีเกิดในสถานที่เกิดเหตุแตกต่างกันออกไปทั้งเกิดในตัวอาคารและสถานที่กลางแจ้ง เมื่อผู้ก่อเหตุกระทำความผิดมักจะนำหลักฐานไปทิ้งเพื่ออำพลางคดีโดยส่วนใหญ่จะนำหลักฐานไปทิ้งในพื้นที่ป่าไม้ซึ่งเป็นสถานที่ที่ห่างไกลจากผู้พบเห็น ถ้าหากกล่าวถึงป่าไม้เป็นส่วนใหญ่ ป่ายางพาราและป่าสนเป็นสถานที่ที่เกิดเหตุฆาตกรรมเป็นจำนวนมาก และไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สักยังนิยมนำไม้มาใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ เพิ่มมากขึ้น หากเกิดการฆาตกรรมหรือมีการใช้ความรุนแรงที่มีการทิ้งร่องรอยของวัตถุพยานอย่างเช่นคราบเลือดติดอยู่บนผิวไม้ก็สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลหลักฐานในการสืบสวนสอบสวนคดีได้

การตรวจคราบเลือดในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายวิธีที่น่าเชื่อถือและนิยมในปัจจุบัน ได้แก่ Phenolphthalein, Luminol และ Fluorescein[4] โดย Specht เริ่มนำ Luminol มาใช้ตรวจหาคราบเลือดบนวัตถุพยาน[5] การตรวจคราบเลือดด้วยวิธี Luminol เป็นวิธีที่ค่อนข้างมีความจำเพาะเจาะจงและสามารถตรวจคราบเลือดที่เจือจางมากได้[6] หลังจากนั้น Grodsky ได้พัฒนา Luminol โดยใช้ Sodium carbonate และ Sodium percarbonate ผสมกับน้ำกลั่นและเป็นสูตรที่นิยมใช้ในการตรวนคราบเลือดในคดีอาชญากรรม แต่สารดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาการ Oxidation ของเม็ดเลือดแดงช้า จึงทำให้เกิดสารเรืองแสงไม่มากและระยะสั้น เป็นวิธีที่ไม่เสถียรและเป็นพิษสูง[7] จนต่อมา Weber ได้แก้โดยใช้ Sodium hydroxide เป็นส่วนประกอบใหม่ใน Luminol แต่สารละลายดังกล่าวต้องเก็บในที่เย็น และต้องเก็บให้พ้นแสง และสารเรืองแสงที่ได้จากการตรวจคราบเลือดต้องถ่ายภาพมีข้อจำกัด คือ ต้องถ่ายภาพในที่มืด และต้องใช้กล้องสำหรับถ่ายภาพตอนกลางคืน[8] Joanne, Jonathan และ Terence ได้ศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจคราบเลือดที่ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ 5 วิธี ได้แก่ วิธี Luminol ที่เป็นสาร Chemiluminescent และวิธี Phenolphthaein (Kastlle-Meyer), Leucomalachite green, Hemastix และ Forensic light source ที่ไม่ใช่สาร Chemiluminescent จากการศึกษาพบว่า การตรวจคราบเลือดโดยวิธี Luminol เป็นเทคนิคที่มีความไวต่อการตรวจคราบเลือดมากที่สุด และมีความปลอดภัย[9] และสามารถนำคราบเลือดที่ผ่านการตรวจคราบเลือดด้วยวิธี Luminol ตรวจหาดีเอ็นเอ (DNA) หรือสารพันธุกรรมต่อไปได้[10] การตรวจคราบเลือดด้วยวิธี Luminol เมื่อทำปฏิกิริยากับเลือดสามารถมองเห็นการเปล่งแสงสีฟ้าในที่มืดสนิทด้วยตาเปล่าได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ 3 ชนิด คือ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก ด้วยวิธี Luminol เนื่องจากเป็นวิธีที่แสดงผลในการตรวจคราบเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบมีความสะดวก รวดเร็ว และไม่เป็นอันตราย และสามารถนำไปนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิวไม้โดยใช้ชนิดของไม้ที่แตกต่างกัน
2. เพื่อตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิวไม้ในสภาวะที่แตกต่างกัน
3. เพื่อตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิวไม้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

สมมติฐานของการศึกษา

การตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดด้วยวิธี Luminol สามารถตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ได้ แม้ตัวอย่างเลือดถูกทิ้งไว้ในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันและคราบเลือดที่หยดทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานได้

ขอบเขตของการศึกษา

1. ไม้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมด 3 ชนิด คือ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก
2. สภาวะแวดล้อมในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมด 3 สภาวะ คือ ในอาคารในที่มืด กลางแจ้ง และในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C
3. การตรวจคราบเลือดด้วยวิธี Luminol ภายหลังการหยดเลือดทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ คือ 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์

ข้อจำกัดการศึกษา

1. การตรวจคราบเลือดโดยทดสอบด้วยวิธีลูมินอลต้องถ่ายภาพและมองเห็นภายใต้ความมืดสนิท
2. สารละลายลูมินอลจะมีประสิทธิภาพดีหลังจากเตรียมสารสำหรับการใช้งาน 1-3 ชั่วโมง[30]

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ที่เป็นวัตถุพยานในคดีอาชญากรรมได้

2. สามารถตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้จากเลือดที่ถูกทิ้งไว้ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้

3. สามารถตรวจคราบเลือดบนพื้นผิวไม้จากเลือดที่ถูกทิ้งไว้ในระยะเวลาต่างๆ ได้

นิยามศัพท์

1. คราบเลือด (Bloodstain) หมายถึง รอยเปื้อนของเลือดที่ติดกรังอยู่ตามไม้ ผ้า วัตถุ โต๊ะ พื้นทางเดิน หรือตามวัสดุสถานที่ต่างๆ ในลักษณะแตกต่างกันออกไปไม่กำจัดลักษณะจำเพาะของรูปร่าง

2. ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) หมายถึง ค่าระดับโปรตีนหรือสารสีแดงในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ทำหน้าที่จับกับออกซิเจน เพื่อนำออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ในร่างกายและนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย

3. ไม้ยางพารา (Rubber wood) หมายถึง ไม้เนื้ออ่อนที่มีความทนทานพอๆกับไม้เนื้อแข็งบางชนิด เนื้อไม้ค่อนข้างหยาบสามารถไถกบเพื่อตกแต่งได้ง่าย ตอกตะปูง่าย เหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างที่ไม่รับน้ำหนัก ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่นิยมปลูกกันมากเนื่องจากเป็นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นไม้ที่สามารถใช้งานได้ทุกส่วน โดยเฉพาะกับการนำไปใช้งานอุตสาหกรรม นิยมใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบแปรรูป

4. ไม้สน (Pine wood) หมายถึง ไม้เนื้ออ่อนประเภทหนึ่งเช่นเดียวกันกับไม้ยางพารา นิยมปลูกในไทยเหมือนไม้ยางพารา สามารถนำไปแปรรูปได้หลากหลาย นิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์อย่างมาก เนื่องจากมีความทนทานแข็งแรงแต่กลับสามารถตัดแต่งได้ง่ายทั้งยังให้สีและลวดลายที่สวยงาม

5. ไม้สัก (Teak wood) หมายถึง ไม้เนื้ออ่อนถึงแข็งปานกลาง มีลวดลายสวยงาม และคุณภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับไม้หลายๆประเภท เนื้อไม้ละเอียดมีสีน้ำตาลทอง มีความนิ่มง่ายต่อการแปรรูป ไม้มีกำลังและมีความแข็งแรง

6. ลูมินอล (Luminol) หมายถึง สารเคมีที่สามารถตรวจพบร่องรอยของเลือดได้ เพื่อหาร่องรอยของเลือดถึงแม้ว่าจะถูกลบหรือชะล้างรอยเลือดแล้วก็ตาม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของนิติวิทยาศาสตร์

นิติวิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ทุกสาขา เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คอมพิวเตอร์ และกีฏวิทยา มาประยุกต์ใช้ในการเก็บและพิสูจน์หลักฐานตรวจร่างกายและวัตถุพยาน เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษในคดีอาญาตามกระบวนการยุติธรรมได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ในปัจจุบันนี้ได้เกิดปัญหาทางด้านอาชญากรรมขึ้นมากมายซึ่งการที่จะเอาตัวผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรมนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะจะต้องมีการรวบรวมพยานหลักฐานมายืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิดได้อย่างชัดเจน ดังนั้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว อาทิเช่น ประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และสหรัฐอเมริกา จึงมีการนำเอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ มาพัฒนาใช้ในการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่างๆ ให้ได้ผลที่ถูกต้องแท้จริงตามหลักวิทยาศาสตร์ซึ่งได้ผลอย่างดียิ่งในการสืบสวนติดตามหาคนร้ายต่าง ๆ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น เมื่อเกิดคดีฆาตกรรมเกิดขึ้นสามารถจับกุมคนร้ายได้ถึง 90% โดยการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ค้นคว้าวิจัยและผลิตขึ้นอย่างทันสมัยผสานกับหลักนิติวิทยาศาสตร์นี้ให้บรรลุผลได้เป็นอย่างมาก จากประโยชน์ดังกล่าวข้างต้นจึงมีการนำเอานิติวิทยาศาสตร์มาใช้ในขอบเขตโดยทั่วไป ดังนี้

1. การตรวจสถานที่เกิดเหตุ และการถ่ายรูป (Crime scene investigation and forensic)

2. การตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า (Fingerprint, Palmprint, Footprint)

3. การตรวจเอกสาร (Document) เช่น ตรวจลายเซ็น ลายมือเขียน

4. การตรวจอาวุธปืน และกระสุนปืนของกลาง (Forensic Ballistics)

5. การตรวจทางเคมี (Forensic Chemistry) เช่น ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารต่างๆ

6. การตรวจทางฟิสิกส์ (Forensic Physics) เช่น ตรวจร่องรอยการเฉี่ยวชนรถ

7. การตรวจทางชีววิทยา (Biological Trace Evidence) เช่น ตรวจเส้นผม เลือด อสุจิ

8. การตรวจทางนิติเวช (Forensic Medicine) ได้แก่ งานนิติพยาธิ งานนิติวิทยา งานชีวเคมี งานพิสูจน์บุคคล งานภาพการแพทย์[11]

ทั้งนี้โดยทั่วไปการพิจารณาประเภทของพยานวัตถุและจุดประสงค์ในการตรวจพิสูจน์สามารถแยกวิธีการออกได้ ดังนี้

1. การตรวจโดยวิธีทางเคมี และชีววิทยา (Chemical and Biological Analysis)

2. การตรวจโดยการใช้วิธีทางกายภาพ (Physical Experiments)

3. การตรวจโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (Instrumental Analysis)

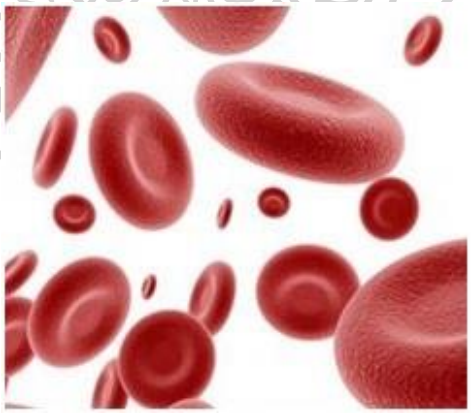
พยานหลักฐานเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการค้นหาตัวผู้กระทำความผิดไม่ว่าจะเป็นบุคคลพยาน เอกสาร หรือ วัตถุพยานก็ตามในอดีตที่มักจะให้ความสำคัญกับประจักษ์พยานซึ่งเป็นพยานบุคคลมากกว่าพยานหลักฐานประเภทอื่น แต่เนื่องจากการก่ออาชญากรรมในบางครั้งเกิดในที่ที่ไม่มีบุคคลพบเห็น เช่น เกิดขึ้นยามวิกาล ประกอบกับเมื่อเวลาล่วงเลยไปพยานบุคคลอาจมีความจำผิดพลาดคลาดเคลื่อนไปจากเดิมได้ทำให้การพิสูจน์ความผิดของผู้ต้องหาหรือจำเลยทำได้ยากและไม่สามารถลงโทษผู้ก่ออาชญากรรมนั้นได้ด้วยเหตุนี้ จึงเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับวัตถุพยานที่มีการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพิสูจน์หลักฐานให้ถูกต้องแท้จริงตามหลักวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นพยานหลักฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ตามหลักการทาง วิทยาศาสตร์มีความถูกต้องแม่นยำค่อนข้างมากจึงมีความน่าเชื่อถือ ส่วนใหญ่แล้วในสถานที่เกิดเหตุเป็นแหล่งที่มักพบวัตถุพยานต่างๆ เช่น ลายนิ้วมือแฝง รอยเท้าแฝง เส้นผม เส้นขน และวัตถุพยานอีกชนิดหนึ่งที่พบได้บ่อยในคดีอาชญากรรม คือ คราบเลือด ซึ่งสามารถนำมา ตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันการกระทำความผิดของบุคคลนั้นได้แม้จะใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม ถือได้ว่านิติวิทยาศาสตร์เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิชาการทางด้านต่างๆ ผนวกเข้ากับการบังคับใช้ทางกฎหมายเพื่อเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการยุติธรรมให้สามารถอำนวยความยุติธรรมให้กับผู้เสียหายและผู้ต้องหาได้เป็นอย่างดีซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศไทยจะต้องส่งเสริมให้มีการพัฒนาทางด้านการตรวจวิเคราะห์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นรวมถึงการนำเอานิติวิทยาศาสตร์นี้มาส่งเสริมกระบวนการยุติธรรมของประเทศไทยให้ทัดเทียมกับอารยประเทศซึ่งจะส่งผลอย่างดียิ่งต่อประชาชนคนไทยในท้ายที่สุด[12]

ความรู้เกี่ยวกับเลือด

เลือด (Blood) เป็นของเหลวประกอบด้วยเม็ดเลือดล่องลอยอยู่ในน้ำเหลืองหรือพลาสมา เลือดมีสีแดงเพราะมีปริมาณเม็ดเลือดแดงเป็นองค์ประกอบจำนวนมาก เลือดไหลเวียนอยู่ทั่วร่างกาย ทำหน้าที่ตัวกลางติดต่อระหว่างเซลล์ของร่างกายขนส่งออกซิเจนและอาหารไปยังส่วนต่างๆของร่างกายและนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปขับออกทางปอดและนำของเสียต่างๆเพื่อขับออกทางไต นอกจากนี้เลือดยังเป็นระบบป้องกันด้วยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายอีกด้วย มนุษย์จะมีเลือดปริมาณ 7-8% ของน้ำหนักร่างกาย หรือ 5-6 ลิตร มีส่วนประกอบเป็นเซลล์เม็ดเลือด (Blood cell) ประมาณ 45% และพลาสมา (Plasma) ประมาณ 55% การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count, CBC) เป็นการตรวจปริมาณและลักษณะของเม็ดเลือดทั้งสามชนิด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด

1. เม็ดเลือดแดง (Red blood cell)

เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างคลายโดนัท เนื่องจากตรงกลางมีรอยบุ๋มแต่ไม่ทะลุตรงกลางมีขนาดประมาณ 7 ไมครอน ถูกสร้างที่ไขกระดูกซึ่งเป็นแกนกลางของกระดูกต่างๆ ทั่วร่างกาย ภายในเม็ดเลือดแดงสารชื่อฮีโมโกลบิน ทำหน้าที่ในการนำออกซิเจนจากปอดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย และนำคาร์บอนไดออกไซด์จากส่วนต่างๆ ของร่างกายไปขับออกที่ปอดทำให้ในหลอดเลือดแดงที่เม็ดเลือดแดงมีระดับออกซิเจนปริมาณสูง เลือดจึงมีสีแดงสด ส่วนในหลอดเลือดดำที่เม็ดเลือดแดงมีปริมาณออกซิเจนลดลง และมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าเลือดจึงมีสีแดงคล้ำ



รูปที่ 1 เม็ดเลือดแดง (Red blood cell)

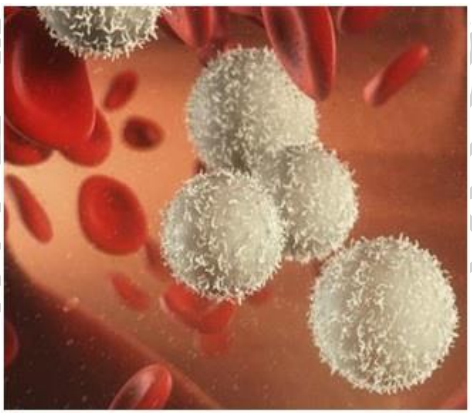
ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

2. เม็ดเลือดขาว (White blood cell)

เม็ดเลือดขาวมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดขาวปกติประมาณ 4,000 – 10,000 เซลล์ต่อ 1 ไมโครลิตร จำนวนเม็ดเลือดขาวมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงสัมพันธ์กับภาวะการอักเสบติดเชื้อของร่างกาย ถูกสร้างจากไขกระดูกมีหน้าที่ทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายโดยจะใช้วิธีจับกินเชื้อโรคโดยตรง หรือผลิตภูมิต้านทานซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม

ปริมาณเม็ดเลือดขาวต่ำลงโดยเฉพาะเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล ทำให้มีโอกาสติดเชื้อได้ง่ายสาเหตุที่ทำให้เม็ดเลือดขาวต่ำที่พบบ่อย ได้แก่ ยา สารเคมี รังสี ไวรัส และโรคของไขกระดูก เช่น ไขกระดูกทำงานผิดปกติ หรือไขกระดูกติดเชื้อหรือถูกแทรกซึมจากมะเร็ง เป็นต้น

ปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงขึ้นพบได้บ่อยซึ่งเป็นภาวะที่ร่างกายตอบสนองต่อภาวะอักเสบหรือติดเชื้อในร่างกายปริมาณที่เพิ่มขึ้นมักไม่สูงมากโดยทั่วไปมักไม่เกิน 30,000 เซลล์ต่อไมโครลิตร นอกจากนี้ปริมาณที่เพิ่มขึ้นอาจพบได้ในโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวซึ่งพบได้ทั้งเมื่อเม็ดเลือดขาวมีระดับต่ำจนถึงสูงมากผิดปกติ



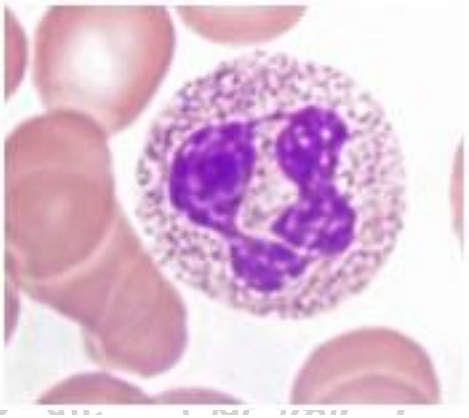
รูปที่ 2 เม็ดเลือดขาว (White blood cell)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

เม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันทำให้ปริมาณที่เพิ่มขึ้นเป็นผลต่อการตอบสนองของร่างกายต่อปัจจัยการกระตุ้นที่แตกต่างกัน

2.1 นิวโทรฟิล (Neutrophil)

เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีปริมาณมากที่สุด พบได้ประมาณ 40–80 % ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด มีหน้าที่ตอบสนองต่อภาวะการอักเสบและติดเชื้อเฉียบพลันโดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียซึ่งร่างกายสามารถตอบสนองโดยการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วและจับกินเชื้อโรคโดยตรง นอกจากนี้นิวโทรฟิลด์ยังหลั่งสารตอบสนองต่อการอักเสบหรือติดเชื้อทำให้ร่างกายมีไข้ในภาวะดังกล่าวนั่นเอง



รูปที่ 3 นิวโทรฟิล (Neutrophil)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

2.2 ลิมไฟไซต์ (Lymphocyte)

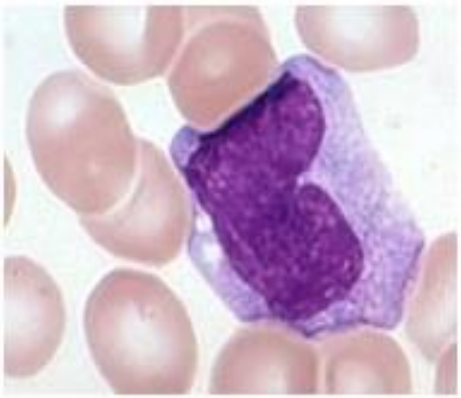
เป็นเม็ดเลือดขาวขนาดเล็ก ทำหน้าที่สร้างภูมิต้านทานต่อทั้งเชื้อไวรัสและแบคทีเรียมีปริมาณสูงขึ้นในภาวะติดเชื้อไวรัสและโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวบางชนิด

รูปที่ 4 ลิมไฟไซต์ (Lymphocyte)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

2.3 โมโนไซท์ (Monocyte)

เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ทำหน้าที่ทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกายซึ่งมีประสิทธิภาพในการจับกินเชื้อโรคได้สูงกว่านิวโทรฟิลมักมีปริมาณเพิ่มขึ้นตอบสนองต่อภาวะติดเชื้อไวรัส วัณโรค หรือเชื้อรา รวมถึงโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวบางชนิด

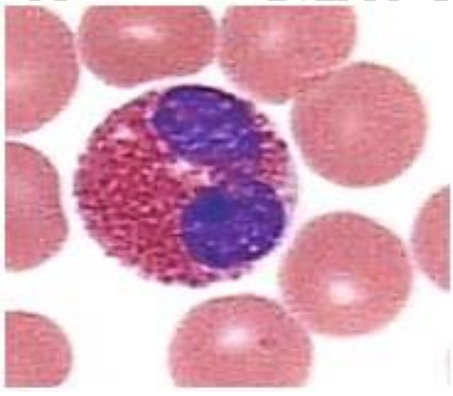


รูปที่ 5 โมโนไซท์ (Monocyte)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

2.4 อิโอซิโนฟิล (Eosinophil)

เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีปริมาณน้อยในกระแสเลือด ทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาภูมิแพ้ปริมาณสูงขึ้นพบได้ในผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้หรือหอบหืด แพ้ยา หรือมีพยาธิในร่างกาย

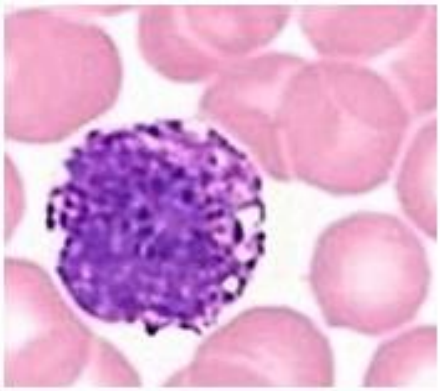


รูปที่ 6 อิโอซิโนฟิล (eosinophil)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

2.5 เบโซฟิล (Basophil)

เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีปริมาณน้อยมากในเลือด ทำหน้าที่สร้างสารป้องกันมิให้เลือดแข็งตัว และรวมทั้งหลั่งสารที่ช่วยในการขยายของหลอดเลือด



รูปที่ 7 เบโซฟิล (Basophil)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

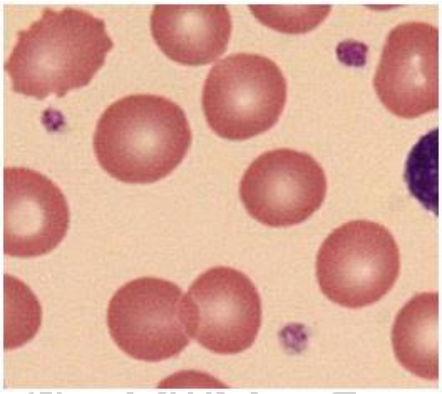
3. เกล็ดเลือด (Platelet)

เกล็ดเลือดเป็นส่วนของเม็ดเลือด จึงมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว ทำหน้าที่ป้องกันเลือดออกจากหลอดเลือดช่วยในการหยุดไหลของเลือดหากมีเกิดบาดแผลมีจำนวนประมาณหนึ่งแสนถึงสี่แสนตัวต่อเลือดหนึ่งไมโครลิตร เกล็ดเลือดถูกสร้างจากเซลล์ในไขกระดูกเช่นกันหากมีปริมาณลดลงโดยเฉพาะระดับที่ลดลงมากกว่าห้าหมื่นจะทำให้เลือดออกมากและนานกว่าเลือดจะหยุดหากเกิดบาดแผลโดยเฉพาะหากระดับเกล็ดเลือดต่ำกว่าสองหมื่นจะทำให้เลือดออกเองโดยไม่ต้องมีบาดแผลหรือการกระทบกระแทกใดโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณเยื่อบุต่างๆ เช่น เลือดออกตามไรฟัน เลือดกำเดาไหล หรือเลือดออกในอวัยวะสำคัญ ได้แก่ ทางเดินอาหาร หรือสมองได้

เกล็ดเลือดต่ำ สามารถเกิดได้จาก ยา สารเคมี รังสี ภูมิต้านทานตนเองทำลายเกล็ดเลือด ไวรัส และม้ามที่โตผิดปกติ นอกจากนี้ยังพบได้ในโรคของไขกระดูกทำให้ผิดเกล็ดเลือดได้ลดลง เช่น ไขกระดูกทำงานผิดปกติหรือไขกระดูกฝ่อ โรคมะเร็งแทรกซึมในไขกระดูก เป็นต้น

ภาวะเกล็ดเลือดสูง พบได้ในภาวะที่มีปัจจัยการกระตุ้นการสร้างเกล็ดเลือดให้มากขึ้น ได้แก่ การอักเสบหรือติดเชื้อเรื้อรัง การมีมะเร็งในร่างกายการเสียเลือดหรือเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลันหาก

ภาวะเกล็ดเลือดสูงเองโดยไม่มีปัจจัยใดมากระตุ้นมักเกิดจากโรคของไขกระดูกที่ทำให้มีการเกล็ดเลือดสูงขึ้นเองโดยอัตโนมัติ[13]



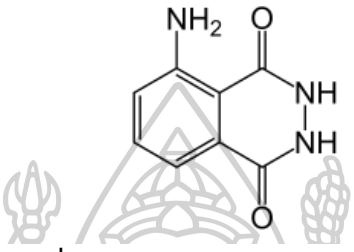
รูปที่ 8 เกล็ดเลือด (Platelet)

ที่มา : http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34

การตรวจคราบเลือดในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์วิธี luminol

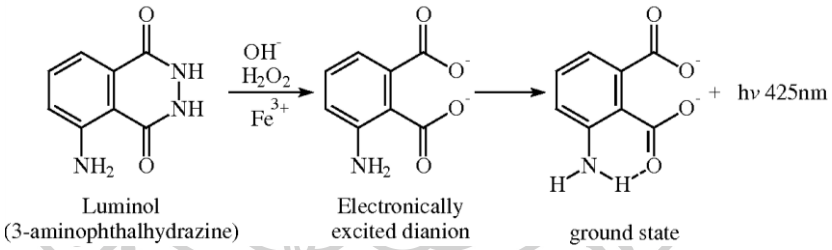
Luminol (3-Aminophthalhydrazide) ในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้มีการใช้ลูมินอลในการตรวจหาคราบเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุ เป็นสารประกอบที่มีสูตรเคมีคือ $C_8H_7N_3O_2$ เป็นสารเคมีที่เป็นของแข็งมีลักษณะเป็นผงละเอียดคุณสมบัติในการเรืองแสง (Chemiluminescence) ได้รับการยอมรับให้นำมาใช้ตรวจคราบเลือดนานถึง 40 ปี เมื่อผสมกับตัว Oxidize ที่เหมาะสมจะทำปฏิกิริยากับเหล็ก (Fe^+) ที่อยู่ในเลือดจะทำให้เกิดสารเรืองแสงขึ้น การเตรียมสารละลายลูมินอล เตรียมได้จากการผสมลูมินอลกับ Sodium hydroxide (NaOH) ทำให้ลูมินอลอยู่ในรูปไดแอนไอออน (Dianion) ซึ่งมีความเสถียรสูง จากนั้นจึงเติมสารละลาย Hydrogen peroxide (H_2O_2) เพื่อทำปฏิกิริยากับเหล็กที่อยู่ในเลือด ซึ่งเหล็กทำหน้าที่ เป็นตัว Reduce สารละลาย Hydrogen peroxide ทำให้ได้ก๊าซออกซิเจน (O_2) ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วเกิดเป็นโครงสร้างของลูมินอลไม่เสถียร (Intermediate luminol) และมีพลังงานสูง ทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงสีฟ้า เพื่อทำให้เกิดโครงสร้างของลูมินอลที่เสถียรในที่สุดโดยมีความยาวคลื่น 425-454 nm โดย Specht ได้นำลูมินอลมาใช้ตรวจหาคราบเลือดในวัตถุพยาน การตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลเป็นวิธีที่ค่อนข้างมีความจำเพาะเจาะจง และสามารถตรวจคราบเลือดที่เจือจางมากๆ ได้ จน Grodsky ได้พัฒนาลูมินอลโดยใช้ Sodium carbonate (Na_2CO_3) และ Sodium percarbonate ($Na_2CO_3 3H_2O_2$) ผสมกับน้ำกลั่น และเป็นสูตรที่นิยมใช้ในการตรวจคราบเลือดในคดีอาชญากรรมแต่สารดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาการ Oxidation ของเม็ดเลือดแดงช้าจึงทำให้เกิดสารเรืองแสงไม่มากและ

ระยะสั้น เป็นวิธีที่ไม่เสถียรและเป็นพิษสูง ต่อมา Weber ใช้ Sodium hydroxide (NaOH) เป็นส่วนประกอบใหม่ในลูมินอล แต่สารละลายดังกล่าวต้องเก็บไว้ในที่เย็นและต้องเก็บให้พ้นแสง และสารเรืองแสงที่ได้จากการตรวจคราบเลือดต้องถ่ายภาพมีข้อจำกัด คือ ต้องถ่ายภาพในที่มืดและต้องใช้กล้องสำหรับถ่ายภาพกลางคืน (Night-vision) [8]



รูปที่ 9 โครงสร้างทางเคมีของ Luminol

ที่มา : https://en.wikipedia.org/ wiki/Luminol

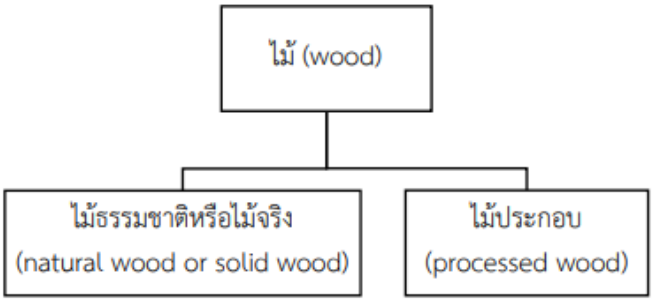


รูปที่ 10 ปฏิกิริยาของ Luminol

ที่มา : https://citly.me/1C8FY

ความรู้เกี่ยวกับไม้

ไม้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไม้ธรรมชาติหรือไม้จริง (natural wood or solid wood) และ ไม้ประกอบ (processed wood)



รูปที่ 11 ประเภทของไม้ (wood)

ที่มา : http://designtechnology.ipst.ac.th

ไม้ธรรมชาติหรือไม้จริง (natural wood or solid wood) คือ ไม้ที่ได้มาจากลำต้นของต้นไม้โดยตรง แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ไม้เนื้อแข็ง (hardwood) และ ไม้เนื้ออ่อน (softwood)

1. ไม้เนื้อแข็ง (hardwood) เป็นไม้ที่ได้จากต้นไม้ที่มีใบกว้างซึ่งเป็นไม้ส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในป่าของประเทศไทย ต้นไม้ต้องมีอายุหลายสิบปีจึงจะนำมาใช้งานได้ ดังนั้นจึงเป็นไม้ที่มีวงปีแคบและมากกว่าไม้เนื้ออ่อน เนื่องจากเจริญเติบโตช้ากว่า ลักษณะทั่วไปของไม้เนื้อแข็งจะมีเนื้อมัน ลายเนื้อไม้ละเอียด มีน้ำหนักมาก เนื้อแน่น สีเข้ม (แดงถึงดำ) แข็งแรงทนทาน เช่น ไม้เต็ง ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะค่า ไม้ตะเคียน

การใช้งาน : คาน โครงหลังคาบ้าน พื้นฝาบ้าน ประตูหน้าต่าง โต๊ะ ตู้ ของใช้ในครัวเรือน เครื่องดนตรีไทย

รูปที่ 12 ผลิตภัณฑ์จากไม้เนื้อแข็ง

ที่มา : http://designtechnology.ipst.ac.th

2. ไม้เนื้ออ่อน (softwood) เป็นไม้ที่ได้จากต้นไม้พวกสนที่มีใบเรียวเล็ก ส่วนมากเจริญเติบโตบริเวณที่สูงอากาศเย็น เป็นไม้ที่มีวงปีกว้าง เนื่องจากเจริญเติบโตเร็ว ลำต้นใหญ่ เนื้อไม้ค่อนข้างเหนียว น้ำหนักเบา ใช้งานง่าย แต่เนื้อไม้ไม่แข็งแรงมากจึงรับน้ำหนักได้ไม่ดีเนื้อไม้มีตั้งแต่สีจางอ่อนไปถึงสีเข้ม เช่น ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ฉำฉา ไม้จำปา ไม้ มะม่วง ไม้ขนุน

การใช้งาน : ประตูหน้าต่าง เฟอร์นิเจอร์ของใช้ต่างๆ กล่องใส่วัสดุงานตกแต่ง เครื่องดนตรีไทย

รูปที่ 13 ผลิตภัณฑ์จากไม้เนื้ออ่อน

ที่มา : http://designtechnology.ipst.ac.th

ไม้ประกอบ (processed wood) คือ ไม้ที่ได้จากการนำชิ้นส่วนไม้มาต่อรวมกันด้วยกระบวนการต่างๆ ไม้ประกอบมีหลายประเภท เช่น ไม้อัด ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด

ไม้อัด (plywood) เกิดจากการนำแผ่นไม้บางๆ ที่ได้จากท่อนซุงชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดมาอัดติดกันโดยใช้กาวเป็นตัวประสาน โดยให้แต่ละแผ่นแนวเสี้ยนตั้งฉากกันและนำไปอบแห้ง ไม้อัดจึงมีความแข็งแรง ไม่ยืดหรือหดตัวเมื่อความชื้นเปลี่ยนไป

การใช้งาน : ผนังบ้าน เฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะ เก้าอี้ตู้เก็บของ

รูปที่ 14 ผลิตภัณฑ์จากไม้อัด

ที่มา : http://designtechnology.ipst.ac.th

ไม้อัด OSB (Oriented Strand Board Wood) เกิดจากการนำเอาเศษชิ้นไม้เล็ก ๆ หลายขนาด มาผสมกาวและนำไปเรียงให้เสี้ยนไม้อยู่ในทศทางเดียวกัน และแต่ละชั้นมีแนวเสี้ยนตั้งฉากกัน จากนั้นจึงนำไปอัดด้วยความร้อนให้เป็นแผ่นที่มีขนาดตามที่ต้องการ ไม้อัด OSB มีความเหนียวแข็งแรง มีความยืดหยุ่นสูง ทน ความชื้นและเชื้อรา ใช้งานง่าย การขยายและหดตัวต่ำ

การใช้งาน : ตกแต่งภายใน ฝ้า พื้น ผนัง เฟอร์นิเจอร์

รูปที่ 15 ผลิตภัณฑ์จากไม้อัด OSB

ที่มา : http://designtechnology.ipst.ac.th

ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด (particleboard) เกิดจากการนำเศษไม้หรือขี้เลื่อยมาประสานกันโดยใช้สารเคมีนำมาบดอัดด้วยความดันสูง มีราคาถูกกว่าไม้จริงและไม้อัด มีความเหนียว น้ำหนักเบา แต่ความแข็งแรงและ ความต้านทานแมลง ปลวก และความชื้นต่ำ อายุการใช้งานสั้นกว่าไม้อัด

การใช้งาน : ตกแต่งภายใน เฟอร์นิเจอร์[15]

รูปที่ 16 ผลิตภัณฑ์จากไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด

ที่มา : http://designtechnology.ipst.ac.th

ตารางที่ 1 สรุปสมบัติและการใช้งานของไม้แต่ละประเภท

ประเภทของไม้		สมบัติ	การใช้งาน
ไม้ธรรมชาติ (natural wood)	ไม้เนื้อแข็ง (hardwood)	แข็งแรงทนทาน มีน้ำหนักมาก เนื้อแน่นและมัน ลายเนื้อไม้ละเอียด สีเข้ม (แดงถึงดำ)	คาน โครงหลังคาบ้าน พื้น ฝาบ้าน ประตู หน้าต่าง เฟอร์นิเจอร์ ของใช้ในครัวเรือน เครื่องดนตรีไทย
	ไม้เนื้ออ่อน (softwood)	เนื้อไม้ค่อนข้างเหนียว น้ำหนักเบา ใช้งานง่าย แต่ไม่แข็งแรงมาก จึงรับน้ำหนักได้ไม่ดี มีตั้งแต่สีจางอ่อนไปถึงสีเข้ม	ประตู หน้าต่าง เฟอร์นิเจอร์ ของใช้ต่างๆ กล่องใส่วัสดุงานตกแต่ง เครื่องดนตรีไทย
ไม้ประกอบ (processed wood)	ไม้อัด (plywood)	แข็งแรง ไม่ยืดหรือหดตัวเมื่อความชื้นเปลี่ยนไป	ผนังบ้าน เฟอร์นิเจอร์ประเภทโต๊ะ เก้าอี้ ตู้เก็บของ
	ไม้อัด OSB (Oriented Strand Board Wood)	แข็งแรง เหนียว มีความยืดหยุ่นสูง ทนความชื้นและเชื้อรา ใช้งานง่าย การขยายและหดตัวต่ำ	ตกแต่งภายใน ฝ้า พื้น ผนัง เฟอร์นิเจอร์
	ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด (particleboard)	เหนียว น้ำหนักเบา แต่ความแข็งแรงและความต้านทานแมลงปลวกและความชื้นต่ำ อายุการใช้งานสั้นกว่าสั้นกว่าไม้อัด	ตกแต่งภายใน เฟอร์นิเจอร์[15]

ไม้ยางพารา

ไม้ยางพาราถือได้ว่าเป็นไม้เศรษฐกิจอันดับหนึ่งของไทยในปัจจุบันสาเหตุเพราะไม้ยางพาราเป็นไม้เพียงชนิดเดียวที่ได้รับอนุญาตให้ทำการส่งออกได้ในปริมาณไม่จำกัด และจากการที่ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารามากกว่า 20 ล้านไร่ ซึ่งถือว่ามากเป็นอันดับสองของโลกทำให้ประเทศไทยมีไม้ยางพาราเป็นจำนวนมากส่งผลให้อุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ และผลิตภัณฑ์จากไม้ในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้ไม้ยางพาราเป็นวัตถุดิบ

คุณสมบัติในด้านต่างๆ ของไม้ยางพารานั้นไม่แตกต่างจากไม้สักที่นิยมนำมาสร้างบ้านหรือใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์จึงทำให้ไม้ยางพารามีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “สักขาว” เนื่องจากลวดลายของไม้ที่มีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์และเนื้อไม้ที่มีสีขาวนวลแต่ไม้ยางพาราก็มีจุดด้อยคือ สามารถเกิดเชื้อราได้ง่ายและมอดชอบกินเนื้อไม้ ซึ่งเป็นเพราะการที่ไม้ยางพาราสามารถดูดความชื้นได้มากและมีแป้งซึ่งเป็นอาหารของมอดอยู่ในเนื้อไม้เป็นจำนวนมากแต่ถ้าหากเรานำไม้ยางพาราไปผ่านกระบวนการป้องกันเชื้อราและมอดอย่างถูกวิธีไม้ยางพาราก็จะมีความคงทนแข็งแรงไม่ต่างจากไม้สัก โดยข้อมูลของกรมป่าไม้พบว่า ไม้ยางพาราถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งปานกลาง มีความแข็งแรงในการดัดอยู่ที่ 973 กก./ซม.2 ในขณะที่ไม้สักนั้นถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของไม้เนื้อแข็งมีความแข็งแรงในการดัดอยู่ที่ 1,023 กก./ซม.2 ซึ่งจากตัวเลขจะพบว่า ไม้ยางพาราและไม้สักมีความแข็งแรงแตกต่างกันอยู่ไม่มาก

รูปที่ 17 ยางพารา

ที่มา : https://kaset.today/%E0%B8%9E%E0%B8%B1%

ศัตรูสำคัญของไม้ยางพาราที่เป็นสาเหตุทำให้ไม้ยางพาราเสื่อมคุณภาพ และมีความทนทานน้อยกว่าไม้ชนิดอื่นนั้นมีอยู่ 2 ชนิด ด้วยกัน คือ เชื้อรา และมอด เชื้อราที่เกิดกับไม้ยางพารานั้นเป็นชนิดเดียวกันกับที่เกิดกับไม้ชนิดอื่น คือ เชื้อราย้อมสี และ เชื้อราขนมปัง ซึ่งเชื้อราทั้งสองชนิดเกิดจากการที่ไม้เปียกน้ำหรือได้รับความชื้นจากในอากาศ ไม้ยางพาราที่เกิดเชื้อราจะทำให้ลายและสีของไม้ที่เป็นจุดเด่นเสียไป ทำให้ไม่นิยมที่จะนำไม้ยางพาราที่เกิดเชื้อราไปผลิตเป็นเครื่องใช้ มอดในเนื้อไม้

ยางพารามีแป้งซึ่งเป็นอาหารที่มอดชอบกินมากกว่าไม้ชนิดอื่นถึง 5 เท่า โดยไม้ยางพาราที่ถูกมอดเจาะกินเนื้อไม้ด้านในจะมีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้งเป็นส่วนใหญ่ และผิวไม้ ด้านนอกมีลักษณะเป็นผนังบางๆ มีรูพรุนกระจายอยู่ทั่ว มอดที่ชอบกินเนื้อไม้ยางพาราได้แก่ มอดรูเข็ม และมอดขี้ขุย

ผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพารา จากคุณสมบัติเฉพาะตัวของไม้ยางพาราที่มีลวดลายสวยงามเป็นเอกลักษณ์ และเนื้อไม้มีสีขาวนวลทำให้ในปัจจุบันมีการนำไม้ยางพาราที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณสมบัติและเพิ่มประสิทธิภาพมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เราสามารถเห็นได้ตามท้องตลาดดังนี้

1. ไม้ยางพาราอบแห้ง เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นกลางที่ได้จากการแปรรูปต้น ยางพาราที่มีอายุมากและไม่มีน้ำยางแล้ว โดยเนื้อไม้ของไม้ยางพาราอบแห้งจะมีสีขาวแกมน้ำตาลอ่อนหรือแกมชมพู นิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเฟอร์นิเจอร์หรือใช้ในการตกแต่งที่อยู่อาศัย
2. แผ่นไม้ทดแทนไม้ธรรมชาติ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นกลางที่ได้จากการนำส่วนย่อยต่างๆ ของไม้ยางพาราที่เหลือจากการเลื่อย เช่น ปีกไม้ หรือเศษไม้ขนาดเล็กที่เหลือจากการเลื่อยมาอัดขึ้นเป็นแผ่นไม้เพื่อทดแทนการใช้ไม้จากธรรมชาติที่มีราคาสูง ผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติในท้องตลาดได้แก่ ไม้อัดไฟเบอร์บอร์ด และปาร์ติเกิ้ลบอร์ด
3. แผ่นไม้วีเนียร์ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นกลางที่ได้จากการนำท่อนซุงยางพารามาฝานเป็นแผ่นบางๆ โดยมี ความหนาตั้งแต่ 0.3-3 มิลลิเมตร จากนั้นจึงนำมาอบ และอัดเป็นแผ่น นิยมใช้ในการปิดผิวบนไม้อัด ไฟเบอร์ บอร์ด หรือเฟอร์นิเจอร์ทั้งแบบลอยตัว และแบบบิวท์อิน เพื่อให้เกิดลวดลายที่สวยงาม
4. อุปกรณ์ก่อสร้าง ไม้ยางพาราเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลาง เนื้อไม้ค่อนข้างหยาบสามารถไสกบเพื่อตกแต่งได้ง่าย ตอกตะปูง่าย เหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้างที่ไม่ต้องใช้รับน้ำหนัก นิยมใช้ทำฝ้าภายนอก หรือที่เรียกว่ากระทงหรือเคร่าฝ้า และ ทำไม้พื้นภายในบ้าน
5. เครื่องใช้ในครัวเรือนเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปลายที่ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา ในปัจจุบันนิยมนำ เครื่องใช้จากไม้ยางพารามาใช้ในธุรกิจร้านอาหาร ร้านกาแฟ และร้านเบเกอรี่ ซึ่งเครื่องใช้ที่ทำจากไม้ยางพาราจะให้ความรู้สึกที่เป็นธรรมชาติ น่าใช้ และดูมีเอกลักษณ์ แต่ก็มีข้อเสียคือการทำความสะอาดจะมีความยุ่งยากกว่าเครื่องใช้ชนิดอื่น เครื่องใช้จากไม้ยางพาราที่นิยมในปัจจุบัน เช่น ถาดไม้ จาน ชาม รวมถึงช้อนส้อม
6. เฟอร์นิเจอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปลายที่ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา จากลักษณะของเนื้อไม้ยางพารา ที่มีสีขาว ทำให้เมื่อนำมาขัดหรือลงน้ำมันชักเงาแล้วจะดูสวยงามไม่แพ้

ไม้ชนิดอื่น รวมถึงหาได้ง่าย และราคาที่ค่อนข้างถูก เฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราที่เราเห็นในท้องตลาด เช่น โต๊ะอาหาร โต๊ะทำงาน ชั้นวางทีวี เก้าอี้ และตู้ เอนกประสงค์

7. ผลิตภัณฑ์อื่นๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังมีผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกมากที่นำไม้ยางพาราไปใช้เป็นวัตถุดิบหลักหรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ เช่น กรอบรูปไม้ รูปแกะสลักไม้ ของเล่นไม้ เครื่องประดับทำด้วยไม้ เป็นต้น
8. ชีวมวลอัดเม็ด คือ เชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่มีความสะอาดและให้ความร้อนสูง สามารถใช้ทดแทนพลังงานอย่างก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเตา และถ่านหินในการผลิต กระแสไฟฟ้า ชีวมวลอัดเม็ดนั้นไม่ถูกจัดเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นกลางหรือขั้นปลายที่ได้ จากไม้ยางพารา แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำขี้เลื่อยหรือเศษไม้ขนาดเล็กที่เหลือจากการเลื่อยหรือแปรรูปมาอัดเป็นเม็ดซึ่งเป็นไปตามหลักการเศรษฐกิจ หมุนเวียนที่เรียกกันว่า Circular Economy[16-17]

ไม้สัก

ไม้สักมีหลายชนิดที่นิยมนำมาใช้งานคือไม้สักทองมีสีเหลืองอมน้ำตาลลายเส้นวงปีเป็นลายภูเขาและเส้นตรงเป็นสีน้ำตาลเข้ม เมื่อไม้ถูกแดดจะมีสีเหลืองทองเนื้อไม้ไม่แข็งมากมีน้ำมันในตัวปลวกมอดไม่เจาะในส่วนที่เป็นแก่นไม้จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็งที่ความยืดหยุ่น มีความทนทานทางธรรมชาติ ไม้สักที่นำมาใช้งานในท้องตลาดมาจากแหล่งและประเภทของไม้ดังนี้

1. ไม้สักป่าปลูกหรือไม้สักสวนป่า คือไม้สักที่ปลูกในพื้นที่เอกชน หรือที่เราเรียกกันว่าพื้นที่นส.3ก.อายุของไม้30-40ปี จัดเป็นไม้สักที่มีราคาย่อมเยา เนื่องจากสภาพของไม้จะมีเนื้อของแกนไม้น้อย มีกระพี้ มีตาไม้ค่อนข้างเยอะเพราะเลื่อยจากซุงต้นเล็ก มักจะนำมาทำเฟอร์นิเจอร์ที่มีขนาดเล็กและราคาไม่สูงมากนัก จัดเป็นไม้เกรด B ปลูกมากบริเวณจ.แพร่ สุโขทัย พิษณุโลก ควบคุมโดยองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) โดยไม้ชนิดนี้มักจะถูกนำมาทำเฟอร์นิเจอร์โดยทั่วไป

2. ไม้สักเก่า ทำมาจากไม้สักเรือนเก่าอายุ80ปีขึ้นไป ที่ทำการรื้อถอนจากบ้านเก่าจากนั้นจึงนำมาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ ลักษณะของไม้ประเภทนี้จะมีสีออกน้ำตาลคล้ำ ซึ่งถือว่าเป็นไม้สักที่มีคุณภาพดีที่สุด เพราะมีความชื้นทางธรรมชาติต่ำ และเมื่อนำมาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์จะมีราคาแพงที่สุดในบรรดาไม้สักประเภทอื่นๆเพราะไม่ต้องกังวลเรื่องการหดตัวและรอยแตกของไม้ กลุ่มนี้จัดเป็นไม้เกรด A+

3. ไม้สักแปรรูป เลื่อยจากซุงต้นใหญ่จากป่าธรรมชาติอายุประมาณ 100ปี เป็นไม้นำเข้าจากประเทศพม่า100% ในประเทศไทยไม่มีเนื่องจากปลูกทดแทนไม่ทันต่อความต้องการใช้งาน มีลวดลายสวยงาม เนื้อไม้แกร่งและทนทานเพราะเลื่อยจากไม้ต้นใหญ่ มีราคาสูง นิยมนำมาทำเป็นวง กบ ประตู หน้าต่าง โต๊ะที่ต้องการโชว์ลายไม้ เป็นไม้เกรด A++[18]

ไม้สักสามารถที่จะนำมาใช้งานได้แทบทุกอย่างเท่าที่ไม้เนื้อแข็งชนิดอื่น ๆ จะทำได้ เช่น นำมาใช้ในงานก่อสร้าง และโครงสร้างของที่อยู่อาศัย ใช้ทำดาดฟ้าเรือ ใช้ทำเครื่องเรือน และใช้ในการแกะสลักได้อย่างสวยงาม ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ไม้สักยังมีความต้านต่อปลวก เชื้อรา เห็ดต่าง ๆ ทนต่อกรด ไม่ทำให้เหล็กเป็นสนิมเพราะน้ำมันที่อยู่ในเนื้อไม้มีคุณลักษณะพิเศษ ตลอดทั้งทนทานต่อลมฟ้าอากาศที่จะทำลายเนื้อไม้ ดังจะเห็นได้จากสภาพของโบสถ์ วิหารที่มีอายุหลายร้อยปีที่สร้างขึ้นด้วยไม้สักในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคเหนือของไทย

เฟอร์นิเจอร์ภายในบ้านที่ให้ความรู้สึกอบอุ่นและคลาสสิก มักผลิตด้วยไม้เป็นพื้นฐานซึ่งไม้แต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ประเภทของไม้ที่นิยมใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์คือ “ไม้สัก” ประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้

1. ทนต่อปลวกและมอด

เนื้อไม้สักมีสารชนิดพิเศษที่ป้องกันปลวก มอด และเห็ดราที่สามารถขึ้นเมื่อเกิดความชื้น เมื่อเทียบกับไม้ประเภทอื่น ไม้สักจึงมีจุดแข็งอย่างยิ่งในข้อนี้

2. มีความแข็งแรงทนทาน

ไม้สักเป็นไม้เนื้อแข็งเฉลี่ยอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 10 ปีโดยไม่เสื่อมคุณภาพ แตกต่างจากไม้ชนิดอื่นเช่น ไม้สนที่มีความคงทนเพียง 2-6 ปีเท่านั้น และยังรับน้ำหนักได้ราว 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงสามารถใช้สร้างเป็นเรือนพักอาศัยได้ ดังนั้นเมื่อนำมาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์จึงไม่ต้องกังวลเรื่องความแข็งแรงทนทาน

3. น้ำตาลเข้มภูมิฐาน

ไม้สักมีหลายเฉดสี ตั้งแต่สีน้ำตาลอมแดงสดใส สีน้ำตาลกลาง จนถึงสีน้ำตาลเข้มซึ่งเป็นโทนสีที่สวยงามที่สุดของไม้สัก ให้ความรู้สึกเคร่งขรึม ภูมิฐาน เหมาะกับทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ประดับในบ้านหรือสถานที่ที่ต้องการความเป็นผู้ใหญ่ นอกจากนี้รอบวงปีของแกนในเนื้อไม้สักยังสวยงาม หากต้องการทำเฟอร์นิเจอร์ที่โชว์ลายไม้ก็จะสวยงามยิ่งขึ้น

4. ง่ายต่อการแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์

ไม้สักเป็นไม้อันดับหนึ่งในใจของช่างไม้ เพราะสามารถตัด ไส ทำลวดลายแกะสลักและ

ตกแต่งทำสีได้งดงามกว่าไม้ชนิดอื่น ซึ่งทำให้การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ออกมาเป็นรูปลักษณ์ดังใจง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ส่วนประกอบอื่นเช่นเหล็กและตะปูไม่ขึ้นสนิม จึงส่งเสริมความทนทานให้กับเฟอร์นิเจอร์ชิ้นนั้นๆ ด้วย

5. หากเป็นไม้สักทองจะยิ่งมีราคา

ในไม้สักทองมีปริมาณทองคำเจือปนอยู่จริง ราว 0.5 ppm. หรือคิดเป็นทองคำหนัก 1 บาท ในไม้สักทองราว 26 ต้น ทำให้ไม้สักทองเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ

6. เป็นไม้มงคล

ไม้สักเป็นไม้มงคลนามชนิดหนึ่งจากชื่อ “สัก” มาจากคำว่า “ศักดิ์ศรี” ทำให้เกิดมงคลด้านเกียรติยศ ศักดิ์ศรี ยศถาบรรดาศักดิ์แก่เจ้าของบ้าน ในอีกความหมายหนึ่ง สักยังหมายถึง “สักกะ” อันแปลว่า พระอินทร์ผู้มีอำนาจในสวรรค์ คนไทยจึงผูกพันกับไม้สักมานานด้วยความเชื่อด้านสิริมงคลต่อบ้าน

7. เครื่องเรือนไม้สักทำให้ห้องชุดมีระดับ

ด้วยคุณสมบัติพิเศษในด้านต่างๆ จึงทำให้ไม้สักเป็นไม้ที่มีราคาสูงและหายาก เฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตจากไม้สักจึงเป็นเครื่องแสดงฐานะที่สื่อถึงความมีรสนิยมในด้านการตกแต่งอีกด้วย[19]

ไม้สน

ไม้สนเป็นไม้เนื้ออ่อน มีทั้งปลูกในประเทศไทย และได้มาจากการนำเข้า ไม้สนเน้นการปลูกไว้เพื่อเป็นวัสดุก่อสร้าง นิยมปลูกในเมืองหนาว ประเทศนิวซีแลนด์ แคนนาดา และประเทศแถบยุโรปตอนเหนือ มีคุณสมบัติ เนื้ออ่อน ผ่านกระบวนการอบ อาบน้ำยาป้องกันแมลง และเติมสารเคมีเพื่อเพิ่มความทนทาน แข็งแรง จึงสามารถนำมาใช้ได้ทั้งภายนอก และภายใน ไม้โครงสร้าง เฟอร์นิเจอร์ อีกทั้งยังง่ายต่อการแต่งเติมสีสันได้ง่าย เมื่อเทียบกับไม้อื่นๆ เช่น ไม้สัก อายุการใช้งานประมาณ 10 ปีขึ้นไป ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา ราคาตารางเมตรละ 1,200-1,500 บาท ทั้งนี้ ไม้สนยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ไม้สนโตเร็ว เป็นไม้สนที่ปลูกในระยะเวลาประมาณ 4-5 ปี ก็สามารถตัดนำมาใช้งานได้ แต่แน่นอนว่า ให้ความคงทน แข็งแรง น้อยกว่าไม้สนโตช้า ลักษณะของไม้สนดังกล่าว จะมีวงปีห่าง (ลายไม้หยาบ)

2. ไม้สนโตช้า เป็นไม้สนที่ปลูกในระยะเวลาประมาณ 7 ปีขึ้นไป จนถึง 50 – 100+ ปี ก็มีเช่นกัน ขึ้นอยู่กับผู้จำหน่าย แน่นอนว่า ยิ่งไม้มีอายุที่ยาวนาน ความแข็งแรงก็ยิ่งมากขึ้น สิ่งที่ได้เสริมขึ้นมา นั่นคือลวดลายของไม้ ลักษณะ วงปี่ถี่ ให้ลวดลายที่ละเอียด สวยงาม และราคาที่สูงกว่า ไม้สนโตเร็ว

ไม้สนเป็นไม้เนื้ออ่อนที่นิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์อย่างมากเนื่องจากมีความทนทานแข็งแรงแต่กลับสามารถตัดแต่งได้ง่ายทั้งยังให้สีและลวดลายที่สวยงาม ไม้สนมีปลูกในไทยเช่นกันแต่ที่นิยมใช้มาทำเฟอร์นิเจอร์มักจะเป็นของต่างประเทศอย่างไม้สนนิวซีแลนด์ ข้อเสียของไม้สนคือไม่เหมาะน้ำไปไว้นอกบ้านหรือที่ชื้นแฉะเพราะซึบซับน้ำได้ดีทำให้ไม้บวมได้ง่าย ไม้สนคือตัวเลือกยอดนิยมสำหรับความอเนกประสงค์ ราคาย่อมเยา และความสวยงามตามธรรมชาติ ต้นสนมีหลายสายพันธุ์ แต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะและคุณภาพที่แตกต่างกันไป ไม้สน 3 ชนิดที่นิยมนำมาใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ไม้สนขาว ไม้สนเหลือง และไม้สนพอนเดโรซา

1. ไม้สนขาว เป็นไม้เนื้ออ่อนที่นิยมนำมาใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากมีสีอ่อนและมีลายเป็นเส้นตรง เป็นไม้น้ำหนักเบา ทนทาน ใช้งานง่าย จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสำหรับผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการสร้างงานออกแบบที่ซับซ้อน ไม้สนขาวยังเป็นที่รู้จักในด้านความทนทานต่อการบิดงอและการหดตัว ทำให้เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องทนทานต่อการใช้งานประจำวันไม้สนขาวมีสีเหลืองอ่อนถึงน้ำตาลอ่อนที่สามารถปล่อยให้เป็นธรรมชาติเพื่อขับเน้นลายไม้อันเป็นเอกลักษณ์ หรืออาจย้อมสีให้เข้ากับการตกแต่งห้องก็ได้ เป็นไม้อเนกประสงค์ที่สามารถนำมาใช้สร้างเฟอร์นิเจอร์ได้หลากหลาย ตั้งแต่เตียงและโต๊ะเครื่องแป้งไปจนถึงตู้หนังสือและโต๊ะทำงาน

2. ไพน์เหลือง ไม้สนเหลืองเป็นไม้ที่แข็งและแน่นกว่าไม้สนขาว ขึ้นชื่อเรื่องความแข็งแรงทนทานจึงเป็นที่นิยมสำหรับเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการความทนทานต่อการใช้งานหนัก ต้นสนสีเหลืองมีสีน้ำตาลอมเหลืองที่โดดเด่นซึ่งมีตั้งแต่สีอ่อนไปจนถึงสีเข้มขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ไม้สนเหลืองเป็นไม้อเนกประสงค์ที่สามารถนำมาใช้สร้างเฟอร์นิเจอร์ได้หลากหลายสไตล์ ตั้งแต่แบบดั้งเดิมไปจนถึงแบบสมัยใหม่ มักใช้ในการสร้างเฟอร์นิเจอร์กลางแจ้งเนื่องจากทนทานต่อการเน่าเปื่อยตามธรรมชาติ ต้นสนสีเหลืองยังใช้ในการสร้างพื้น การขึ้นรูป และการตัดแต่ง ทำให้เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับโครงการออกแบบตกแต่งภายใน

3. พอนเดโรซา ไพน์ไม้สนพอนเดโรซาเป็นไม้เนื้ออ่อนที่นิยมนำมาใช้ทำเฟอร์นิเจอร์เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทาน เป็นไม้เนื้อตรงเนื้อแน่นที่ง่ายต่อการใช้งาน จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสำหรับผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการสร้างงานออกแบบที่ซับซ้อน ต้นสนพอนเดโรซามีสีน้ำตาลแดงที่โดดเด่น

ซึ่งมีตั้งแต่สีอ่อนไปจนถึงสีเข้ม มีความสวยงามตามธรรมชาติที่สามารถปล่อยให้เป็นธรรมชาติเพื่อขับเน้นลายไม้อันเป็นเอกลักษณ์ หรือสามารถย้อมสีให้เข้ากับการตกแต่งห้องได้ ไม้สนพอนเดโรซามักถูกนำมาใช้ในการสร้างสรรค์เฟอร์นิเจอร์สไตล์ชนบทหรือสไตล์ชนบทเนื่องจากความสวยงามตามธรรมชาติและความทนทาน

ไม้สนขาว ไม้สนเหลือง และไม้สนพอนเดอโรซาเป็นไม้สน 3 ชนิดที่นิยมใช้ทำเครื่องเรือน ไม้สนแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะและคุณภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เป็นทางเลือกที่หลากหลายสำหรับเฟอร์นิเจอร์หลากหลายสไตล์ ไม่ว่าจะใช้ในการสร้างเตียง โต๊ะเครื่องแป้ง โต๊ะทำงาน หรือตู้หนังสือ เฟอร์นิเจอร์ไม้สนจะเป็นตัวเลือกที่คลาสสิกเสมอสำหรับความสวยงามตามธรรมชาติและความทนทาน[20-21]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

จุฑามาศ ยิ้มนุ่น ได้ตรวจสอบคราบโลหิตของมนุษย์ด้วยฟีนอล์ฟทาลีน ลูมินอล และฟูลออเรซซีนบนพื้นรองเท้าชนิดต่างๆ โดยทำการนำโลหิตมนุษย์มาหยดบนพื้นรองเท้าชนิดต่างๆ แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและทำการตรวจวัดคราบโลหิตที่ระยะเวลา 1,2,4,6 และ 8 สัปดาห์ พบว่าสามารถตรวจวัดด้วยลูมินอลได้ วิธีทดสอบทั้ง 3 วิธี และสามารถตรวจพบคราบโลหิตบนพื้นรองเท้าที่ทำจากเอทิลีนไวนิลอะซิเตด ยางธรรมชาติและไบเก้นในขณะที่คราบโลหิตที่หยดบนพื้นผิวที่ทำจากไม้ไม่สามารถตรวจด้วยวิธีฟูลออเรซซีนได้[22]

พินิตา กรทอง ศึกษาการตรวจเปรียบเทียบคราบโลหิตโดยวิธี Kastle-Meyer, Luminol และ Bluestar® บนพื้นผิวมีรูพรุนและไม่มีรูพรุน พบว่าบนกระดาษ 80 แกรมวิธี Kastle-Meyer สามารถตรวจคราบโลหิตเจือจางได้ถึงอัตราส่วน 1:1,000,000,000 ส่วนบนพื้นผิวกระจก Luminol และBluestar® ให้ประสิทธิภาพการตรวจเท่ากัน[23]

งานวิจัยต่างประเทศ

Jonathan Finnis , Jennie Lewis and Andrew Davidson เปรียบเทียบการปรากฏของเลือดบนพื้นผิวสีเข้มโดยใช้ Luminol, fluorescein พบว่าเลือดที่มีการเจือจาง Luminol มีความไวที่สุด

Webb และคณะ ได้ศึกษาการทดสอบคราบเลือดโดยวิธี KM, LMG, Hemastix® และ Polilight® เปรียบเทียบกับ luminol ในแง่ของความไว ความปลอดภัย และความเป็นพิษ ตลอดจนการเสื่อมสภาพของคราบเลือด วิธีการทดสอบหยดเลือด 50 µL ลงบนผ้าแล้วตามด้วย สารละลาย โดยสันนิษฐานการทดสอบทั้งหมดว่าทำงานได้ดี ผลการทดลองพบว่า luminol เป็นวิธีที่ดีที่สุดมีความไวถึง 1:5,000,000 ตามด้วยวิธี Hemastix® ซึ่งมีความไวที่ 1:1,000,000 และ KM ซึ่งมี ความไวที่ 1:100,000 ส่วนวิธี LMG และ วิธี Polilight® มีความไวน้อยที่สุดโดยมีความไวที่ 1:1,000 และ 1:100 ตามลำดับ (Webb et al., 2006) [24]

Joanne, Jonathan and Terence ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจ คราบโลหิตที่ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ 5 วิธี ได้แก่ วิธี Luminol ที่เป็นสารChemiluminescent และ Forensic lightและวิธี Phenolphthalein (Kastle-Meyer), Leucomalachite green, Hemastix source ที่ไม่ใช่สาร Chemiluminescent จากการศึกษาพบว่า การตรวจคราบเลือดโดย วิธี Luminol เป็นเทคนิคที่มีความไวมากที่สุดและมีความปลอดภัย (Webb et al., 2006) [25]

Lisa Dilbeck ทำการตรวจคราบเลือดบนผิววัตถุ 6 อย่าง ได้แก่ พรม กระเบื้องเซรามิก ไวนิล ไม้ เสื้อ และเส้นใย ด้วยวิธี Luminol และวิธี Blue Star ทดลองโดยการหยดเลือดทิ้งไว้ 12 วัน หลังจากนั้นจึงนำวัตถุทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ พรม กระเบื้องเซรามิก ไวนิล และไม้ ทำความสะอาดคราบเลือดที่เปื้อนออก อีก 2 ชนิดนั้นได้นำรองเท้าที่เปื้อนเลือดวางบนเสื้อผ้าและเส้นใย ทิ้งไว้ให้แห้ง 8 นาที ทดสอบจากเสื้อด้านในด้วยเทคนิค Blue Star และเสื้อด้านนอกทดสอบด้วยเทคนิค Luminol ผลการทดสอบพบว่าทั้ง 2 วิธีนี้สามารถตรวจสอบคราบเลือดได้ดีที่สุดเท่าๆ กัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อตรวจสอบคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอล โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยและแหล่งที่มา

สารเคมี	แหล่งที่มา
Luminol	Sigma-Aldrich Corporation
NaOH (Sodium hydroxide)	Merck Chemicals
3% hydrogen peroxide	Merck Schuchardt OHG
น้ำกลั่น	-
เลือด	ห้องปฏิบัติการทดลอง มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและแหล่งที่มา

อุปกรณ์	แหล่งที่มา
Dropper พลาสติก ขนาด 3 ml.	NEST Biotechnology Co,Ltd.
Dropper แก้ว	ห้องปฏิบัติการทดลอง มหาวิทยาลัยศิลปากร
กระบอกตวง	ห้องปฏิบัติการทดลอง มหาวิทยาลัยศิลปากร
แก้วถุงมือยาง	ยี่ห้อศรีตรังโกลฟส์
กล้องถ่ายรูป	ยี่ห้อ Sony A5100

การเตรียมสารละลาย Luminol

1. เตรียมน้ำกลั่น 10 ml.

2. ชั่งสาร Luminol 0.05 g.

3. ชั่งสาร NaOH 0.5 g.

4. เตรียม 3% hydrogen peroxide 2 ml.

5. ผสม 1. 2. และ 3. เข้าด้วยกัน จากนั้นเติม 4. แล้วคนให้เข้ากัน จะได้ Luminol solution ที่ต้องการ

การเตรียมเลือด โดยการเก็บตัวอย่างเลือด 30 ml. ในหลอดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 °C

ตัวอย่างไม้ที่ใช้ในการวิจัย

1. ไม้ยางพารา (Rubber wood)

2. ไม้สน (Pine wood)

3. ไม้สัก (Teak wood)

รูปที่ 18 ไม้ยางพารา

รูปที่ 19 ไม้สน

รูปที่ 20 ไม้สัก

การทำการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อตรวจคราบเลือดบนผิวไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีลูมินอลเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ การทดลองนี้จะทำในช่วงเดือนสิงหาคม - กันยายน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้ 1. เลือดมนุษย์ 2. สารละลายลูมินอล และ 3. กล้องถ่ายรูปดิจิตอล ยี่ห้อ Sony A5100

โดยมีขั้นตอนการวิจัย คือ เตรียมไม้ขนาด 4x4 นิ้ว ไม้ตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก จากจังหวัดสงขลา อำเภอหาดใหญ่ ตำบลควนลัง จากนั้นทำการแบ่งไม้เป็นตารางทั้งหมด 6 ช่อง นำเลือดมาจำนวน 50 ไมโครลิตร หยดลงบนผิวไม้โดยตัวอย่างคราบเลือดถูกเก็บไว้ใน 3 สภาวะที่แตกต่างกัน ได้แก่

1. ในอาคารในที่มืด อุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-22°C ทิ้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์
2. กลางแจ้งมีแดดส่องถึง ทิ้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์
3. ในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C ทิ้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ก่อนการทดสอบ เมื่อหยดเลือดครบทั้ง 4 สัปดาห์ ทำการเตรียมสารละลายลูมินอล ซึ่งเตรียมโดยชั่งสาร Luminol 0.05 g. และ NaOH 0.5 g. ละลายด้วยน้ำกลั่น 10 ml. และเติม 2 ml. ของ 3% H_2O_2 (hydrogen peroxide) ในน้ำกลั่น 10 ml. จะได้สารละลายลูมินอลที่ต้องการ จากนั้นทำการหยดน้ำยาลูมินอล 1 หยด และถ่ายรูปด้วยกล้องถ่ายรูปดิจิตอลในที่แสงสว่างน้อยแล้วบันทึกผลในทุกๆ สัปดาห์ ซึ่งการวิเคราะห์ผลการตรวจคราบเลือดบนตัวอย่างไม้ชนิดต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า B (Blue) ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist กำหนดช่วงความเข้มของแสงไว้ 4 ระดับ ดังนี้

3 = ความเข้มของการเรืองแสงสูงที่สุดระหว่างช่วง 210 - 250

2 = ความเข้มของการเรืองแสงปานกลางระหว่างช่วง 169 - 209

1 = ความเข้มของการเรืองแสงต่ำสุดระหว่างช่วง 128 - 168

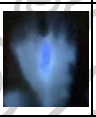
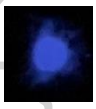
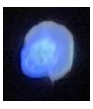
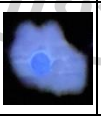
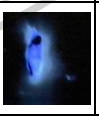
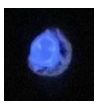
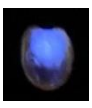
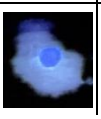
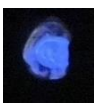
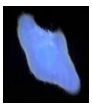
0 = ไม่ปรากฏความเข้มของการเรืองแสงระหว่างช่วง 87 - 127

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและตรวจคราบเลือดบนผิวไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีลูมินอล โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบบนไม้ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก (ทำซ้ำทั้งหมด 2 ครั้ง) ซึ่งตัวอย่างคราบเลือดจะถูกเก็บไว้ที่ในอาคารในที่มืด กลางแจ้ง และในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ถึง 4 สัปดาห์ก่อนการทดสอบ จากนั้นในการทดลองจะทำการนำเลือดมาในปริมาตรเท่ากัน คือ 50 ไมโครลิตร นำมาหยดลงบนตัวอย่างไม้ เมื่อทดสอบด้วยสารลูมินอลจะทำโดยการหยดลงบนตัวอย่างไม้แต่ละชนิด บันทึกและถ่ายรูปผลการเรืองแสงของสารลูมินอลในที่แสงสว่างน้อย ผลการศึกษาพบว่าผลการเรืองแสงของสารลูมินอลบนตัวอย่างไม้ทั้ง 3 ชนิดที่ทำการทดลองในระยะเวลาและสภาวะต่างกันได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเรืองแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน

ระยะเวลาที่หยดเลือดทิ้งไว้ (สัปดาห์)	ชนิดของไม้								
	ไม้ยางพารา			ไม้สน			ไม้สัก		
	ในอาคาร	กลางแดด	25°C	ในอาคาร	กลางแดด	25°C	ในอาคาร	กลางแดด	25°C
สัปดาห์ 1									
สัปดาห์ 2									
สัปดาห์ 3									
สัปดาห์ 4									

จากตารางที่ 4 เป็นการตรวจคราบเลือดบนไม้ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีลูมินอล ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดจากการปล่อยพลังงานออกมาในรูปแสงสีฟ้าสามารถมองเห็นได้ในที่มืดสนิท และเปล่งแสงได้นาน 5-10 นาที โดยผลการทดลองพบว่าเมื่อหยดเลือดทิ้งไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สักสามารถตรวจพบคราบเลือดได้ชัดเจนแม้เวลาจะผ่านไป 4 สัปดาห์

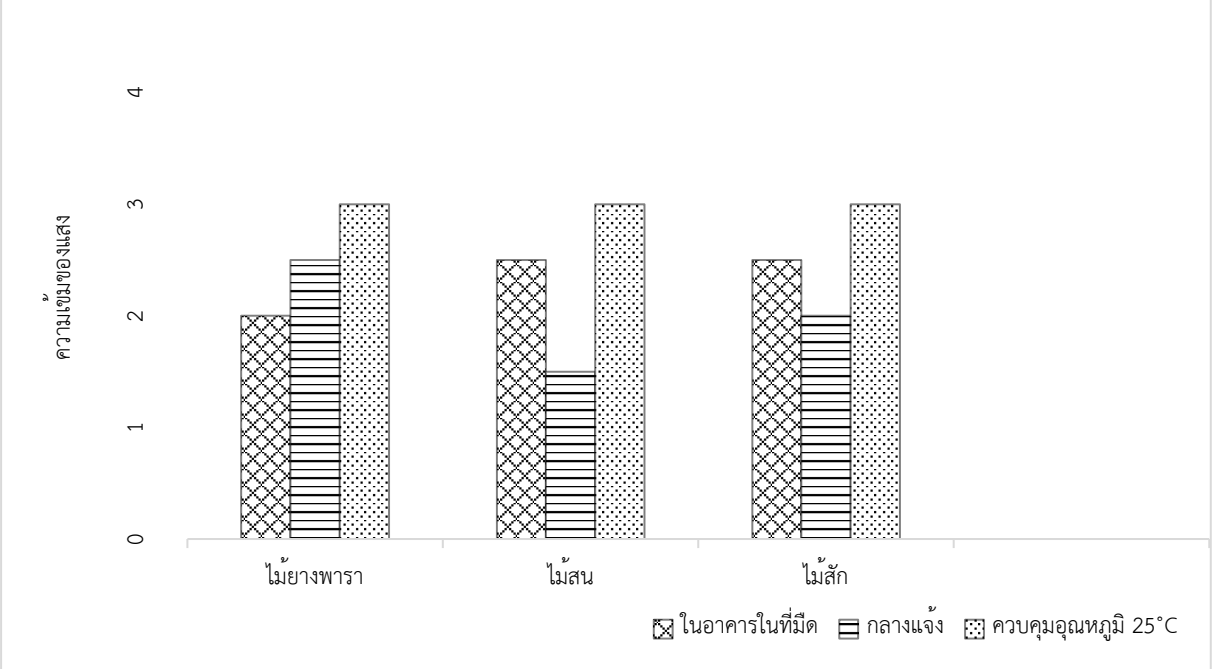
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล เก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน

ระยะเวลาที่หยดเลือดทิ้งไว้ (สัปดาห์)	ชนิดของไม้								
	ไม้ยางพารา			ไม้สน			ไม้สัก		
	ในอาคาร	กลางแดด	25°C	ในอาคาร	กลางแดด	25°C	ในอาคาร	กลางแดด	25°C
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 5 เมื่อวิเคราะห์การเปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล ในตัวอย่างไม้ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ไม้ทั้งสามชนิดไม่ได้มีความแตกต่างกันเมื่ออยู่ในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด ยกเว้นไม้สนในสัปดาห์ที่ 3-4 มีความเข้มของแสงต่ำที่สุด ส่วนในสภาวะกลางแจ้งนั้นไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลคล้ายกันหมด และในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลเหมือนกันหมดในทุกสัปดาห์

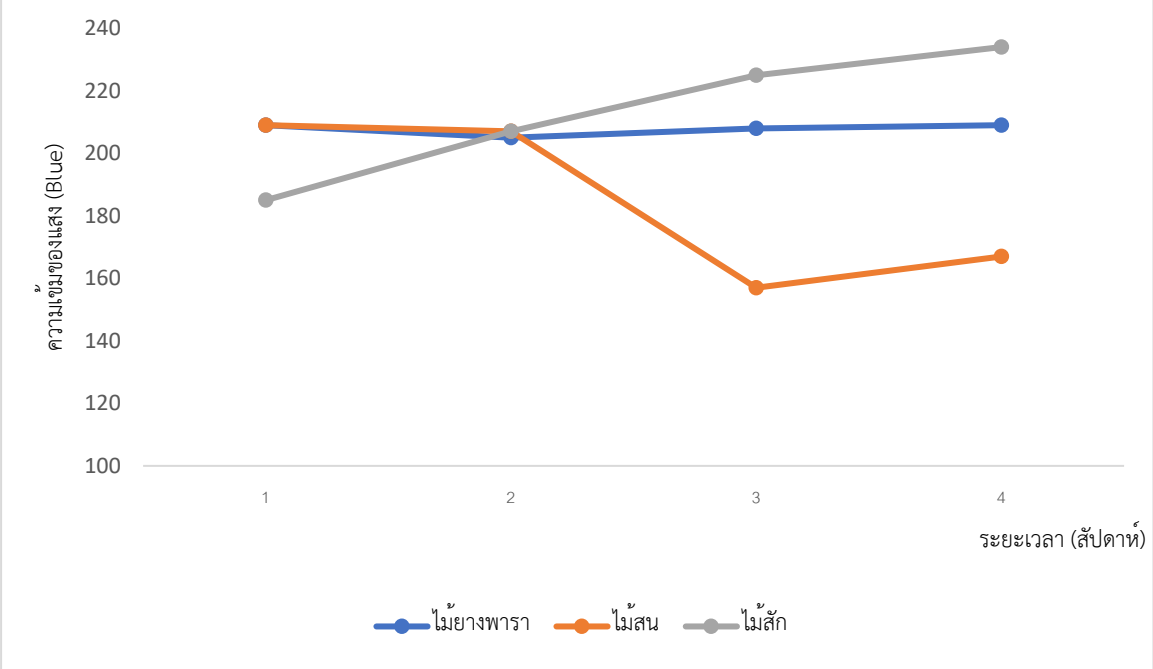
จากผลการทดลองที่ได้กล่าวไปข้างต้น จึงนำมาแสดงแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงจากการตรวจคราบเลือดที่อยู่บนผิวไม้ทั้ง 3 ชนิด และในสภาวะทั้ง 3 สภาวะ ด้วยวิธีลูมินอล ภายหลังการหยดเลือดทิ้งไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ดังรูปที่ 21

รูปที่ 21 ความเข้มของแสงของสารลูมินอลของคราบเลือดที่หยดบนพื้นผิวไม้ชนิดต่างๆ เมื่อเก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน



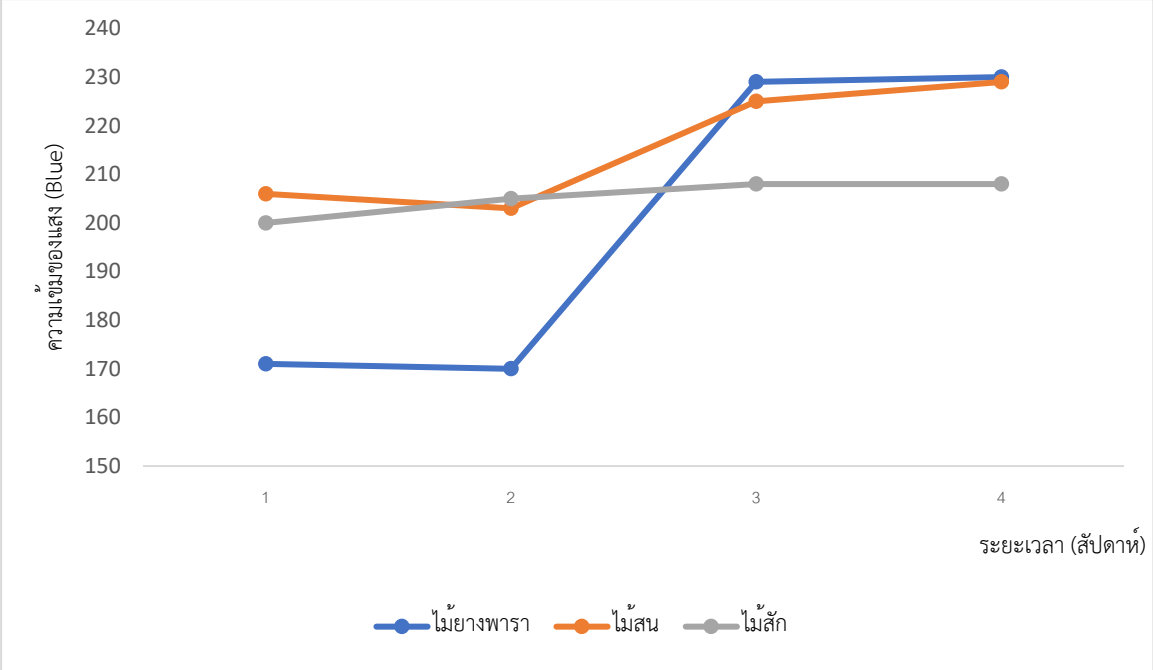
จากรูปที่ 21 เมื่อเปรียบเทียบความเข้มของแสงจากการตรวจคราบเลือดที่อยู่บนผิวไม้ทั้ง 3 ชนิด และในสภาวะทั้ง 3 สภาวะด้วยวิธีลูมินอล ภายหลังการหยดเลือดทิ้งไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ไม้ทุกชนิดสามารถตรวจพบความเข้มของแสงสูงที่สุดได้ในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C นอกจากนี้ไม้ทุกชนิดสามารถตรวจพบความเข้มของแสงปานกลางได้ในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด และตรวจพบความเข้มของแสงต่ำสุดได้ในไม้สนในสภาวะกลางแจ้ง

รูปที่ 22 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด



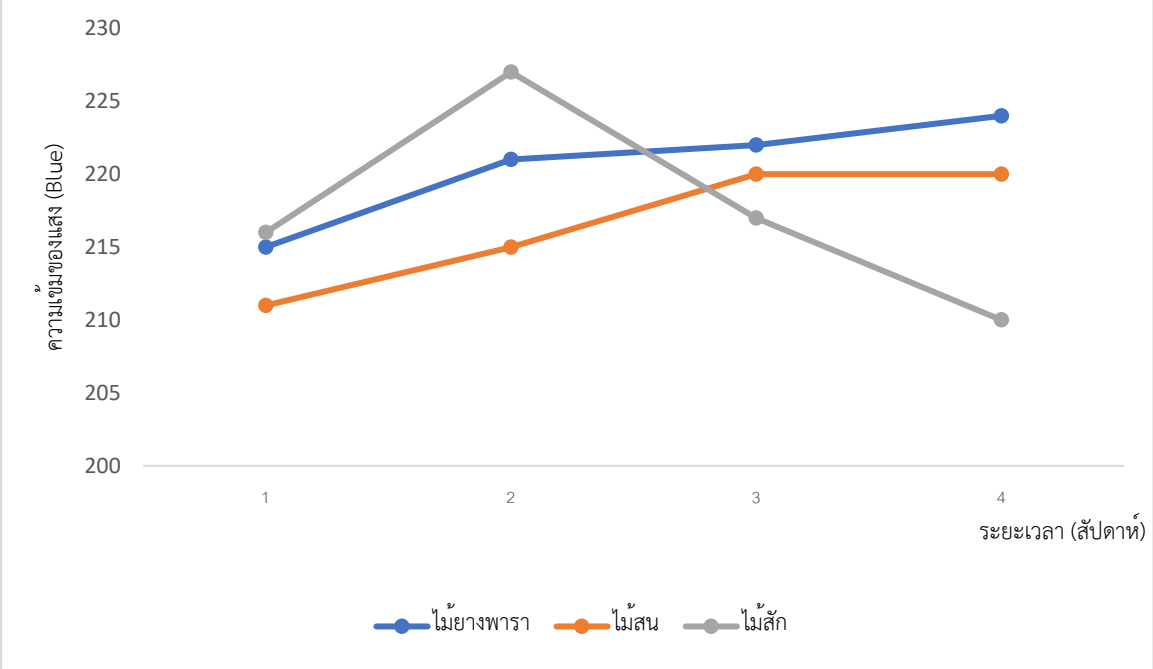
จากรูปที่ 22 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด เป็นระยะเวลา 1 - 4 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 169 - 209 ยกเว้นไม้สนในสัปดาห์ที่ 3-4 มีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 128 - 168 แสดงถึงความคงอยู่ของคราบเลือดในไม้ทุกชนิด

รูปที่ 23 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะกลางแจ้ง



จากรูปที่ 23 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะกลางแจ้ง เป็นระยะเวลา 1 - 4 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist พบว่า พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 169 – 250 แสดงถึงความคงอยู่ของคราบเลือดในไม้ทุกชนิด

รูปที่ 24 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C



จากรูปที่ 24 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้แต่ละชนิดเมื่อเก็บตัวอย่างในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C เป็นระยะเวลา 1 - 4 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอล ซึ่งทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลระหว่างช่วง 210 – 250 แสดงถึงความคงอยู่ของคราบเลือดในไม้ทุกชนิด

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิวไม้ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก โดยนำเลือดหยดลงบนผิวไม้ทั้ง 3 ชนิด เป็นระยะ 1,2,3 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ที่ 3 สภาวะ ได้แก่ ในอาคารในที่มืด กลางแจ้ง และในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25˚C และทำการตรวจคราบเลือดบนผิวไม้ทั้งหมดด้วยวิธีลูมินอล บันทึกและถ่ายรูปผลการเรืองแสงของสารลูมินอลในที่แสงสว่างน้อย การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความคงอยู่ของคราบเลือดบนผิวไม้โดยใช้ชนิดของไม้ สภาวะแวดล้อมและระยะเวลาที่แตกต่างกันด้วยวิธีลูมินอล การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (ทำซ้ำทั้งหมด 2 ครั้ง)

สรุปและอภิปรายผล

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการเรืองแสงและเปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอล เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ถึง 4 สัปดาห์ พบว่า ตัวอย่างไม้ที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดได้ดีที่สุดไปต่ำสุด คือ ไม้สัก ไม้ยางพารา และไม้สน ตามลำดับ เมื่อนำไปเก็บไว้ที่สภาวะต่างๆ นั้น สภาวะที่มีความคงอยู่ของคราบเลือดได้ดีที่สุดไปน้อยสุด คือ สภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25˚C สภาวะในอาคารในที่มืด และสภาวะกลางแจ้ง ตามลำดับ นอกจากนี้คราบเลือดบนผิวไม้ทุกชนิดสามารถตรวจพบได้อย่างชัดเจนแม้ในตัวอย่างที่มีอายุ 4 สัปดาห์ก็ตาม การตรวจคราบเลือดด้วยวิธีลูมินอลยังคงสามารถตรวจพบคราบเลือดที่มีความเข้มของสีสูงที่สุดบนผิวไม้ทุกชนิดได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Joanne W. L., Jonathan C. I. และ Terence Q. I. ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจคราบเลือดที่ใช้ในงานด้านนนิติวิทยาศาสตร์ 5 วิธี ได้แก่ Luminol ที่เป็นสาร Chemiluminescent และวิธี Phenolphthalein,Leucomalachite green, Hemastix และ Forensic light source ที่ไม่ใช่สาร Chemiluminescent จากการศึกษาพบว่า การตรวจคราบเลือดด้วยวิธี Luminol เป็นเทคนิคที่มีความไวในการตรวจคราบเลือดมากที่สุด และมีความปลอดภัย (Joanne et al., 2006)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มของแสงของสารลูมินอลเก็บไว้ในระยะเวลาและสภาวะต่างกัน พบว่า ไม้ทั้งสามชนิดไม่ได้มีความแตกต่างกันเมื่ออยู่ในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด ยกเว้นไม้สนในสัปดาห์ที่ 3-4 มีความเข้มของแสงต่ำที่สุด ส่วนในสภาวะกลางแจ้งนั้นไม้ทั้งสามชนิดมีความเข้มของแสงของสารลูมินอลคล้ายกันหมด และในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25˚C ไม้ทั้งสามชนิดมีความ

เข้มของแสงของสารลูมินอลเหมือนกันหมดในทุกสัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบความเข้มของการเรืองแสงสีฟ้าจากวิธีลูมินอลที่ทำการอ่านค่า B ที่มาจากค่า R G B ที่ปรากฏบนแอปพลิเคชัน ColorAssist เนื่องมาจากไม้สนเป็นไม้ที่มีเนื้ออ่อนที่มีลักษณะโครงสร้างไม้ที่เนื้อไม้ไม่มีรู (non-porous wood) เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านของน้ำและอากาศได้ไม่ดี ส่วนไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีเนื้อแข็งปานกลาง และไม้สักเป็นไม้ที่มีเนื้อแข็งนั้นมีลักษณะโครงสร้างไม้ที่มีรู (porous wood) เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านของน้ำและอากาศได้ดีและมีการอัดแน่นของเนื้อไม้ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซึมเลือด พื้นผิวไม้จะดูดซึมและแผ่ขยายเป็นวงกว้าง ด้วยเหตุผลทางลักษณะของไม้จึงนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะการมีรูพรุนและไม่มีรูพรุนที่ทำให้เกิดการเรืองแสงของคราบเลือดที่ปรากฏบนผิวไม้แต่ละชนิดได้ เนื่องจากไม้สนเป็นไม้ที่เนื้อไม้ไม่มีรูพรุน เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านน้ำได้ไม่ดีเมื่อทำการหยดเลือดลงไปเลือดก็จะมีการซึมผ่านได้เพียงเล็กน้อยและเมื่ออยู่ในสภาวะกลางแดดก็จะจางเมื่อทดสอบด้วยลูมินอลจึงทำให้เกิดความเข้มของแสงต่ำ ส่วนในไม้ยางพาราและไม้สักเป็นไม้ที่เนื้อไม้ที่มีรูพรุน เป็นไม้ที่มีการซึมผ่านน้ำได้ดีเมื่อทำการหยดเลือดลงไปเลือดก็จะมีการซึมผ่านลงไปในเนื้อไม้และแผ่ขยายเป็นวงกว้าง เมื่อทดสอบด้วยลูมินอลจึงทำให้เกิดความเข้มของแสงปานกลางถึงความเข้มของแสงสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สวรส ปุริมโน ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการตรวจคราบเลือดที่เจือจางบนพื้นผิวที่มีรูพรุน และไม่มีรูพรุน ด้วยวิธี Phenolphthalein, Tetramethylbenzidine, Luminol และ Bluestar และตรวจคราบเลือดหลังการหยดเลือดทิ้งไว้ 1,2,4,6 และ 8 สัปดาห์ พบว่า บนพื้นผิวไม้อัด (พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน) สามารถตรวจคราบเลือดที่เจือจางในอัตราส่วนได้น้อยกว่าพื้นผิวอื่นๆ (สวรส ปุริมโน., 2555)

นอกจากองค์ประกอบของไม้แต่ละชนิดแล้วยังขึ้นอยู่กับสภาวะต่างๆ ที่ทดลองโดยสภาวะที่ทดลอง คือ สภาวะในอาคารโดยเก็บไว้ในที่มืด สภาวะกลางแจ้งที่มีแดดส่องตลอดเวลา และที่สภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25°C รวมถึงระยะเวลาที่ทิ้งคราบเลือดก็ส่งผลต่อการตรวจคราบเลือดเช่นกัน โดยความเข้มข้นของเลือดที่ไม่ได้ผ่านการเจือจางเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเรืองแสงมีความแตกต่างกันหากทิ้งคราบเลือดเป็นระยะเวลานานทำให้ปริมาณของฮีโมโกลบินซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาของการทดสอบนั้นลดลงจึงทำให้การเกิดปฏิกิริยาแปรผันตามไปด้วย ดังนั้นสิ่งที่ทำให้การตรวจสอบคราบเลือดด้วยวิธีลูมินิลมีความแตกต่างกัน คือ ระยะเวลา ความเข้มข้นของเลือด และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ สภาพอากาศ องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของไม้ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ที่กล่าวมาล้วนเป็นส่วนสำคัญทำให้คราบเลือดบนผิวไม้ชนิดต่างๆ ในแต่ละระยะเวลาและในแต่ละสภาวะที่ทำการทดลองนั้นจางหายไป แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถเห็นการเรืองแสงของสาร

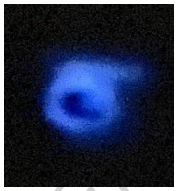
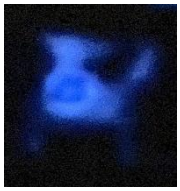
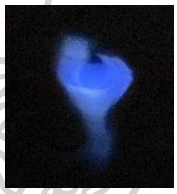
ลูมินอลได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพิสูจน์หลักฐานที่พบในสถานที่เกิดเหตุ การสอบสวนคดี และอาจใช้ในการตรวจหาคราบเลือดบนผิวไม้ในตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

ข้อแนะนำในการทำวิจัย

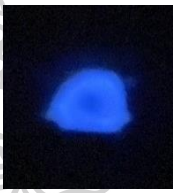
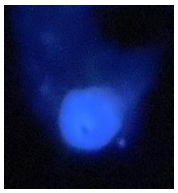
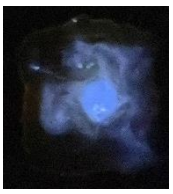
ควรทำการศึกษาและเปรียบเทียบการตรวจคราบเลือดด้วยวิธีอื่นเพิ่มเติมและเนื่องจากงานวิจัยนี้ศึกษาตรวจคราบเลือดเฉพาะบนผิวไม้ยางพารา ไม้สน และไม้สัก จึงควรทำการศึกษาบนผิวไม้ชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการตรวจความคงอยู่ของคราบเลือดให้มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ได้จริงในด้านนิติวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก

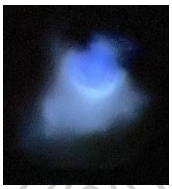
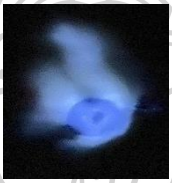
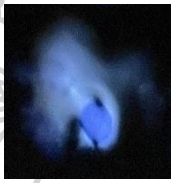
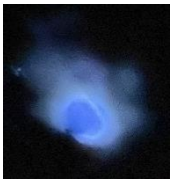
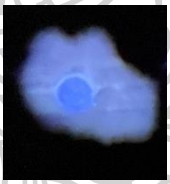
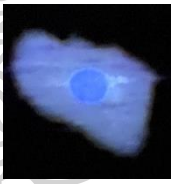
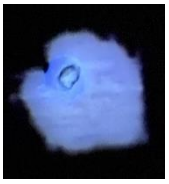
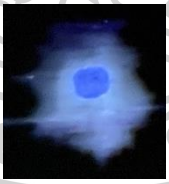
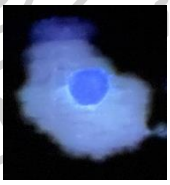
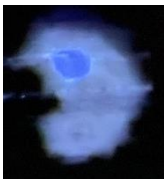
ตารางที่ 6 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ยางพาราในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้ยางพาราที่สภาวะในอาคาร		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

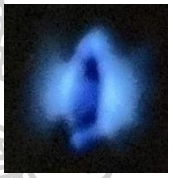
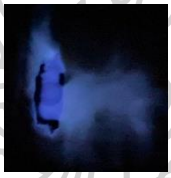
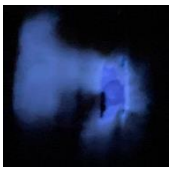
ตารางที่ 7 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ยางพาราในสภาวะกลางแจ้ง

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้ยางพาราที่สภาวะกลางแดด		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

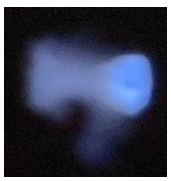
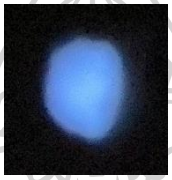
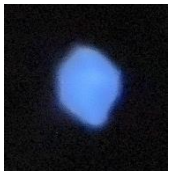
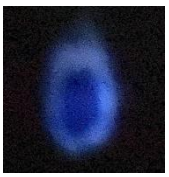
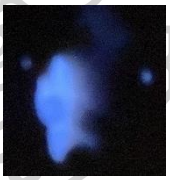
ตารางที่ 8 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้ยางพาราในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25˚C

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้ยางพาราที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิ 25˚C		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

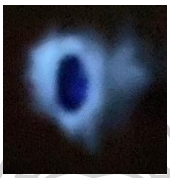
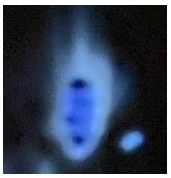
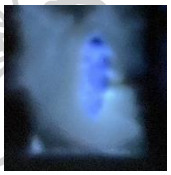
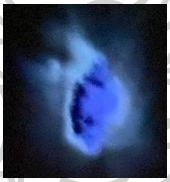
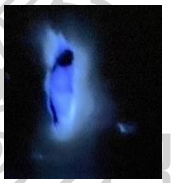
ตารางที่ 9 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สนในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้สนที่สภาวะในอาคาร		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

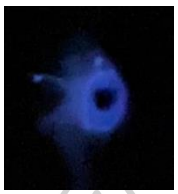
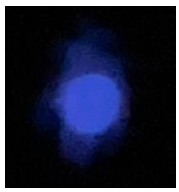
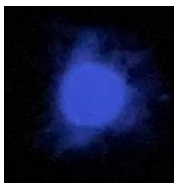
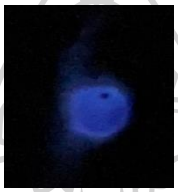
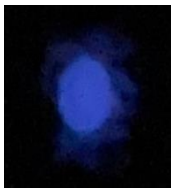
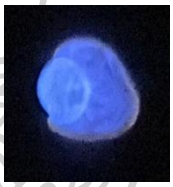
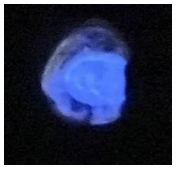
ตารางที่ 10 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สนในสภาวะกลางแจ้ง

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้สนที่สภาวะกลางแดด		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

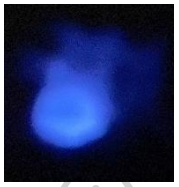
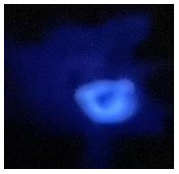
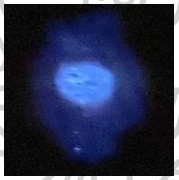
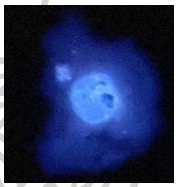
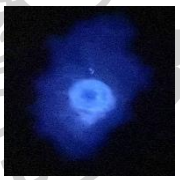
ตารางที่ 11 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สนในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25˚C

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้สนที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิ 25˚C		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

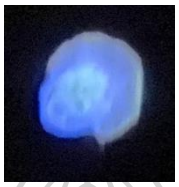
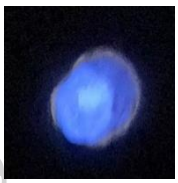
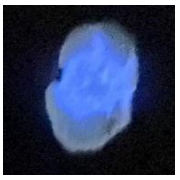
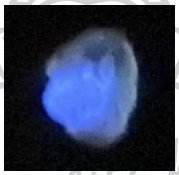
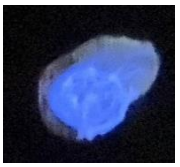
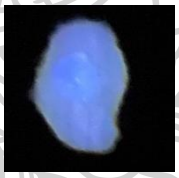
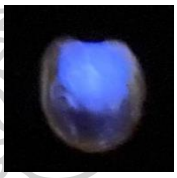
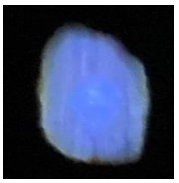
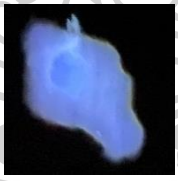
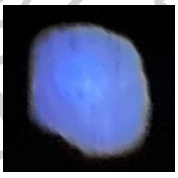
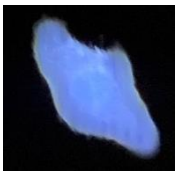
ตารางที่ 12 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สักในสภาวะในอาคารที่เก็บไว้ในที่มืด

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้สักที่สภาวะในอาคาร		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

ตารางที่ 13 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สักในสภาวะกลางแจ้ง

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้สักที่สภาวะกลางแดด		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

ตารางที่ 14 ผลการศึกษาการคงอยู่ของคราบเลือดบนพื้นผิวไม้สักในสภาวะในอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ 25˚C

ระยะเวลา (4 สัปดาห์)	ประเภทผิวไม้สักที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิ 25˚C		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สัปดาห์ที่ 1			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 3			
สัปดาห์ที่ 4			

รายการอ้างอิง

1. Goodwin, W. , A. Linacre, and S. Hadi, Forensic Human Identification - An Introduction. 2007, Boca Raton: CRC Press
2. Castro, D.M. Biological Evidence Collection and Forensic Blood Identification. 2013 [cited 2022 10/ 21] ; Available from: http:// www. identacode. org/ Castro_Review_ Biological_Evidence_2011.pdf.
3. Rumpan P. Anatomy and human physiology 4ed. Bangkok: Sophon Printing; 1998. (in Thai)
4. Stock, J.T. and J.D. Stuart, The decomposition of hydrogen peroxide by blood. George center's discovery of the enzyme involved. Bull. Hist. Chem, 2005. 30: p. 113-117.
5. Specht, W. , The Chemiluminescense of Hemin as a means of finding and recognizing blood traces of forensic importance. Angew Chem, 1937. 50: p. 155-157.
6. Watkins, M.D. and K.C. Brown. A comparison of visual enhancement chemicals study for the recovery of possible blood stains at the crime scene luminol vs. blue star®. 2006 [cited 2022 10/22]; Available from: http://docplayer.net/11075020-Blood-detection-a-comparison of-visual-enhancement-chemicals-for-the-recovery-of-possible-blood-stains-at-the-crimescene-luminol-vs.html
7. Grodsky, M., K. Wright, and P.L. Kirk, Simplified preliminary blood testing: an improved technique and a comparative study of methods. Journal of Criminal Law, Criminology and Police Science 1951. 42(1): p. 95-104.
8. Weber, K., Die andwendung der chemiluminescenz des luminols in der gerichtlichenmedizin und toxicologie. Deutsche Zeitschriftfür die GesamteGerichtlicheMedizin 1966. 57: p. 410- 423.

9. Joanne, W.L., C.I. Jonathan, and Q.I. Terence, A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. The Journal of Biological and Chemical Luminescence, 2006. 21: p. 214-220.
10. Gross, A.M., K.A. Harris, and G.L. Kaldun, The effect of luminol on presumptive tests and DNA analysis using the polymerase chain reaction. J Forensic Sci, 1999. 44(4): p. 837-40.
11. เลี้ยง หุยประเสริฐ. การชันสูตรพลิกศพและตรวจสถานที่เกิดเหตุ. 2549 [cited 2023 18/10]; Available from: http://www.ifm.go.th/th/ifm-book/ifm-textbook/113-lesson-2.html
12. สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ. วัตถุพยานทางนิติวิทยาศาสตร์ 2551 [cited 2023 08/12]; Available from: http://www.ajarnpat.com/data/forensic-evidence.pdf.
13. แพทย์หญิงลลิตา นรเศรษฐ์ธาดา. การแปลผลความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดด้วยตนเอง. [cited 2023 06/25]; Available from: http://www.tsh.or.th/Knowledge/Details/34.
14. ศิริพร พันธศรี, การตรวจพิสูจน์คราบเลือด. วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่, 2549. 39(3): p. 25-28.
15. การอบรมครูออนไลน์วิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี).ไม้ (wood). [cited 2023 06/25]; Available from: http://designtechnology.ipst.ac.th
16. เกษตรทูเดย์. ไม้ยางพารา.[cited 2023 06/25]; Available form: https://kaset.today//%E0%
17. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. ไม้ยางพารา. 2562 [cited 2023 09/24]; Available from: https://www.oie.go.th/assets/portals/1/fileups/2/files/ArticlesAnalysis/rubberwood19.pdf
18. บริษัท เอกวัฒนาค้าไม้ จำกัด. เกร็ดความรู้เรื่องไม้สัก. 2563 [cited 2023 10/01]; Available from: https://www.eakwattana.com
19. ddproperty. 7 คุณประโยชน์ของ “เฟอร์นิเจอร์ไม้สักคุณค่าที่คู่ควรกับอสังหารของคุณ”. 2561 [cited 2023 10/01]; Available from: https://www.ddproperty.com
20. บ้านไอเดีย ความรู้คู่บ้าน. ไม้สน วัสดุสร้างบ้าน เฟอร์นิเจอร์ คุณสมบัติคุ้มราคา. 2556 [cited 2023 10/01]; Available from: https://www.banidea.com/pine-wood-home-material/
21. เฟอร์นิเจอร์ไม้สน. ไม้สนชนิดต่างๆที่ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์. 2566 [cited 2023 10/01]; Available from: https://xn--82c7abvmjc1dvad9e5gf3d2dvbg.com

22. จุฑมาศ ยิ้มนุ่น, การตรวจคราบโลหิตของมนุษย์ด้วยวิธีฟีนอฟธาลีน ลูมินอล และฟลูออเรซซีนบนพื้น รองเท้าชนิดต่างๆ . 2559, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
23. พินิตา กรทอง, เปรียบเทียบการตรวจคราบโลหิตโดยวิธี Kastle-Meyer, Luminol และ Bluestar บนพื้นผิวที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุน. 2558, วิทยาพิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
24. Weber, K., Die andwendung der chemiluminescenz des luminols in der gerichtlichenmedizin und toxicologie. Deutsche Zeitschriftfür die GesamteGerichtlicheMedizin 1966. 57: p. 410- 423.
25. Joanne, W.L., C.I. Jonathan, and Q.I. Terence, A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. The Journal of Biological and Chemical Luminescence, 2006. 21: p. 214-220.
26. ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์ และคณะ, “คุณสมบัติของไม้ยางพาราเพื่อคัดเลือกพันธ์ยาง,” วารสารยางพารา ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ 10 กรกฎาคม-กันยายน 2555.
27. Pine wood furniture. [home page on the Internet]. Bangkok: Pine wood, Inc.; c 2023 [cited 2023 Oct 20]. Available from: https://xn--82c7abvmjc1dvad9e5gf3d2dvbg.com (in Thai)
28. บางรักษ์ เชษฐสิงห์. หลักเกณฑ์การแบ่งไม้เนื้ออ่อนไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ .2563 [cited 2023 10/01]; Available from: http://forprod.forest.go.th
29. Joanne, W.L., C.I. Jonathan, and Q.I. Terence, A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. The Journal of Biological and Chemical Luminescence, 2006. 21: p. 214-220.
30. สรวง สมานหมู่. การตรวจร่องรอยเลือดจากการเรืองแสงของลูมินอล. 2554 [cited 2023 10/15];Available from: http://nstda.or.th
31. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. ไม้ยางพารา. 2562 [cited 2023 09/24]; Available from: https://www.oie.go.th/assets/portals/1/fileups/2/files/ArticlesAnalysis/rubberwood19.pdf
32. Barni, F., et al., Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection. Talanta, 2007. 72(3): p. 896-913.
33. SAK WoodWorks. ข้อควรรู้ก่อนทำงานไม้สน. 2563 [cited 2023 10/01]; Available from: www.sakwoodworks.com/products

34. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. ไม้สัก. 2563 [cited 2023 10/01]; Available from: http://forprod.forest.go.th/forprod/default.php

Taweesak furniture. 7 ข้อดีของการอบไม้สักด้วยเตาอบไม้. 2563 [cited 2023 10/01]; Available from: https://www.taweesakfurniture.com/

รายการอ้างอิง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล Suriyaporn Boontum

วุฒิการศึกษา Silpakorn University