การตรวจสอบผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล เพื่อการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์

โดย
นางสาววรารัตน์ สุดา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจสอบผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล เพื่อการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์

โดย
นางสาววรารัตน์ สุดา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

EXAMINATION OF BURIED FABRICS USING DIGITAL MICROSCOPE FOR FORENSIC APPLICATION

By

MISS Wararat SUDA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Academic Year 2024

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การตรวจสอบผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล เพื่อการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์
โดย	นางสาววรารัตน์ สุดา
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

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

630720056 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2
คำสำคัญ : ผ้า, การฝังกลบ, กล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล, นิติวิทยาศาสตร์

นางสาว วรารัตน์ สุดา: การตรวจสอบผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล เพื่อการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม

ผ้าเป็นหลักฐานสำคัญที่มักพบในการพิจารณาคดีที่เกี่ยวข้องกับการฝังศพหรือการทิ้งร่าง งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผ้าและเส้นใยภายใต้สภาพการฝังจำลอง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่เส้นใยผ้าสีขาว ซึ่งรวมถึงคอตตอน ป่าน โพลีเอสเตอร์ เครปซาติน และโทเร (โพลีเอสเตอร์ 65% และฝ้าย 35%) ในการทดลองนี้ ผ้าถูกตัดเป็นชิ้นขนาด 10 x 10 เซนติเมตรและฝังในดินทรายและดินเหนียวที่ความลึก 50 เซนติเมตร ในจังหวัดนครราชสีมา หลังจากฝังผ้าแล้วในช่วง 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน เส้นใยผ้าถูกขุดขึ้นมา เพื่อตรวจสอบลักษณะของผ้าและเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผ้าที่ได้รับความเสียหายมากที่สุดคือผ้าลินิน ซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติ ที่แสดงการลอกและฉีกขาดหลังจากฝังไว้ไม่น้อยกว่า 15 วัน ซึ่งเห็นได้ชัดเจนขึ้นหลังจากการฝังนานขึ้น เนื่องจากเส้นใยหลุดออกจากการจัดแนวเดิมและบางเส้นใยหายไปเมื่อเทียบกับตัวอย่างผ้าที่ไม่ได้ฝัง เมื่อฝังเป็นเวลา 60 วัน เส้นใยได้รับความเสียหายมากยิ่งขึ้นจนไม่สามารถระบุชนิดของผ้าได้ สำหรับผ้า 100% โพลีเอสเตอร์ เช่น โพลีเอสเตอร์และเครปซาติน ผ้ายังคงรูปทรงและแสดงความเสียหายเล็กน้อยแม้จะถูกฝังเป็นเวลา 75 วันในทั้งสองประเภทของดิน งานวิจัยนี้แนะนำว่า การศึกษาผ้าและเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิตอลสามารถใช้ในการตรวจสอบผ้าที่ถูกฝังในดิน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับคดีทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

630720056 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Fabrics Burial Digital Microscope Forensic Science

MISS Wararat SUDA : Examination of Buried Fabrics Using Digital Microscope for forensic application Thesis advisor : Orathai Kheawpum

Fabric is often considered a key piece of evidence in burial or body disposal cases. This research aims to study the damage to fabrics and fibers under simulated burial conditions using a digital microscope. The study focuses on white fabric fibers, including cotton, linen, polyester, crepe satin, and Tore (65% polyester and 35% cotton). In the experiment, fabrics were cut into 10 x 10 cm pieces and buried in sandy and clay soils at a depth of 50 cm in Nakhon Ratchasima Province. The fabric fibers were excavated after 15, 30, 45, 60, and 75 days of burial and then examined for fabric and fiber characteristics using a digital microscope. The results showed that the fabric with the most damage was linen, a natural fiber, which displayed signs of peeling and tearing after being buried for at least 15 days. This became more evident after burial, as fibers detached from their original alignment and some fibers were missing when compared to samples of fabric that were not buried. If buried for up to 60 days, the fibers suffered even greater damage, to the point where the fabric was no longer identifiable. For 100% polyester fabrics, such as polyester and crepe satin, the fabric retained its shape and showed minimal damage even after being buried for 75 days in both soil types. This research suggests that studying fabric fibers with a digital microscope can be used to investigate fabrics buried in soil, which may be relevant in forensic cases

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง “การตรวจสอบผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอลเพื่อการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาในการให้ความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อรทัย เขียวพุ่ม ที่กรุณามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวคิดที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปใช้ ใส่ใจทุกรายละเอียดตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิภายใน อาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ยุภาพร สมีน้อย ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้ความรู้เพิ่มเติม ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ที่ใช้ดำเนินการทดลง จนงานวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ที่คอยให้ความสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ พร้อมยังคอยช่วยพัฒนาผู้วิจัยอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยซาบซึ้งถึงความกรุณาดังกล่าว และขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

วรารัตน์ สุดา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

3. สมมติฐานของการวิจัย 3

4. ขอบเขตของการวิจัย 3

5. นิยามศัพท์เฉพาะ 3

6. กรอบแนวคิดการวิจัย 4

บทที่ 2 5

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนิติวิทยาศาสตร์ 5

1.1 นิติวิทยาศาสตร์คืออะไร 5

1.2 ความสำคัญของนิติวิทยาศาสตร์ 5

1.4 แหล่งที่พบพยานหลักฐาน 7

1.5 พยานวัตถุ 8

2. ความรู้เกี่ยวกับผ้าและเส้นใย 8
2.1 การจัดระบบและการจำแนกเส้นใย (จิราพร เกิดแก้ว, 2558) 9
2.2 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบของเส้นใย 9
2.3 คุณสมบัติของผ้าแต่ละประเภท 12
2.4 โครงสร้างทางกายภาพของเส้นใย 15
2.5 รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใย 16
2.6 ลักษณะการจัดเรียงตัวภายในเส้นใย 16
3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2567) 17
3.1 ดิน 17
3.2 ส่วนประกอบของดิน 19
3.3 สีของดิน 20
3.4 เนื้อดิน 21
3.5 คุณสมบัติทางเคมีของดิน 23
4. เครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ 24
4.1 กล้อง Dino-Lite Digital Microscope 24
4.2 กล้อง Dino-Lite Edge AF4915 Series 27
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
บทที่ 3 32
วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย 32
1. กลุ่มตัวอย่าง 32
2. เครื่องมือในการศึกษาวิจัย 32
3. ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล 32
3.1 การเตรียมตัวอย่างผ้า 32
3.2 การเตรียมฝังกลบ 33

3.3 การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้า 34
บทที่ 4 36
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 36
1. ข้อมูลสภาพแวดล้อมและดินในการฝังกลบ 36
2. ผลการตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้า 37
บทที่ 5 42
บทสรุป อภิปลายผล และข้อเสนอแนะ 42
1.สรุปผลการศึกษา 42
1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้า 42
1.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใย 43
2. อภิปลายผลการศึกษา 44
รายการอ้างอิง 46
ประวัติผู้เขียน 49

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตางรางที่ 1 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบของเส้นใย 9

ตารางที่ 2 ระดับชั้นของความเป็นกดเป็นด่างของดิน (ธนากร ลีประโคน, 2548)..... 23

ตารางที่ 3 อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนตลอดการฝังกลบตัวอย่างผ้า..... 36

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้า..... 37

ตารางที่ 5 ผลตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยผ้า..... 39

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 Dino-Lite Edge AF4915 Series..... 27

รูปที่ 2 ตัวอย่างผ้า 5 ชนิด ผ้าป่าน (A) ผ้าคอตตอน (B) ผ้าโพลีเอสเตอร์ (C) ผ้าโทเร (D) 33

รูปที่ 3 หลุมฝังกลบขนาดกว้าง x ยาว 30 cm (A) และ ระดับความลึกของหลุม 50 cm (B)..... 33

รูปที่ 4 ดินทราย (A) และดินเหนียว (B) สำหรับการฝังกลบผ้า..... 34

รูปที่ 5 การฝังกลบตัวอย่างผ้าทั้งหมด 5 ชนิด ชนิดละ 3 ชิ้น ที่ระดับความสูงจากใต้ดิน 50 ซม..... 34

รูปที่ 6 การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใย (A) กล้อง Digital Microscope (B) 35

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจพิสูจน์หลักฐานในสถานที่เกิดเหตุเพื่อเก็บรวบรวมวัตถุพยานใช้ในการตรวจพิสูจน์หาตัวผู้กระทำความผิดหรือความเป็นธรรมให้กับผู้ที่กล่าวหา เนื่องจากพยานวัตถุมีอยู่หลายประเภท ได้แก่ วัตถุพยานที่มาจากร่างกาย เช่น เส้นผม โลหิต น้ำลาย น้ำอสุจิ เส้นขน และเส้นผม เป็นต้น พยานวัตถุที่ได้จากรอยประทับ เช่น รอยนิ้วมือแฝง รอยเท้า รอยยางรถ และพยานวัตถุประเภทสิ่งของ เช่น เอกสาร อาวุธปืน ปลอกกระสุน รวมถึงเสื้อผ้าที่พบบ่อยในสถานที่เกิดเหตุ เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และติดอยู่กับร่างกายมากที่สุด ซึ่งหากเกิดเหตุอาชญากรรม เมื่อคนร้ายทำการฆาตกรรมเหยื่อ จะมีความคิดที่พยายามทำลายพยานหลักฐานต่างๆ เพื่อปกปิดความผิด โดยเฉพาะกับศพที่ได้ลงมือฆาตกรรม การนำศพไปฝังกลบในดินเป็นวิธีการจัดการ ที่ทำกันทั่วไปเพื่ออำพรางคดี และเสื้อผ้าที่เหยื่อสวมใส่ก็มักจะถูกฝังไปพร้อมกับศพด้วย เสื้อผ้าเหล่านั้นจึงเป็นวัตถุพยานสำคัญที่มีคุณค่าในการช่วยสืบสวนคดีเพื่อหาตัวผู้กระทำความผิด วิชชุดา เทพเดชา (2556)

ดังนั้นผ้าจึงมีความสำคัญที่สามารถนำมาเป็นวัตถุพยานชนิดหนึ่งในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันของเส้นใยผ้า ที่พบในสถานที่เกิดเหตุหรือไม่ พบว่าผ้ามีทั้งที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน รวมถึงคุณลักษณะเฉพาะของเส้นใยในผ้าแต่ละชนิด ที่สามารถนำมาจำแนกแล้วใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานประเภทเส้นใยในคดีได้ (ธิติ มหาเจริญ, 2563) นอกจากการตรวจวัตถุพยานประเภทเส้นใยและผ้าที่หลากหลายชนิดเพราะสามารถพบได้ทั่วไปในสถานที่เกิดเหตุ อีกทั้งยังสามารถนำมาตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ ช่วยประเมินความเสียหาย ได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด เช่น ดูร่องรอยการฉีกขาดของผ้าจากการโดนแทงด้วยอาวุธประเภทใด การถูกยิง เป็นต้น รวมถึงกรณีในการถูกฝังกลบทำลายหลักฐานที่ผ้าและเส้นใยจะยังสามารถหลงเหลืออยู่ได้บ้าง เพราะผ้าแต่ละชนิดมีองค์ประกอบจากเส้นใย และใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายแตกต่างกัน เช่น งานวิจัย ณัฏฐา รังษี (2565) ศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยผ้าภายใต้สถานการณ์จำลองการฝังศพ ทดลองกับเส้นใยผ้าชนิดต่างๆ หลังจากการฝังเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน เส้นใยธรรมชาติทั้งหมดได้รับความเสียหาย (ฝ้าย ไหม ป่านมัสลิน เรยอน และลินิน)

หลังจากฝังเป็นเวลาอย่างน้อย 14 วัน ซึ่งเปรียบเทียบกับตัวอย่างผ้าที่ไม่ได้ฝังพบว่าเส้นใยธรรมชาติจะเกิดการย่อยสลายในระยะเวลาไม่นาน เนื่องจากการทำรายหลักฐานโดยการฝังกลบ ดินจึงเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อพยานวัตถุโดยตรง ซึ่งการถูกย่อยสลายของผ้าในสภาวะฝังกลบมีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ชนิดดิน สีของดิน เป็นต้น เป็นผลที่ทำให้เส้นใยผ้าได้รับความเสียหายมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า ระยะเวลาในการถูกฝังกลบและปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น งานวิจัย ฐิติกาญจน์ อนวัชสกุล และปริญญา สีลานันท์ (2565) ศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเส้นใยผ้า จากการฝังกลบที่ระยะเวลาและในดินที่ต่างกัน โดยใช้เส้นใยธรรมชาติ (ผ้าฝ้าย) และเส้นใยสังเคราะห์ (พอลิเอสเตอร) ฝังดินความลึก 50 เซนติเมตร ระยะเวลา 30 วัน พบว่า เส้นใยผ้าฝ้ายหลุดลอกและฉีกขาดจนมีลักษณะไม่เรียบ เมื่อฝังในดินที่เป็นกรดและที่ระยะเวลาต่างกัน เส้นใยพอลิเอสเตอร์ไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ชัดเจนและงานวิจัย Mitchell et al. (2012) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายและผ้าฝ้าย ที่ผ่านการซักฟอกที่แตกต่างกัน ฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียวมีระยะเวลาการฝังเป็นเวลา 15 วัน และ 30 วัน ผลการศึกษาพบว่าในการเปื้อนสีของผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายและผ้าฝ้ายในสภาพดินทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายและผ้าฝ้ายสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลาสั้น

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดจากการฝังกลบในดินที่มีความแตกต่างกันออกไป ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละช่วง เพื่อให้ผลจากงานวิจัยที่ได้สามารถนำไปตรวจสอบวัตถุพยานที่เชื่อมโยงตัวผู้กระทำความผิด จำลองความเสียหายหรือสถานที่เกิดเหตุ เพื่อนำไปใช้ตรวจพิสูจน์พยานวัตถุที่มีความเกี่ยวข้องกับผ้ากรณีในภาวะฝังกลบเพื่ออำพลางหลักฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประโยชน์ในการนำไปประกอบหลักการตรวจพิสูจน์หาขอเท็จจริงต่อไป โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกันที่ระยะเวลาต่างๆ

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบดินมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน

3.2 ชนิดของดินที่แตกต่างกันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้า

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกันที่ระยะเวลาต่างๆ

4.2 ขอบเขตด้านประชากร

ผ้าทอสีขาวเพื่อให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างผ้ามีทั้งทอจากเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยผสม วางขายตามร้านตัดเสื้อผ้าทั่วไป โดยการสุ่มตัวอย่างชนิดของผ้า 5 ชนิด ได้แก่ ผ้าป่าน ผ้าคอตตอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าโทเร และเครปซาติน สำหรับดินที่ใช้ฝังกลบชิ้นตัวอย่าง กำหนดใช้ดิน 2 ชนิด ได้แก่ ดินทราย แ ล ะ ดิ น เ ห นี ย ว โดยการฝังกลบ เป็นระยะเวลา 15 วัน , 30 วัน , 45 วัน , 60 วัน และ 75 วัน ในระดับความลึก 50 เซนติเมตร

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ผ้า หมายถึง วัสดุที่เป็นผืน ด้วยวิธีการทอถักหรืออัด ทำจากเส้นใยที่มีความหลากหลาย ซึ่งชนิดของผ้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผ้าป่าน ผ้าคอตตอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าเครปซาติน และผ้าโทเร เนื้อผ้าแต่ละชนิดต่างก็มีลักาณะทางการยภาพที่แตกต่างกันไป

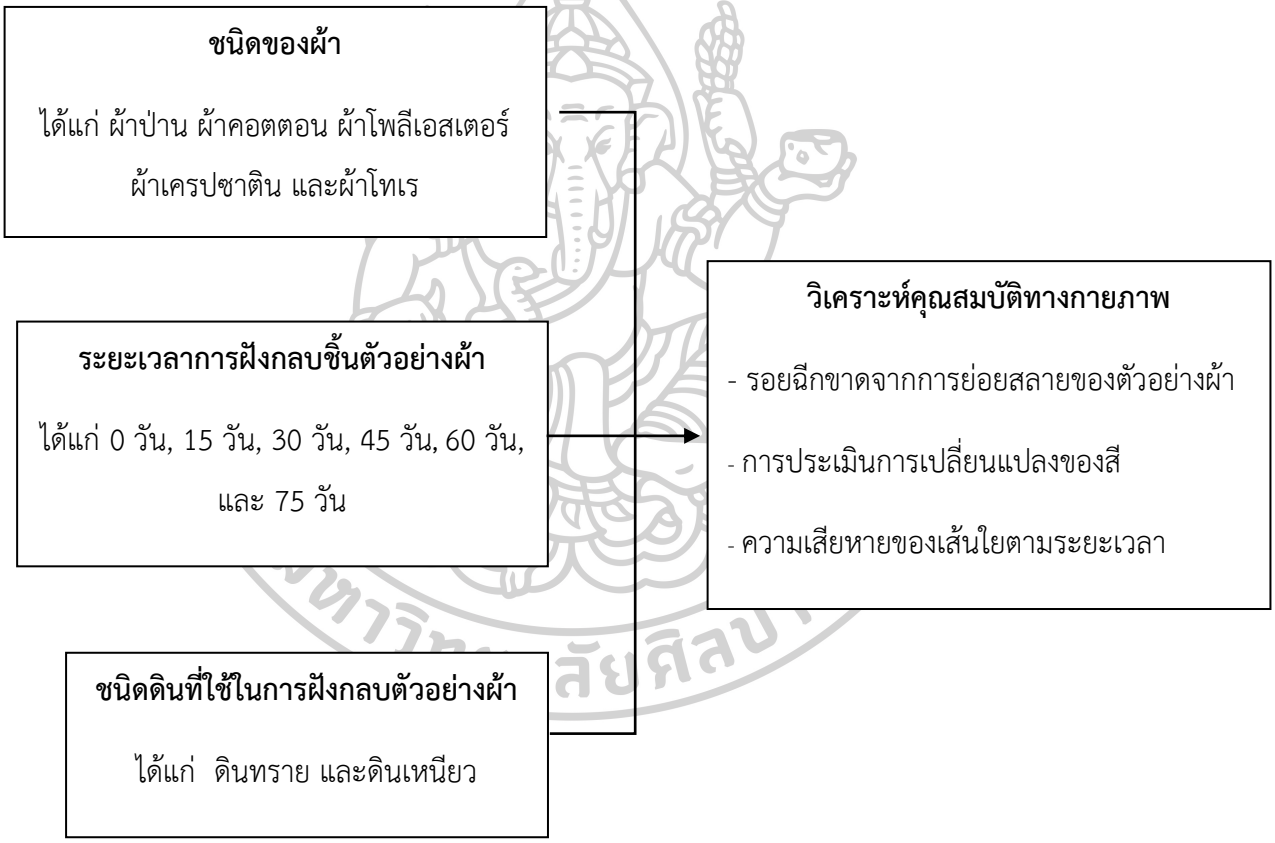
5.2 การฝังกลบ หมายถึง การฝัง ซ่อน ย้าย หรือทำลายศพ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของศพ โดยมีเจตนาแอบแฝง ย้ายหรือทำลายศพหรือส่วนของศพเพื่อปิดบังการเกิด การตายหรือเหตุแห่งการตาย ตัวอย่างที่เห็นบ่อยเช่น คดีฆ่าหั่นศพ คดีฆ่าทิ้งน้ำ ฆ่าแล้วโปกปูน หรือการฝังกลบเป็นพฤติกรรมที่คนร้ายพยายามจะปิดบังอำพรางคดี

5.3 กล้องจุลทรรศน์ดิจิตอล หมายถึง กล้องจุลทรรศน์ขนาดเล็ก พกพาสะดวก ใช้งานง่าย มีทั้งแบบมีสายและไร้สาย ภาพที่มีความละเอียดสูงสามารถบันทึกภาพและวีดีโอ ใช้วัดค่าได้โดย calibrate เพื่อความเที่ยงตรงในการวัดค่า มีความแม่นยำสูง

5.4 นิติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ในด้านกฎหมาย ทั้งประโยชน์ทางนิติบัญญัติในเรื่องการออกกฎหมาย และประโยชน์ของการคลี่คลายปัญหาและการพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ

6. กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน กรอบแนวคิดมีดังนี้



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาคนคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทาง ในการดำเนินการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนิติวิทยาศาสตร์
2. ความรู้เกี่ยวกับผ้าและเส้นใย
3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน
4. เครื่องมือการตรวจวิเคราะห์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนิติวิทยาศาสตร์

1.1 นิติวิทยาศาสตร์คืออะไร

นิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science) คือ การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ในด้านกฎหมาย ทั้งประโยชน์ทางนิติบัญญัติในเรื่องการออกกฎหมายและประโยชน์ของการคลี่คลายปัญหาและการพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ

1.2 ความสำคัญของนิติวิทยาศาสตร์

เมื่อเกิดอาชญากรรมขึ้น การที่จะเอาตัวผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรมนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะจะต้องมีการรวบรวมพยานหลักฐานมายืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิดได้อย่างชัดเจน ดังนั้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว อาทิเช่น ประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และสหรัฐอเมริกา ได้มีการนำเอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ มาพัฒนาใช้ในการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่างๆให้ได้ผลที่ถูกต้องแท้จริงตามหลักวิทยาศาสตร์เพื่อติดตามเอาตัวผู้กระทำผิดมาลงโทษ จากประโยชน์ดังกล่าวข้างต้น จึงมีการนำเอานิติวิทยาศาสตร์มาใช้ในขอบเขตโดยทั่วไป ดังนี้

- การตรวจสถานที่เกิดเหตุ และการถ่ายรูป (Crime Scene Investigation and Forensic)
- การตรวจลายนิ้วมือ ฝ่ามือ ฝ่าเท้า (Fingerprint, Palm print, Footprint)

- การตรวจเอกสาร (Document) เช่น ตรวจลายเซ็น ลายมือเขียน

- การตรวจอาวุธปืน และกระสุนปืนของกลาง (Forensic Ballistics)

- การตรวจทางเคมี (Forensic Chemistry) เช่น ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารต่างๆ

- การตรวจทางฟิสิกส์ (Forensic Physics) เช่น ตรวจร่องรอยการเฉี่ยวชนรถ

- การตรวจทางชีววิทยา (Biological Trace Evidence) เช่น ตรวจเส้นผม เลือด อสุจิ และตรวจรหัสพันธุกรรม (DNA) เป็นต้น

- การตรวจทางนิติเวช (Forensic Medicine) ได้แก่ งานนิติพยาธิงานนิติวิทยา งานชีวเคมี

- การตรวจพิสูจน์อาชญากรรมคอมพิวเตอร์ เช่น การตัดต่อสื่อบันทึกเสียง วีดีทัศน์ เปรียบเทียบร่องรอยบนแผ่นซีดี พยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์นั้นมีน้ำหนักและเป็นที่ยอมรับในนานาอารยประเทศกล่าวโดยสรุปแล้วไม่ว่าจะเป็นสาขาใดก็ตามของนิติวิทยาศาสตร์นั้นต่างมีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือการนำความรู้ทางวิชาการผนวกเข้ากับประสบการณ์และความชำนาญมาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ของกระบวรการยุติธรรมในกรณีที่เกี่ยวข้องระหว่างกฎหมายและวิทยาศาสตร์

1.3 พยานหลักฐาน

พยานหลักฐาน หมายถึง สิ่งใด ๆ ที่สามารถจับต้องได้ตามกฎหมาย และเป็นสิ่งที่สามารถนำไปเสนอในชั้นศาลเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีได้พยานหลักฐาน ตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญามาตรา 226 หมายถึง พยานบุคคล พยานเอกสาร และพยานวัตถุ

1. พยานบุคคล หมายถึง บุคคลที่รู้เห็นเหตุการณ์หรือข้อเท็จจริงในคดี หากบุคคลดังกล่าวพบเห็นเหตุการณ์ในขณะเกิดการกระท าความผิด จะเรียกว่า “ประจักษ์พยาน” ซึ่งถือว่าเป็นพยานโดยตรงในคดี แต่หากพยานบุคคลนั้นมิได้พบเห็นเหตุการณ์ในขณะเกิดการกระท าความผิดอันเป็นข้อเท็จจริงที่คู่ความในคดีมุ่งประสงค์จะพิสูจน์ความมีอยู่ แต่ได้รู้เห็นข้อเท็จจริงอย่างอื่นซึ่งต้องอาศัยการอนุมานข้อเท็จจริงหรือรับฟังร่วมกับพยานอย่างอื่น จะเรียกว่า “พยานแวดล้อม”นอกจากนี้บุคคลยังสามารถเป็นพยานบุคคลแม้มิได้ประสบพบเห็นเหตุการณ์การกระท าความผิดในคดีก็ตาม โดยเป็นบุคคลที่สามารถให้ความเห็นหรือหลักวิชาที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องอาศัยความรู้ความสามารถ หรือประสบการณ์เฉพาะแขนงของบุคคลเฉพาะกลุ่ม บุคคลเหล่านี้สามารถให้ถ้อยค าในคดีในฐานะเป็น “พยานผู้เชี่ยวชาญ” ได้

2. พยานเอกสาร หมายถึง ข้อมูลความหมายที่ถูกสื่อด้วยกระดาษหรือวัตถุอื่นใดที่ทำให้ปรากฏความหมายด้วยตัวอักษร ตัวเลข ผัง หรือแผนแบบอย่างอื่น ไม่ว่าจะโดยวิธีพิมพ์ ถ่ายภาพหรือวิธีอื่นอันเป็นหลักฐานแห่งความหมายนั้น

3. พยานวัตถุ หมายถึง วัตถุสิ่งของ รวมถึงสัตว์ สิ่งมีชีวิต ที่ใช้อ้างอิงเพื่อให้ศาลตรวจดู อย่างไรก็ดีพยานเอกสารและพยานวัตถุในบางกรณีก็มีความยากในการจำแนกกล่าวคือ การอ้างเอกสารเป็นพยานในคดีมิได้หมายความว่าเอกสารดังกล่าวจะเป็นพยานเอกสารทุกกรณี อาทิเช่น หากเป็นการอ้างข้อความบางตอนในเอกสารเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามข้อความนั้นจะถือว่าเป็นการอ้างเอกสารในฐานะที่เป็นพยานเอกสาร แต่หาก้างลายมือชื่อในเอกสารเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นลายมือชื่อที่จำเลยทำปลอมขึ้นในความผิดฐานปลอมเอกสาร หรืออ้างเอกสารทั้งเล่มเพื่อพิสูจน์ว่ามีการทำซ้ำซึ่งงานอันมีลิขสิทธิ์ จะถือว่าเป็นการอ้างเอกสารในฐานะที่เป็นพยานวัตถุ กล่าวอีกนัยหนึ่งต้องพิจารณาดูที่วัตถุประสงค์ในการใช้อ้างเอกสารเพื่อเป็นพยาน หากเป็นการอ้างเพื่อให้ศาลดูข้อความในเอกสารก็จัดเป็นพยานเอกสาร แต่หากเป็นการอ้างเพื่อให้ศาลดูรูปลักษณะของเอกสารก็จัดเป็นพยานวัตถุ

พยานหลักฐานแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. พยานหลักฐานโดยตรง (Direct evidence) คือพยานบุคคลที่รู้เห็นเหตุการณ์จะเรียกว่าประจักษ์พยาน

2. พยานแวดล้อมกรณี (Circumstantial evidence) เป็นการพิสูจน์ข้อเท็จจริงจากการนำมาปะติดปะต่อให้เกิดความคิดเชื่อมโยงเหตุการณ์ ซึ่งอาจได้จากการสันนิษฐานจากสภาพแวดล้อม หรือบุคคลแวดล้อม

3. พยานหลักฐานแท้จริง (Real evidence) คือพยานวัตถุทุกชนิด ที่สามารถพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงในคดีได้

1.4 แหล่งที่พบพยานหลักฐาน

แหล่งที่พบพยานหลักฐาน มี 4 แหล่ง ได้แก่

1. สถานที่เกิดเหตุ เช่น การพบศพ ร่องรอยการต่อสู้ พบลายพิมพ์นิ้วมือ

2. ที่ตัวผู้เสียหาย เช่น กรณีถูกอาวุธปืน คราบอสุจิ ร่องรอยบาดแผล

3. ที่ตัวคนร้าย เช่น ทรัพย์สินที่ถูกโจรกรรม เศษดิน เศษแก้ว คราบเลือด ร่องรอยบาดแผล

4. ที่ช่องทางหลบหนี และแหล่งกบดาน เช่น คนร้ายยิงคนตายแล้วหลบหนีไปพร้อมอาวุธของกลางและโยนอาวุธของกลางทิ้งระหว่างทางหลบหนี เป็นต้น

1.5 พยานวัตถุ

พยานวัตถุ หมายถึง สิ่งใด ๆ ไม่ว่าอยู่ในสถานะของแข็ง ขแงเหลวหรือแก๊ส ที่สามารถพิสูจน์ได้ว่ามีการกระทำผิดเกิดขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. พยานวัตถุที่เคลื่อนย้ายได้ ซึ่งเป็นวัตถุที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา เช่น กระป๋อง เก้าอี้ ของเหลว เป็นต้น

2. พยานวัตถุที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ เป็นวัตถุที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เช่น รถยนต์ พนังตึก ซึ่งการเก็บรักษาใช้การถ่ายภาพ วาดรูปตามมาตราส่วนจริง หรือหล่อปูนปลาสเตอร์ ประเภทวัตถุพยาน ได้แก่

- ลายพิมพ์นิ้วมือ ลายพิมพ์ฝ่ามือ ลายพิมพ์ฝ่าเท้า
- เอกสาร
- อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน
- พยานวัตถุทางชีววิทยา เช่น เส้นผม เส้นขน เลือด คราบอสุจิ
- ยาเสพติด ยาพิษ
- ประเภทอื่น ๆ เช่น เศษแก้ว เศษดิน รอยแตก รอยยางรถยนต์ และเสื้อผ้า เป็นต้น

2. ความรู้เกี่ยวกับผ้าและเส้นใย

นวลแข ปาลิวนิช (2556) ได้ให้ความหมายของคำว่า ความรู้เรื่องผ้า หมายถึง ผ้าหรือสิ่งทอหริอผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่ผลิตจากเส้นใยทั้งด้วย วิธีการทอและวิธีอื่นๆ

จากความหมายของวิชาความรู้เรื่องผ้า ดังกล่าว พอสรุปได้ว่า วิชาความรู้เรื่องผ้า “Textiles” หมายถึง ความรู้ที่ครอบคลุมถึงลักษณะ คุณสมบัติ และขบวนการผลิตเส้นใย เส้นด้าย และผืนผ้าน ในลักษณะการทอ การถัก และการอัด ตลอดจนทั้งการตกแต่ง การเก็บรรักษาผ้าทุกชนิด ซึ่งเกิดขึ้นโดยขบวนการทางเคมีและฟิสิกส์

คุณสมบัติของเส้นใยผ้า ผ้าแต่ละชนิดมีคุณสมบัติ แตกต่างกันตามชนิดและที่มาของเส้นใย ถ้าเป็นผ้าที่ได้มาจากเส้นใยธรรรมชาติการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทำได้ยากกว่าผ้าที่ได้จากเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งสามารถผลิตและเพิ่มเติมปรับปรุงคุณสมบัติได้ตามที่ผู้เชี่ยวชาญค้นคว้า โดยคำนึงถึงประโยชน์การใช้สอย การดูแลรักษา ความสวยงามและความเหมาะสมในเรื่องราคา

2.1 การจัดระบบและการจำแนกเส้นใย (จิราพร เกิดแก้ว, 2558)

การจัดระบบและการจำแนกเส้นใยต้องอาศัยพื้นฐานจากสิ่งต่อไปนี้

1. แหล่งที่มาของเส้นใย ได้แก่ เส้นใยที่ได้มาจากธรรมชาติและจากการประดิษฐ์

2. ชนิดของส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใย ได้แก่ ใยเซลลูโลส ใยโปนตีน ใยแก้ว และใยสังเคราะห์

3. ชื่อสามัญหรือชื่อสกุลของเส้นใย โดยแบ่งเส้นใยที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมือนกัน เช่น เรยอนหรือโพลีเอสเตอร์

4. ชื่อเฉพาะของเส้นใยและชื่อการค้า เช่น ไนลอน เบ็มเบิร์กเรยอน และเดครอนโพลีเอสเตอร์

2.2 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบของเส้นใย

แบ่งเส้นใยเป็นกลุ่มใหญ่ 2 กลุ่ม คือ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์ แล้วแบ่งอีกครั้ง คือ เส้นใยธรรมชาติจากพืช จากสัตว์ จากแร่ ส่วนเส้นใยประดิษฐ์จาดเซลลูโลส โพลีเมอร์ที่ไม่มีเซลลูโลสจากโปรตีน ยาง โลหะ และแร่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตางรางที่ 1 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบของเส้นใย

ชนิด	ชื่อเส้นใย	ที่มาหรือส่วนประกอบ
เส้นใยธรรมชาติ		
พืช	ฝ้าย (Cotton)	เมล็ดฝ้าย (เซลลูโลส)
	ลินิน	เปลือกต้นแฟลกซ์ (เซลลูโลส)
	ป่าน	ผิวหรือเปลือกต้นป่าน (เซลลูโลส)
	ปอ	ผิวหรือเปลือกต้นปอ (เซลลูโลส)
	ป่านศรนารายณ์	ใบอะกาเว (เซลลูโลส)
	นุ่น	ฝักของต้นนุ่น (เซลลูโลส)
	รามี	ต้นป่านรามีหรือหญ้าจีน (เซลลูโลส)
	ใยมะพร้าว	กาบมะพร้าว (เซลลูโลส)
	ใยสับปะรด	ใบสับปะรด (เซลลูโลส)
สัตว์	ขนแกะ	แกะ (โปรตีน)
	ไหม	ตัวไหม (โปรตีน)
	ผม	ขนจากสัตว์ (โปรตีน)

แร่	ใยหิน	หิน (ซิลิเกตของแมกนีเซียมและแคลเซียม)
เส้นใยประดิษฐ์		
เซลลูโลส	เรยอน	เศษฝ้าย เนื้อไม้
	อะซิเตต	เศษฝ้าย เนื้อไม้
	ไตรอะซิเตต	เศษฝ้าย เนื้อไม้
ไม่มีเซลลูโลส	ไนลอน	อะลิฟาติกโพลีอะไมด์
	อะรามิด	อะโรเมติกโพลีอไมด์
	โพลีเอสเตอร์	ไดไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดเทเรพทาลิก
	อะคริลิก	อะคริโลไนทริล
	โมดอะคริลิก	อะคริโลไนทริล
	สแปนเด็กซ์	โพลียูริเทน
	โอเลฟิน	เอทิลีนหรือโพรพิลีน
	วินยอน	ไวนีลคลอไรด์
	ซาแรน	ไวนีลลิดีนคลอไรด์
	โนวอลอยด์	ฟีนอลและโนวัลแลก
	โพลีคาร์บอเนต	กรดคาร์บอนิก
	โพลีเบนซิมไอดาโซล	เตตระไมโนไบฟีนีลและไดฟีนีลไอโซทาเลต
	อัลจิเนต	แคลเซียมอัลจิเนต
	ฟลูออโรคาร์บอน	เตตระฟลูออโรเอทิลีน
	กราฟต์	การเชื่อมโมเลกุลของโพลีเมอร์
	แมทริกซ์	การผสมของโพลีเมอร์
	อะนิเด็กซ์	โมโนไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดอะคริลิก
	ลาสทริล	อะคริโลไนทริล
	ไนทริล	ไวนีลลิดีนไดไนทริล
	ไวนัล	ไวนีลแอลกอฮอล์

2.2.1 เส้นใยธรรมชาติ (Natural Fibers)

1. เส้นใยพืช เช่น ฝ้าย (Cotton) ลินิน (Linen) ปอ (Jute) ป่าน (Ramie) นุ่น (Kapok) กัญชง (Hemp) สับปะรด (Pineapple) เป็นต้น ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ เสื้อผ้าสวมใส่ในฤดูร้อน ทำผ้าเช็ดตัว ผ้าเช็ดมือ ผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน เสื้อผ้า เด็กอ่อน ผ้าอ้อม ผ้าลูกไม้ ผ้าเช็ดหน้า ผ้าปูโต๊ะ ผ้าเช็ดปาก

2. เส้นใยสัตว์ เช่น ขนสัตว์ (Wool) ไหม (Silk) ผม (Hair) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ เสื้อขนแกะ ผ้าไหม สูท เสื้อกันหนาว ผ้าห่ม

3. แร่ธรรมชาติ เช่น แร่ใยหิน (Asbestos) และใยบะซอลต์ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ผ้าคลุมด้านล่างของประตูที่มีความทนทานมากๆ นิยมในต่างประเทศ สำหรับป้องกันรอยขีดข่วนจากสัตว์โดยเฉพาะ เช่น สุนัข แมว เป็นต้น แต่ปัจจุบันแร่ใยหินถูกสั่งห้ามใช้ในบางประเทศแล้วเพราะพบว่ามีอันตรายต่อร่างกายเมื่อสูดดมผลิตภัณฑ์

2.2.2 เส้นใยประดิษฐ์ (Man-made Fibers)

1. ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เช่น เรยอน (Rayon) ใช้ทำเสื้อผ้าไหมเทียมอะซิเทต (Acetate) ใช้ทำผ้าแพรต่วน ผ้าทีซี (T/C) (ผ้าที่มีส่วนผสมของใยฝ้าย 65% และใยพอลิเอสเทอร์ 35%) ใช้ตัดเสื้อผ้าทั่วไป ผ้าซีทีซี (CTC) (ผ้าที่มีส่วนผสมของใยฝ้าย 70% และใยพอลิเอสเทอร์ 30%) ใช้ตัดเย็บเสื้อผ้าแทนผ้าฝ้าย และมีความทนทานกว่าผ้าฝ้าย

2. เส้นใยสังเคราะห์ เช่น อะคริลิก (Acrylic) ใช้ทำเสื้อขนสัตว์เทียม ผลิตผ้าที่มีขนไหมพรม ผ้าห่ม ถุงเท้า พรมปูพื้น โพลีเอสเทอร์ (Polyester) ใช้เลียนแบบและผสมกับเส้นใยอื่นได้ดีนิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมเสื้อผ้า ไนลอน (Nylon) ใช้ทำถุงน่องสตรีและเสื้อผ้าต่างๆ สแปนเด็กซ์ (Spandex) หรือไลครา (Lycra) ใช้ทำเสื้อชั้นในสตรี ยางยืด และผ้าที่ใช้ทางการแพทย์ เป็นต้น

3. เส้นใยสังเคราะห์ เช่น อะคริลิก (Acrylic) ใช้ทำเสื้อขนสัตว์เทียม ผลิตผ้าที่มีขนไหมพรม ผ้าห่ม ถุงเท้า พรมปูพื้น โพลีเอสเทอร์ (Polyester) ใช้เลียนแบบและผสมกับเส้นใยอื่นได้ดีนิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมเสื้อผ้า ไนลอน (Nylon) ใช้ทำถุงน่องสตรีและเสื้อผ้าต่างๆสแปนเด็กซ์ (Spandex) หรือไลครา (Lycra) ใช้ทำเสื้อชั้นในสตรี ยางยืด และผ้าที่ใช้ทางการแพทย์ เป็นต้น

4. แร่และเหล็ก เช่น โลหะ (Metal) แก้ว (Glass) เซรามิกส์ (Ceramics) กราไฟต์ (Graphite)

2.3 คุณสมบัติของผ้าแต่ละประเภท

เสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม นับเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพื่อปกปิดร่างกายและช่วยสร้างความอบอุ่นสำหรับมนุษย์ แต่เมื่อยุคสมัยเปลี่ยนแปลงไป นิยามและความสำคัญของเสื้อผ้าก็ได้มีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ส่งผลให้การเลือกสวมใส่เสื้อผ้าในปัจจุบันไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ที่การนำมาใช้เพื่อเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตอีกต่อไป แต่ยังได้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นเครื่องบ่งบอกถึงลักษณะความชอบ และฐานะของผู้สวมใส่ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอในปัจจุบันได้มีการนำนวัตกรรมเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยในกระบวนการผลิตถักทอ เพื่อให้ได้เนื้อผ้าในแบบต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับกับการใช้งานในแต่ละประเภท ดังนี้

2.3.1 ผ้าคอตตอน

ผ้าคอตตอน หรือผ้าฝ้าย เป็นเนื้อผ้าที่ผลิตมาจากเส้นใยฝ้าย (Cotton) ซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้ มาจากการนำผลฝ้ายที่แก่จัดมาแยกเอาเปลือกและเมล็ดออก ก่อนจะนำปุยฝ้ายสีขาวซึ่งเป็นส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ด มาปั่นจนเกิดเป็นเส้นด้าย แล้วนำมาถักทอเป็นผืนผ้า โดยคุณภาพและความยาวของเส้นใยฝ้ายนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ รวมถึงลักษณะพื้นที่ และสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการปลูก เส้นใยฝ้ายส่วนใหญ่จะมีความยาวประมาณ 7/8 นิ้ว ซึ่งขนาดที่นิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอจะมีความยาวอยู่ที่ประมาณ 1/2 นิ้ว

<u>คุณสมบัติของผ้าคอตตอน</u>

ผลิตจากเส้นใยฝ้ายธรรมชาติ ให้สัมผัสนุ่ม สวมใส่สบาย มีความทนทานผ้าคอตตอนสามารถดูดซับความชื้นจากเหงื่อและน้ำได้ดี และยังสามารถระบายความชื้นออกได้อย่างรวดเร็ว จึงเหมาะสมสำหรับการสวมใส่ในช่วงที่มีอากาศร้อน ผ้าคอตตอนทนต่อความร้อน จึงสามารถซักและรีดได้ด้วยอุณหภูมิสูง โดยไม่ทำให้เนื้อผ้าไหม้หรือเกิดการหดตัว ผ้าคอตตอนมีคุณสมบัติการคืนต่ำ และค่อนข้างยับง่าย แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนากระบวนการในการผลิตเส้นใยฝ้ายให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น จึงทำให้ผ้าคอตตอนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

เนื้อผ้าเหมาะสำหรับการทำเสื้อยืด โดยสามารถนำมาทำซิลค์สกรีนแบบสีลอย สีจม รวมไปถึงการปริ้นสกรีน ได้โดยไม่ต้องกลัวว่าเนื้อผ้าจะเสีย

2.3.2 ผ้าโพลีเอสเตอร์

ผ้าโพลีเอสเตอร์ หรือที่รู้จักกันในชื่อ ผ้า TK เป็นเนื้อผ้าที่ผลิตขึ้นมาจากเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งเกิดจากกระบวนการทางเคมีของ Ethylene Glycol และ กรด Terephthalic ทำให้ได้เส้นใยพลาสติกที่มีความแข็งแรงกว่าเส้นใยจากธรรมชาติ รวมถึงมีความยืดหยุ่นสูง และทนทานต่อการหลุดลุ่ยหรือฉีกขาดได้ดีในปัจจุบัน ผ้าโพลีเอสเตอร์ได้ถูกนำมาพัฒนาเพื่อให้มีรูปแบบที่หลากหลาย

และมีคุณภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น โดยหนึ่งในรูปแบบที่ได้รับความนิยม คือการนำผ้าใยสังเคราะห์ชนิดนี้มาพัฒนาให้มีความนุ่มนวลจนมีสัมผัสคล้ายกันกับผ้าไหม หรือที่มักจะรู้จักกันในชื่อ Silk ประเภทต่าง ๆ เช่น Silk satin , Silk Italy และ Silk Spain เป็นต้น และบางครั้งก็ได้มีการนำเส้นใยโพลีเอสเตอร์ไปผสมร่วมกับใยธรรมชาติอื่น ๆ เช่น ฝ้าย เพื่อช่วยให้เนื้อผ้ามีความคงทน รวมถึงสามารถระบายอากาศและซึมซับน้ำได้ดีมากยิ่งขึ้น

<u>คุณสมบัติของผ้าโพลีเอสเตอร์</u>

ผ้าโพลีเอสเตอร์มีความเหนียว คงรูปได้ดี และทนทานต่อสารเคมี เช่น น้ำยาฟอกขาว เนื้อผ้ามีน้ำหนักเบา สัมผัสนุ่ม สวมใส่สบาย ระบายอากาศได้ดี เหมาะสำหรับนำมาใช้ทำชุดกีฬาและชุดออกกำลังกาย ผ้าโพลีเอสเตอร์ไม่ดูดความชื้น ทำให้แห้งเร็วและไม่อมน้ำ จึงทำให้ไม่เกิดเชื้อราและเป็นแหล่งสะสมของแบคทีเรีย เส้นใยสามารถทนความร้อนได้สูง และทนต่อการขัดสีได้ดี ทำให้สีของเสื้อไม่ซีด ไม่ตกง่าย และไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองผิว และผ้าโพลีเอสเตอร์เป็นผ้าเพียงชนิดเดียวที่สามารถนำมาพิมพ์ลายผ้าแบบซับลิเมชั่น (Sublimation) ได้โดยที่ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของสีหรือลายที่พิมพ์ มีข้อจำกัดในเรื่องของการระบายอากาศ เมื่อสวมใส่จึงอาจทำให้เกิดความอึดอัดและรู้สึกไม่สบายตัวเท่าที่ควร

2.3.3 ผ้าเครปซาติน

ซาตินเป็นประเภทของการทอที่สร้างขึ้นโดยการนำเส้นยืนหลายเส้นมาทอบนเส้นพุ่งก่อนจะผ่านเส้นพุ่งเส้นเดียวแล้วเริ่มวงจรใหม่อีกครั้ง การสานเส้นให้น้อยลงจะทำให้ได้พื้นผิวที่เรียบลื่นและเป็นมันเงาอย่างที่เราทุกคนรู้จักและชื่นชอบ การทอแบบซาตินเป็นการทอที่ซับซ้อนกว่า เนื่องจากการจัดเรียงของเส้นยืนและเส้นพุ่งจะสลับกันเนื่องจากจำนวนขั้นบันได ไม่เหมือนการทอแบบทวิลที่จุดตัดของเส้นพุ่งจะเคลื่อนไปยังเส้นยืนขนานถัดไปในแถวถัดไป โครงสร้างการทอแบบซาตินจะเคลื่อนจุดตัดของเส้นพุ่งข้ามเส้นยืนอย่างน้อย 1 เส้นก่อนจะเริ่มวงจรใหม่อีกครั้ง

<u>คุณสมบัติของผ้าเครปซาติน</u>

ผ้าซาตินเครป Satin Crepe สไตล์บูลเลียนเท็กซ์ เป็นผ้าซาตินเนื้อดีคุณภาพสูง ละเอียด เรียบเนียน สัมผัสนุ่มมือ ไม่หยาบกระด้าง ผลิตในประเทศไทยจากโรงงานบลูเลียนเท็กซ์เอง เนื้อหนากว่าผ้าซาตินเครปในตลาดทั่วไป มีสีสันให้เลือกมากมาย โดยการนำเอาเส้นใยสังเคราะห์ Polyester 100% มาทอให้เส้นใยเรียงเส้นจนละเอียด ตอบโจทย์ทุกชนิดทุกแบบทุกสไตล์ในการใช้งาน อีกทั้งดูแลง่าย ซักง่าย แห้งเร็ว คงรูป ไม่ต้องรีด

2.3.4 ผ้าป่าน

ผ้าป่านทำมาจากเส้นใยของต้นป่านโดยเฉพาะสายพันธุ์ Cannabis sativa ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตสิ่งทอเนื่องจากเติบโตเร็วและทนทานซึ่งต้องการน้ำ ยาฆ่าแมลง หรือสารกำจัดวัชพืชเพียงเล็กน้อย ผ้าป่านขึ้นชื่อในเรื่องความแข็งแรง ทนทาน และทนต่อเชื้อราและราดำ ทำให้เป็นตัวเลือกที่หลากหลายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย ผ้าป่านประกอบด้วยเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ 100% ทำให้ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและทำปุ๋ยหมักได้ ผ้าป่านอุตสาหกรรมใช้ในการผลิตผ้าป่านเนื่องจากมีความแข็งแรงและทนทาน จำนวนเส้นด้ายของผ้าป่านแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์และการทอเฉพาะ แต่โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 200 ถึง 400 เส้นด้ายต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายที่น้อยกว่านี้ช่วยให้ผ้ามีคุณสมบัติระบายอากาศและดูดซับความชื้นได้ดี

<u>คุณสมบัติของผ้าป่าน</u>

ผ้าป่านมีข้อดีพิเศษมากมายที่ช่วยเพิ่มความนิยมให้ผ้าชนิดนี้เป็นวัสดุที่นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ และของใช้ในบ้าน มีความแข็งแรงมากกว่าวัสดุทั่วไปถึง 8 เท่า นอกจากนี้ยังเป็นทางเลือกที่ทนทานและยั่งยืนเพราะทนทานต่อการสึกหลอ ทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบายในทุกอุณหภูมิเนื่องจากระบายอากาศและดูดซับความชื้นได้อย่างเป็นธรรมชาติ ผู้สวมใส่จะได้รับการปกป้องจากรังสี UV ของดวงอาทิตย์ด้วยเสื้อผ้าที่ทำจากป่าน นอกจากนี้ ผ้าป่านยังมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียตามธรรมชาติ ซึ่งหมายความว่าผ้าป่านสามารถยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียและกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้เป็นวัสดุที่ยอดเยี่ยมสำหรับชุดกีฬาและเสื้อผ้าอื่นๆ ที่ต้องซักเป็นประจำ ทำมาจากเส้นใยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ง่ายและใช้น้ำยาฆ่าแมลง และปุ๋ยในการปลูกน้อยกว่าพืชอื่นๆ ดูดซับน้ำได้มากกว่าผ้าชนิดอื่น จึงช่วยให้คุณแห้งได้ยาวนานขึ้น

2.3.5 ผ้าโทเร

ผ้าโทเรมีการทอจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 65% และเส้นใยฝ้าย 35% ผ้าโทเร TC จะมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับการทอผ้าดิบ โดยเราจะเรียกกันง่าย ตามจำนวนเส้นด้ายหรือเข็มที่ใช้ทอผ้าดิบ เช่น TC 180, TC 186, TC 190, TC 210, TC 220 เป็นต้น และยิ่งเส้นด้ายมากยิ่งหนามาก เช่นชนิด 190 เส้น หนากว่าชนิด 180 เส้น แต่บางกว่าชนิด 210 เส้น ปัจจุบันถึงแม้ผ้าโทเร 180 และ 190 จะมีความคงทนน้อยกว่าแต่ก็ยังได้ครับนิยมมากกว่าเพราะราคาถูก และมีเฉดสีให้เลือกมากกว่า ผ้าโทเรที่ดีที่ผ่านการย้อมสีมาด้วยขั้นตอนที่มีคุณภาพจะสามารถรักษาความเข้มของสี ความสว่างของโทนสีเอาไว้ได้เป็นอย่างดีแม้จะผ่านการซักมาหลายครั้งก็ตาม

<u>คุณสมบัติของผ้าโทเร</u>

ผ้าโทเรมีผิวสัมผัสไม่ลื่น และไม่หยาบจนเกินไป สีผ้าดูด้าน ไม่เงา ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยทั้งเส้นใยโพลีเอสเตอร์ และเส้นใยฝ้ายนี้เอง ทำให้ผ้าโทเรมีความโดดเด่นในเรื่องของการระบายอากาศได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังใส่สบายและซับเหงื่อได้ดีเยี่ยม ผ้าชนิดนี้จึงได้รับความนิยมทั้งในภาคอุตสาหกรรม และการตัดเย็บเสื้อผ้า สำหรับชุดเครื่องแบบ ชุดทำงาน เสื้อกาวน์ ชุดนักเรียน ผ้ากันเปื้อน รวมไปถึงชุดใส่สบายๆ ที่มีความหนาในระดับกลาง รีดขึ้นรูปเป็นทรงแข็งได้ แต่ยังคุณสมบัติพิเศษในเรื่องของความสบายและระบายอากาศเอาไว้ จึงนิยมในการนำไปตัดเย็บชุดทำงาน ชุดข้าราชการ แต่ผ้าโทเรชนิดนี้จะมีสีซีดลงหากผ่านการซักและใช้งานในเวลานาน ส่วนผ้าโทเรป๊อบปลิ้น จะมีลักษณะและการทอคล้ายกับผ้าโทเรบิสครอบซึ่งมีความหนาและคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน แต่จะสามารถคงสีของเนื้อผ้าเอาไว้ได้นานกว่าเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน จึงทำให้มีราคาที่สูงกว่านั่นเอง

2.4 โครงสร้างทางกายภาพของเส้นใย (มนูญ จิตต์ใจฉ่ำ, 2557)

2.4.1 ความยาวเส้นใย (Fiber Length)

1. เส้นใยสั้น (Staple Fiber) เป็นเส้นใยที่มีความยาวอยู่ในช่วง 2 ถึง 46 เซนติเมตร เส้นใยที่มาจากธรรมชาติทั้งหมดเป็นเส้นใยสั้น ยกเว้นไหม ยกตัวอย่างเช่น นุ่น ขนสัตว์ เส้นใยฝ้าย เส้นใยสั้นมักมาจากเส้นใยประดิษฐ์ที่ทำเป็นเส้นยาวก่อนแล้วค่อยตัด เป็นเส้นใยสั้นตามที่กำหนด

2. เส้นใยยาว (Filament Fiber) เป็นเส้นใยที่มีความยาวต่อเนื่องวัดได้มีหน่อยเป็นเมตรไม่สิ้นสุด ส่วนใหญ่เป็นเส้นใยประดิษฐ์ ยกเว้นไหม ที่มาจากธรรมชาติ

3. เส้นยาวที่ออกมาจากหัวฉีด (spinnerets) จะมีลักษณะคล้ายเส้นใยไหมซึ่งมีลักษณะเรียบ เมื่อต้องการเส้นใยที่มีลักษณะหยักก็จะนำเส้นใยไปผ่านกระบวนการ ซึ่งเส้นใยที่ได้จะมีลักษณะคล้ายเส้นใยฝ้าย หรือขนสัตว์ ซึ่งส่วนมากมักจะตัดเส้นใยหยักให้เพื่อทำให้เส้นใยสั้นลง

2.4.2 ขนาดเส้นใย (Fiber size)

ขนาดของเส้นใยมีผลต่อการใช้งานและผิวสัมผัสที่หยาบ เส้นใยที่มีขนาดใหญ่จะให้เนื้อผ้ามีความแข็ง ซึ่งก็จะมีความแข็งแรงมากกว่าที่มีขนาดเล็กกว่า แม้จะเป็นเส้นใยชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ผ้าที่ทำจากเส้นใยที่มีขนาดเล็กก็จะมีความละเอียดทำให้มีผิวสัมผัสที่ความนุ่มและได้ง่ายกว่าต่อการจัดเข้ารูป โดยทั่วไปเส้นใยธรรมชาติมีขนาดดังตัวอย่างข้างล่างต่อไปนี้

1. เส้นใยฝ้าย 16-20 ไมโครเมตร
2. ขนสัตว์ (แกะ) 10-50 ไมโครเมตร
3. ไหม 11-12 ไมโครเมตร

4. เส้นใยลินิน 12-16 ไมโครเมตร

2.5 รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใย

รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยมีผลต่อความเป็นมันวาว ลักษณะเนื้อผ้า และสมบัติต่อผิวสัมผัส เส้นใยมีรูปร่างหน้าตัดที่หลากหลาย การสร้างเซลลูโลสในขณะที่พืชเติบโต ทำให้รูปร่างหนาตัดขวางของเส้นใยธรรมชาติเกิดความแตกต่างกันออกไป เช่นในเส้นใยฝ้าย หรือการกระบวนการสร้างโปรตีนในสัตว์ เช่น ขนสัตว์ หรือรูปร่างของช่องในตัวไหมที่ทำหน้าที่ฉีดเส้นใยไหมออกมา ซึ่งรูปร่างของรูในหัวฉีดก็ส่งผลต่อรูปร่างของหน้าตัดของเส้นใยด้วย

2.6 ลักษณะการจัดเรียงตัวภายในเส้นใย

โดยทั่วไป ประกอบด้วย 3 ลักษณะคือ

2.6.1 บริเวณอสัณฐาน (Amorphous Regions) ส่วนที่โมเลกุลเรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ

2.6.2 บริเวณที่เป็นผลึก (Crystalline Regions) เป็นส่วนที่แข็งแรงของเส้นใยเนื่องจากโซ่โมเลกุลจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ

2.6.3 การจัดเรียงตัวของส่วนที่เป็นระเบียบตามแนวแกนเส้นใย (Orientation) ทำให้เพิ่มความแข็งแรงในด้านการทนแรงดึงตามแนวแกนเส้นใยได้ 8 โครงสร้างเส้นใย มีส่วนทั้งที่เป็นผลึกและส่วนอสัณฐานผสมผสานกัน แต่เนื่องจากเส้น ใยแต่ละชนิดได้จากโพลิเมอร์ที่แตกต่างกันและด้วยกระบวนการผลิตที่ไม่เหมือนกัน เส้นใยแต่ละ ชนิดจึงมีความแตกต่างของโครงสร้างมาก

2.7 สมบัติของเส้นใย

สมบัติของผ้าก็ขึ้นอยู่กับสมบัติของเส้นใยที่นำมาทำผ้านั้นๆ ผ้าที่มีความความแข็งแรงก็มักจะมาจากเส้นใยที่มีความแข็งแรง ที่มีเส้นใยสามารถดูดซึมน้ำและความชื้นได้ดี เหมาะสำหรับกรประยุกต์ใช้เป็นผ้าเช็ดร่างกาย และประโยชน์อื่นๆ ดังนั้นสมบัติของเส้นใยจะช่วยเห็นได้ถึงสมบัติของผ้า ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของเส้นใย มีดังนี้

2.7.1 ความยาว (Length

2.7.2 พื้นผิวเส้นใย (Fiber surface)

2.7.3 ความหยิก (Crimp)

2.7.4 ความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber strength) ดี

2.7.5 ความสามารถในการรับการดัดงอ (Flexibility)

2.7.6 ความสามารถในการปั่นเป็นเส้นด้าย (Spinnability)

2.7.7 ความสม่ำเสมอ (Uniformity)

2.7.8 ความหนาแน่น (Density)

2.7.9 ความมัน (Luster)

2.7.10 การดูดซึมความชื้น (Absorbency)

2.7.11 สภาพยืดหยุ่น (Elasticity)

2.7.12 การคืนตัวจากแรงอัด (Resiliency)

3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี**,** 2567)

3.1 ดิน

“ดิน” (soils) หมายถึง วัตถุทางธรรมชาติ (natural body) ที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่างๆ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุซึ่งปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ เป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโตและการทรงตัวของพืช มีการแบ่งชั้น (horizon) ที่สามารถสังเกตเห็นได้จากตอนบนลงไปตอนล่าง มีอาณาเขตและลักษณะประจำตัวของมันเอง ซึ่งมนุษย์สามารถแบ่งแยกดินออกเป็นชนิดต่างๆ ได้

ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำ และอากาศที่มีสัดส่วนแตกต่างกันออกไป การเกิดขึ้นของดินเป็นผลสืบเนื่องมาจากการกระทำร่วมกันของปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ พืช และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อวัตถุต้นกำเนิดของดิน ในสภาพพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้น “ดิน” ในที่แห่งหนึ่งจึงอาจเหมือนหรือต่างไปจากดินในที่อีกแห่งหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้ ซึ่งมีความมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณส่งผลให้ดินมีลักษณะเด่นเฉพาะตัว และเมื่อปัจจัยเปลี่ยนไป ดินจะมีลักษณะหรือสมบัติต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย

3.1.1 สภาพภูมิอากาศ (climate)

สภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของดินหรือทำให้ดินมีลักษณะแตกต่างกัน ได้แก่ อุณหภูมิ และ ปริมาณน้ำฝน ซึ่งทั้งสองอย่างนี้มีอิทธิพลต่ออัตราการสลายตัวของหิน แร่ ทั้งในด้าน กายภาพ และเคมี (physical and chemical weathering) ทั้งยังมีอิทธิพลต่ออัตราความเร็วของการเคลื่อนย้าย และการสะสมใหม่ของหินและแร่ที่ถูกแปรสภาพโดยตัวการสำคัญๆ มาเป็นวัตถุต้นกำเนิดของดิน ในเขตร้อน หิน แร่ จะสลายตัวมาเป็นดินได้เร็วกว่าในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว เนื่องจาก ในเขตร้อนมีอุณหภูมิสูง และมีปริมาณฝนตกมากว่าเขตหนาว การผุพังสลายตัวต่างๆ จึงดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เกิดการชะล้างธาตุอาหารพืชออกไปได้มาก จึงมักทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

3.1.2 วัตถุต้นกำเนิดของดิน (parent material)

เป็นปัจจัยควบคุมการเกิดดินที่สำคัญ และมองเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนที่สุด และมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบของดิน เช่น สี เนื้อดิน โครงสร้าง และสมบัติทางเคมีของดิน โดยทั่วไปดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่สลายตัวมาจากหินพวกที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง (basic rock) มักจะเป็นดินเนื้อละเอียด สีคล้ำ ความอุดมสมบูรณ์สูง ส่วนดินที่เกิดจากหินพวกที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด (acid rock) มักจะเป็นดินเนื้อหยาบ สีจาง ความอุดมสมบูรณ์ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ เป็นต้น

3.1.3 สภาพภูมิประเทศ (relief)

ในที่นี้หมายถึงความสูงต่ำ หรือระดับที่ไม่เท่ากันของสภาพพื้นที่ และความลาดชันของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการเกิดลักษณะชั้นต่างๆ ในหน้าตัดดิน ความลึกของดิน สี ความชื้นสัมพัทธ์ในดิน และความรุนแรงของการชะล้าง เป็นต้น ตัวอย่างเช่น ดินที่เกิดในที่ที่มีความลาดชันสูง มักจะเป็นดินตื้น มีชั้นดินน้อย มีการชะล้างหน้าดินมาก ชั้นดินบนจะบาง หรืออาจจะไม่มีชั้นดินบนเลยก็ได้ ตรงกันข้ามกับดินที่เกิดในที่ราบลุ่ม ที่มักจะมีชั้นดินบนที่หนากว่าเนื่องจากเป็นแหล่งทับถมของตะกอน เนื้อดินละเอียดกว่า เพราะมีการเคลื่อนย้ายอนุภาคขนาดดินเหนียวจากดินชั้นบนลงไปสะสมอยู่ในดินล่าง

3.1.4 ปัจจัยทางชีวภาพ (organism)

ได้แก่สิ่งมีชีวิตต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยพืชและสัตว์ แต่มักจะเน้นที่พืชพรรณต่างๆ ที่ขึ้นปกคลุมบนผิวดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และองค์ประกอบทางเคมีของดิน ที่เกิดภายใต้สภาพพืชพันธุ์ที่เป็นทุ่งหญ้า มักจะมีอินทรียวัตถุและธาตุที่เป็นอาหารพืชมากกว่าดินบริเวณป่าสนหรือป่าไม้เนื้อแข็ง เป็นต้น

3.1.5 เวลา (time)

อิทธิพลของเวลาในแง่ของการเกิดดินนั้น หมายถึง ช่วงหนึ่งของเวลาที่ต่อเนื่องกันไป โดยไม่มีเหตุการณ์รุนแรงขัดจังหวะการพัฒนาตัวของดิน เวลาที่เป็นศูนย์สำหรับดินชนิดหนึ่งๆ ก็คือจุดที่ได้มีเหตุการณ์ที่รุนแรงอย่างหนึ่งทางดินเกิดขึ้น ถือว่าเป็นจุดสิ้นสุดของเวลาในการสร้างตัวของดิน และจะเป็นจุดเริ่มต้น ของช่วงเวลาในการสร้างตัวของดินช่วงต่อไป เหตุการณ์รุนแรงดังกล่าวอาจหมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิประเทศ ระดับน้ำใต้ดิน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในทันทีทันใด หรือ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุต้นกำเนิดดิน เช่น มีการทับถมอย่างรุนแรงของตะกอนใหม่ เป็นต้น

3.2 ส่วนประกอบของดิน (สำนักตรวจดิน และวางแผนการใช้ดิน, 2553)

ดินประกอบด้วยส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ

3.2.1. อนินทรียวัตถุ (mineral matter) เป็นส่วนที่เป็นของแข็งมีปริมาณมากที่สุดในดิน (ยกเว้นดินอินทรีย์) ได้จากการ สลายตัวผุพังของหินและแร่ กลายเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่เรียกว่า อนุภาคดิน หรือเม็ดดิน ซึ่งมีหลายรูปทรงและมีขนาดแตกต่างกันออกไป เป็นส่วนสำคัญที่ควบคุมลักษณะ ของเนื้อดิน ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของธาตุอาหารพืช และเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน

3.2.2. อินทรียวัตถุ (organic matter) หรือเรียกอีกอย่างว่า ฮิวมัส (humus) มีความ หมายครอบคลุมตั้งแต่ส่วนของซากพืช ซากสัตว์ที่กำลังสลายตัว เซลล์จุลินทรีย์ทั้งที่มีชีวิตอยู่และ ส่วนที่ตายแล้ว ตลอดจนสารอินทรีย์ ที่ได้จากการย่อยสลาย หรือส่วนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ แต่ ไม่รวมถึงรากพืชหรือเศษซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่มีการย่อยสลาย อินทรียวัตถุในดิน อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เป็นสารฮิวมิก (humic substances) และส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก (nonhumic substances) อินทรียวัตถุในดิน มีความสำคัญ ดังนี้

1. มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่าง ๆ ของดิน ทั้งต่อลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่น สีดิน โครงสร้างดิน ได้แก่ การจับตัวเป็นก้อนของดิน ความร่วนซุยของดิน การระบาย น้ำ ถ่ายเทอากาศของดิน

2. มีอิทธิพลต่อความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

3. มีอิทธิพลต่อปริมาณและความเป็นประโยชน์ของน้ำและธาตุอาหารพืชในดิน ช่วยดูดซับน้ำ และธาตุอาหารที่เป็นไอออนบวก (เนื่องจากอินทรียวัตถุมีไอออนลบอยู่เป็นจำนวนมาก)ซึ่งจะส่งผลต่อระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสามารถของดินในการให้ผลิตผลของพืชที่ปลูก (Soil productivity)

4. มีอิทธิพลต่อการเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน เพราะมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบ และเมื่อมีการสลายตัวจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์ ซึ่งจะช่วยละลายธาตุอาหารพืชบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช และเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน

3.2.3. น้ำในดิน หรือสารละลาย หมายถึง น้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดินหรือเม็ดดิน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน และเป็นส่วนสำคัญในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืชจากรากไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช น้ำมีความร้อนจำเพาะและความร้อนแฝงสูง จึงเปลี่ยนอุณหภูมิยาก เป็นการป้องกันไม่ให้อุณหภูมิดินสูงหรือต่ำเกินไป หรือเปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป ซึ่งจะมีผลกระทบต่อรากพืชและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน

3.2.4. อากาศในดิน หมายถึง ส่วนของก๊าซต่าง ๆ ที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินในส่วนที่ไม่มีน้ำอยู่ ก๊าซที่พบโดยทั่วไปในดิน ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจน (N2) ออกซิเจน (O2) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO) และก๊าซอื่น ๆ ซึ่งรากพืชและจุลินทรีย์ดินใช้ในการหายใจและสร้างพลังงานในการดำรงชีวิต ดังนั้น หากดินแน่นทึบหรือมีน้ำขัง พืชจะไม่เจริญเติบโต เพราะไม่มีอากาศให้รากพืชหายใจ จึงดูดธาตุอาหารไปใช้ไม่ได้ ในดิน 100 ส่วน โดยปริมาตร ประกอบด้วยมีส่วนที่เป็นของแข็ง 50% โดยปริมาตร ประกอบด้วย อนินทรียวัตถุ ได้แก่ แร่ธาตุ 45% โดยปริมาตร และ อินทรียวัตถุ 5% โดยปริมาตร และส่วนของช่องว่าง 50% โดยปริมาตร ประกอบด้วย น้ำ 25% และอากาศ 25% โดยปริมาตรเป็นสมบัติทางกายภาพของดินที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนกว่าสมบัติอื่น ๆ ดิน แต่ละที่จะมีสีที่แตกต่างกันออกไป รวมถึงจุดประสีต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ที่เป็นองค์ ประกอบในดิน แต่โดยปกติอนุภาคแร่ที่เป็นองค์ประกอบในดินมักไม่มีสีหรือมีสีจาง (ยกเว้นแร่สีเข้ม บางชนิด) ดังนั้น สีดิน จึงมักผันแปรตามสภาพและองค์ประกอบอื่น ๆ ของดิน ได้แก่ สภาพแวดล้อม ในการเกิดดิน ระยะเวลาการเกิดดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และออกไซด์ของเหล็ก จากสีของ ดินสามารถประเมินสมบัติบางอย่างของดินที่เกี่ยวข้องได้ เช่น การระบายน้ำของดิน อินทรียวัตถุในดิน ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

3.3 สีของดิน

3.3.1 ดินสีดำหรือสีน้ำตาลเข้มหรือดินสีคล้ำ ส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความอุดม สมบูรณ์สูง เนื่องจากมีอินทรียวัตถุสูงโดยเฉพาะดินชั้นบน แต่บางกรณีสีคล้ำของดิน อาจเป็นเพราะ ปัจจัยอื่น ๆ ที่ควบคุมการเกิดดิน นอกเหนือจากการมีอินทรียวัตถุมากก็ได้ เช่น อาจเป็นผลที่เกิด จากการพัฒนาจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่ผุพังสลายตัวจากแร่ที่มีสีเข้ม เช่น หินภูเขาไฟ และมีระยะ เวลาการเกิดไม่นาน หรือดินมีแร่แมงกานีสสูง ก็ทำให้ดินมีสีคล้ำได้เช่นกัน

3.3.2 ดินสีเหลืองหรือสีแดง สีเหลืองหรือสีแดงของดินส่วนใหญ่จะเป็นสี ออกไซด์ของเหล็กและอลูมิเนียมแสดงถึงดินนั้นผ่านกระบวนการผุพังสลายตัวอย่างรุนแรงมานานแล้ว จนเกิดมีสารประกอบพวกเหล็กออกไซด์เคลือบผิวอนุภาคดินมาก มักพบดินลักษณะนี้ในบริเวณที่สูงตามเนินเขาหรือที่ราบไหล่เขา ส่วนใหญ่เป็นดินที่มีการระบายน้ำดี แต่มักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดย ทั่วไปดินจะมีสีแดงซึ่งเป็นดินที่ออกไซด์ของเหล็กหรืออลูมิเนียมไม่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากมี การระบายน้ำในหน้าตัดดินดีอยู่เสมอ แต่ถ้าการระบายน้ำของดินไม่ดีดินจะมีสีเหลือง เนื่องจากดิน มีออกไซด์ของเหล็กที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ

3.3.3 ดินสีขาวหรือสีเทาอ่อน การที่ดินมีสีอ่อนอาจเนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดดิน สลายตัวจากหินและแร่ที่มีสีจาง เช่น หินแกรนิต หรือหินทรายบางชนิด หรืออาจเป็นดินที่ผ่าน กระบวนการชะล้าง

อย่างรุนแรง จนธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชถูกชะละลายออกไปจนหมด หรือ มีสีอ่อนเนื่องจากมีการสะสมปูน (lime) ยิปซัม (gypsum) หรือเกลือชนิดต่าง ๆ ในหน้าตัดดินมาก ก็ได้ ซึ่งดินเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

3.3.4 ดินสีเทาหรือสีเทาปนน้ำเงิน การที่ดินมีสีเทา สีเทาปนน้ำเงิน หรือสีน้ำเงิน บ่งชี้ว่าดินอยู่ในสภาวะน้ำแช่ขังเป็นเวลานาน เช่น ดินนาในพื้นที่ลุ่ม หรือดินในพื้นที่ป่าชายเลนที่มี น้ำทะเลท่วมถึงอยู่เสมอ ซึ่งมีสภาพการระบายน้ำถ่ายเทอากาศไม่ดี ทำให้เกิดสารประกอบของ เหล็กสีเทาหรือสีน้ำเงิน แต่ถ้าดินอยู่ในสภาวะที่มีน้ำแช่ขังขาดออกซิเจนสลับกับสภาวะที่มีการระบายน้ำออกจนแห้ง ดินจะมีจุดประสี (mottle) ซึ่งโดยทั่วไปมักปรากฏเป็นจุดประสีเหลืองหรือสี แดงบนพื้นสีเทา ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง ของสารประกอบออกไซด์ของเหล็กที่สะสมอยู่ใน ดิน โดยสารเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปที่มีสีเทาเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีน้ำแช่ขังเป็นเวลานาน ขาด ก๊าซออกซิเจนเป็นเวลานานๆ และเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่เป็นสารที่ให้สีแดงเมื่ออยู่ในสภาวะดินแห้ง เมื่อมีก๊าซออกซิเจนมาก ดินที่มีจุดประนี้ มักพบในพื้นที่ดินที่มีการปลูกข้าว ซึ่งดินจะอยู่ในสภาพน้ำขัง เฉพาะในช่วงที่มีการทำนา และดินถูกปล่อยให้แห้งในฤดูแล้งหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังอาจพบจุดประของดินในบริเวณรอบ ๆ รากของต้นข้าวด้วย

3.4 เนื้อดิน

เป็นสมบัติที่บ่งบอกความหยาบหรือละเอียดของอนุภาคดินหรือเม็ดดิน อันได้แก่ ชิ้นส่วนของหินและแร่ที่สลายตัวหรือผุกร่อนเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ ของดิน 3 ประการ ได้แก่

1. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity)
2. ความสามารถในการถ่ายเทอากาศ (aeration) หมายถึง ความสามารถในการบรรจุ
3. อากาศในดิน และความสามารถในการถ่ายเทแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดินกับบรรยากาศ
4. ความแข็งของดิน (soil strength) หมายถึง ความแน่นหนาของการเกาะตัวกันของอนุภาคดินเป็นก้อนดินหรือหน้าตัดดิน

เนื้อดิน แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามขนาดอนุภาคดิน ได้แก่

1. อนุภาคขนาดทราย (Sand) มีอนุภาคขนาดทรายเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.00 - 0.05 มิลลิเมตร เป็นกลุ่มขนาดโต

2. อนุภาคขนาดทรายตะกอนหรือทรายแป้ง (Silt) เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05 - 0.002 มิลลิเมตร เป็นกลุ่มขนาดปานกลาง

3. อนุภาคขนาดดินเหนียว (Clay) เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.002 มิลลิเมตร เป็นกลุ่มขนาดเล็กสุด ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเกิดกระบวนการทางเคมีในดิน

ดินสามารถแบ่งออกอย่างง่ายๆ ได้เป็น 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ชนิดของดินแต่ละชนิดนั้นมีลักษณะแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นอนุภาค องค์ประกอบ เนื้อดิน ช่องว่างระหว่างดิน หรือความอุดมสมบูรณ์ เหล่านี้ส่งผลต่อความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชที่แตกต่างกัน เนื้อดิน เป็นคุณสมบัติบ่งบอกถึงปริมาณของอนุภาคอนินทรีย์สารขนาดต่างๆ ของดิน ได้แก่ อนุภาคขนาดเม็ดทราย ขนาดเม็ดทรายแป้ง และขนาดดินเหนียว เมื่ออนุภาคเหล่านี้รวมตัวกันด้วยสัดส่วนที่ต่างกัน ทำให้ดินมีลักษณะเนื้อดินต่างกัน เมื่อใช้เนื้อดินเป็นเกณฑ์ อาจแบ่งดินออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ดังนี้

3.4.1 กลุ่มดินทราย มีอนุภาคขนาดทราย เป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 85 โดยอนุภาคจะเกาะตัวกันหลวมๆ และมองเห็นเป็นเม็ดเดี่ยว ๆ เมื่อสัมผัสดินที่แห้งจะรู้สึกสากมือ หากกำดินทรายที่แห้งไว้แล้วคลายมือออก ดินจะแตกออกจากกันได้ง่าย หากกำดินที่ชื้นจะทำเป็นก้อนหลวม ๆ ได้ แต่เมื่อสัมผัสจะแตกออกจากกันทันทีดินทรายเป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดี แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเพราะความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารพืชมีน้อย พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดธาตุอาหารและน้ำ เนื้อดินที่จัดอยู่ในกลุ่มดินทราย ได้แก่ ดินทราย ดินทรายปนดินร่วน และดินร่วนปนทราย

3.4.2 กลุ่มดินร่วนดินที่มีอนุภาคขนาดทรายตะกอนหรือทรายแป้ง และดินเหนียว ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ลักษณะดินมีเนื้อค่อนข้างละเอียด จะจับเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ดินจะมีความยืดหยุ่นได้บ้าง ในสภาพดินชื้น มีผิวสัมผัสที่รู้สึกนุ่ม แต่อาจรู้สึกสากมืออยู่บ้างเล็กน้อย ดินจะจับเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน เมื่อกำดินด้วยมือให้แน่นแล้วคลายมือออก ดินร่วนเหมาะต่อการปลูกพืช เพราะไถพรวนได้ง่าย น้ำมีการระบาย และถ่ายเทอากาศดี มักเป็นดินที่มีความอุดสมบูรณ์สูง เนื้อดินที่จัดอยู่ในกลุ่มดินร่วน ได้แก่ ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

3.4.3. กลุ่มดินเหนียวดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียว ตั้งแต่ร้อยละ 40 ขึ้นไป อยู่ในสภาพแห้งเมื่อแตกออกเป็นก้อนแข็งมาก แต่เนื้อดินมีเนื้อละเอียด จะมีความยืดหยุ่นเมื่อเปียกน้ำ สามารถปั้นเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ ลักษณะเหนียวติดมือ เป็นดินที่ไม่มีความสามารถในการระบายน้ำและอากาศ แต่สามารถดูดซับ อุ้มน้ำและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี อาจเกิดน้ำท่วมขังที่ผิวหน้าดินได้ง่าย โดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตกมากและอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำ ในพื้นที่ที่ เป็นดินเหนียวจัดจะไถพรวนลำบาก เพราะเมื่อดินแห้งจะแข็งมาก แต่เมื่อดินเปียกจะเหนียวติดเครื่องมือ ดินเหนียวเหมาะสำหรับการทำ

นาข้าว เพราะสามารถเก็บน้ำไว้ได้นาน เนื้อดินที่จัดอยู่ในกลุ่มดินเหนียว ได้แก่ ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง

3.5 คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน หรือ ที่เรียกว่า พีเอช (pH) ของดิน เป็นค่าปฏิกิริยาดินวัดได้ จากความเข้มข้นของปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H+) ในดิน โดยจะบอกเป็นค่าตัวเลข ตั้งแต่ 0 ถึง 14 ถ้าดินมีค่า pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินกรด ยิ่งมีค่าน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก แต่ถ้าดินมีค่า pH มากกว่า 7 แสดงว่าเป็นดินด่าง ยิ่งมากกว่า 7 มาก ยิ่งเป็นด่างมาก สำหรับดินที่มีค่า pH เท่ากับ 7 พอดี แสดงว่าดินเป็นกลาง แต่โดยทั่วไป pH ของดินจะอยู่ในช่วง 5-8

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็น อย่างมาก เพราะจะเป็นตัวควบคุมการละลายของธาตุอาหารพืชในดินให้ออกมาอยู่ในสารละลาย (น้ำ) ในดิน ถ้าดินมีค่า pH ไม่เหมาะสม ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินจะละลายออกมาได้น้อยไม่เพียงพอแก่ ความต้องการของพืช หรือในทางตรงข้ามธาตุอาหารบางชนิดอาจละลายออกมามากเกินไปจนเป็น พิษกับรากพืชได้

โดยทั่วไปดินที่มี pH 6-7 ธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่ จะละลายอยู่ใน สารละลายดินเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 2 ระดับชั้นของความเป็นกดเป็นด่างของดิน (ธนากร ลีประโคน, 2548)

pH	สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน
< 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด
3.5 - 4.5	กรดรุนแรงมาก
4.6 - 5.0	กรดจัดมาก
5.1 - 5.5	กรดจัด
5.6 - 6.0	กรดปานกลาง
6.1 - 6.5	กรดเล็กน้อย
6.6 - 7.3	กลาง
7.4 - 7.8	ด่างเล็กน้อย
7.9 - 8.4	ด่างปานกลาง
8.5 - 9.0	ด่างจัด
> 9.0	ด่างจัดมาก

4. เครื่องมือการตรวจวิเคราะห์

4.1 กล้อง Dino-Lite Digital Microscope

กล้องจุลทรรศน์ขนาดเล็ก ความสะดวกในการใช้งานและความหลากหลาย กล้องจุลทรรศน์ขนาดเล็กเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในหลายสาขา ไม่ว่าจะเป็นงานจิวเวอรี่ การตรวจสอบผิวหนังและเส้นผม หรือแม้กระทั่งการตรวจสอบธนบัตรปลอม โดยกล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีความสะดวกในการพกพาและใช้งานง่าย มีรุ่นให้เลือกมากมายตามความต้องการของผู้ใช้

4.1.1. รุ่นกล้อง Dino-Lite Digital Microscope

1. ซีรีส์ AF: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีเทคโนโลยีออโต้โฟกัส สำหรับการโฟกัสที่รวดเร็วและแม่นยำ เหมาะสำหรับการตรวจ สอบวัตถุขนาดใหญ่หรือการทำงานในพื้นที่จำกัด

2. ซีรีส์ Edge: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีการประมวลผลภาพขั้น สูงสำหรับภาพที่มีคุณภาพดีขึ้น เหมาะสำหรับงานต่างๆ เช่น ชีววิทยา วัสดุศาสตร์ และอิเล็กทรอนิกส์

3. ซีรีส์ Premier: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้ให้ภาพคุณภาพระดับ พรีเมียม เหมาะสำหรับงานวิจัย การควบคุมคุณภาพ และงาน นิติวิทยาศาสตร์ที่ต้องการความละเอียดสูง

4. ซีรีส์ Pro: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีความทนทานและใช้งานได้ ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง เหมาะสำหรับการใช้งานใน อุตสาหกรรมและภาคสนาม

5. ซีรีส์ RK: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีไฟแหวนสำหรับการสังเกต แบบไม่มีเงา เหมาะสำหรับการตรวจสอบวัตถุที่มีรายละเอียด หรือพื้นผิวละเอียดอ่อน

6. ซีรีส์ WF: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีมุมมองกว้าง เหมาะ สำหรับการตรวจสอบพื้นที่ขนาดใหญ่

7. ซีรีส์ Dino-Eye: กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้เป็นกล้องจุลทรรศน์ แบบเสียบตา เหมาะสำหรับการใช้งานกับกล้องจุลทรรศน์ แบบดั้งเดิมที่มีอยู่

4.1.2 ประโยชน์และคุณสมบัติของกล้อง

1. ความสะดวกพกพา: กล้องจุลทรรศน์ Dino-Lite มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ทำให้พกพาสะดวกและใช้งานได้ทุกที่

2. ใช้งานง่าย: กล้องจุลทรรศน์ Dino-Lite เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB ทำให้ใช้งานง่ายโดยไม่ต้อง ใช้ซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน

3. ราคาไม่แพง: กล้องจุลทรรศน์ Dino-Lite มีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับกล้องจุลทรรศน์แบบดั้งเดิม

4. ภาพและวิดีโอคุณภาพสูง: กล้องจุลทรรศน์ Dino-Lite ผลิตภาพและวิดีโอความละเอียดสูง ช่วยให้ผู้ใช้ สามารถดูรายละเอียดของวัตถุที่ตรวจสอบได้อย่างชัดเจน

5. การใช้งานที่หลากหลาย: กล้องจุลทรรศน์ Dino-Lite สามารถใช้สำหรับงานต่างๆ เช่น การตรวจสอบชิ้นส่วน ขนาดเล็ก การศึกษาสิ่งมีชีวิต การวิเคราะห์วัสดุ และการตรวจสอบคุณภาพ

4.1.3. การใช้งานด้านต่างๆ

กล้องจุลทรรศน์ Dino-Lite มีประโยชน์หลากหลาย เหมาะกับงานอดิเรก การศึกษา และงานมืออาชีพในหลายสาขา ตัวอย่างการใช้งานทั่วไป ได้แก่

1. ชีววิทยา
    - ศึกษาเซลล์ เนื้อเยื่อ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก
    - วิเคราะห์โครงสร้างของพืชและสัตว์
    - สังเกตจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียและเชื้อรา
    - ตรวจสอบตัวอย่างทางชีววิทยาสำหรับการวิจัยหรือการวินิจฉัย
2. วัสดุศาสตร์
    - ตรวจสอบรอยแตก รอยขีดข่วน และข้อบกพร่องอื่นๆ ในวัสดุ
    - วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของโลหะ เซรามิก และพลาสติก
    - ตรวจสอบคุณภาพของการเคลือบผิวและวัสดุเชื่อม
    - ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ เช่น ความแข็ง ความยืดหยุ่น และความหนาแน่น
3. วิศวกรรม
    - ตรวจสอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก เช่น แผงวงจรพิมพ์และชิป วิเคราะห์รอยเชื่อมและข้อต่อบัดกรี ตรวจสอบความแม่นยำของชิ้นส่วนกลไก
    - ทดสอบวัสดุสำหรับการใช้งานในงานวิศวกรรม
4. การควบคุมคุณภาพ
    - ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำหรับข้อบกพร่อง เช่น รอยตำหนิ รอยแตก และรอยขีดข่วน
    - วิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุ
    - ตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรฐานคุณภาพ
    - ตรวจสอบเอกสารผลิตภัณฑ์

5. นิติวิทยาศาสตร์

• ตรวจสอบหลักฐานทางอาชญากรรม เช่น ลายนิ้วมือ เส้นใย และรอยกระสุนปืน

• วิเคราะห์เอกสารปลอมและรอยด่าง

• ตรวจสอบตัวอย่างทางชีววิทยาสำหรับหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์

• ช่วยในการสืบสวนสอบสวน

6. งานอดิเรก

• ตรวจสอบแร่หินและอัญมณี

• ศึกษาแมลงและสัตว์ขนาดเล็ก

• วิเคราะห์โครงสร้างของพืช

• ถ่ายภาพและวิดีโอระดับจุลภาค

7. การศึกษา

• สอนนักเรียนเกี่ยวกับชีววิทยา วัสดุศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

• สาธิตแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

• ให้เครื่องมือสำหรับการวิจัยนักเรียน

• เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในห้องเรียน

8. งานอื่นๆ

• ตรวจสอบเครื่องประดับและของสะสม

• ซ่อมแซมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก

• ตรวจสอบสุขภาพผิวและเส้นผม

• วิเคราะห์งานพิมพ์และงานศิลปะ

4.2 กล้อง Dino-Lite Edge AF4915 Series (Dino-Lite Digital MicroScope)

รูปที่ 1 Dino-Lite Edge AF4915 Series

ที่มา : https://www.dino-lite.com

Dino-Lite Edge 1.3MP AF4915ZT เป็นอุปกรณ์ครบวงจรที่มีอินเทอร์เฟซที่ปรับเปลี่ยนได้ ได้รับการออกแบบมาเพื่อตอบสนองการใช้งานระดับมืออาชีพส่วนใหญ่ที่มีกำลังขยาย 20-220 เท่า AF4915ZT ทำงานร่วมกับ EDOF, EDR, AMR และ FLC รวมถึงคุณภาพของภาพที่คมชัด ทำให้เป็นหนึ่งในอุปกรณ์อเนกประสงค์ที่สุดของ Dino-Lite เมื่อเชื่อมต่อกับ WF-20 ซึ่งเป็นสตรีมเมอร์ Wi-Fi AF4915ZT สามารถเปลี่ยนให้เป็นกล้องจุลทรรศน์ไร้สายได้ เพื่อรองรับความต้องการในการใช้งานภาคสนาม

4.2.1 คุณสมบัติ Dino-Lite Edge AF4915 Series

1. ความละเอียดของแสงสูง เลนส์ที่เหนือกว่าที่ใช้ในซีรีส์ Edge เผยรายละเอียดที่ดีที่สุด ตอบสนองความต้องการของการใช้งานกล้องจุลทรรศน์ที่มีความต้องการมากที่สุด

2. ความละเอียดเซนเซอร์ 1.3 ล้านพิกเซล ด้วยการบีบอัด MJPEG ที่สูญเสียต่ำ เซนเซอร์ภาพ CMOS ขั้นสูงช่วยให้ส่งภาพที่ลื่นไหลและคมชัดด้วยความละเอียดสูงสุด 1280x1024

3. อินเทอร์เฟซที่ปรับเปลี่ยนได้ อินเทอร์เฟซที่ปรับเปลี่ยนได้ช่วยให้สามารถเปลี่ยน Dino-Lite ให้เป็นกล้องจุลทรรศน์ไร้สายเมื่อเชื่อมต่อกับ WF-20

4. การควบคุม LED แบบยืดหยุ่น (FLC) ทำงานด้วยซอฟต์แวร์ FLC เพิ่มความยืดหยุ่นในการส่องสว่างสูงสุดโดยให้การควบคุมการเปิด/ปิดอิสระของควอแดรนท์ LED สี่ดวง นอกเหนือจากความสามารถในการปรับความเข้ม 6 ระดับ

5. เลนส์ที่มีระยะการทำงานระยะไกล (LWD) ทำให้พื้นที่ทำงานมากขึ้นระหว่างวัตถุและกล้องจุลทรรศน์ ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งาน เช่น การซ่อมแซมหรือการประกอบชิ้นส่วน

6. ขยายระยะชัดลึก (EDOF) เมื่อดูพื้นผิวขรุขระที่มีช่วงความสูงอยู่นอกระยะชัดลึก EDOF สามารถถ่ายภาพหลายภาพด้วยโฟกัสที่แตกต่างกัน และซ้อนภาพเหล่านั้นโดยอัตโนมัติภายในคลิกเดียว

7. ขยายช่วงไดนามิก (EDR) ด้วยการสังเกตพื้นผิวที่มีคอนทราสต์หรือสะท้อนแสงสูง EDR สามารถช่วยเปิดเผยรายละเอียดของบริเวณที่มืดหรือสว่างโดยการซ้อนภาพที่ถ่ายในระดับแสงที่แตกต่างกัน

8. การอ่านกำลังขยายอัตโนมัติ (AMR) โดยไม่ต้องยุ่งยากในการหยุดและตรวจสอบกำลังขยายเพื่อทำการวัด AMR จะตรวจจับอัตราการขยายโดยอัตโนมัติผ่านซอฟต์แวร์ ทำให้การวัดเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ แม่นยำ และน่าพึงพอใจยิ่งขึ้น

9. โพลาไรเซอร์แบบปรับได้ในตัวช่วยให้สามารถลบแสงสะท้อนหรือแสงจ้าที่ไม่ต้องการออกจากพื้นผิววัตถุได้อย่างอิสระเพื่อให้คอนทราสต์ดีขึ้น

10. ล็อคการเลื่อน การล็อค การเลื่อนช่วยให้ปุ่มโฟกัสอยู่ที่ตำแหน่งโฟกัสหรือกำลังขยายที่ต้องการโดยไม่ต้องกังวลกับการเคลื่อนไหวโดยไม่ได้ตั้งใจ

11. ฝาครอบแบบเปลี่ยนได้ ช่วยให้สามารถปรับให้เข้ากับการใช้งานจำนวนมากด้วยการใช้แสงแบบอื่นหรือส่วนต่อประสานกับวัตถุ เช่น แต่ไม่จำกัดเพียงแสงแบบกระจายไฟวงแหวน และไฟโคแอกเซียล เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐิติกาญจน อนวัชสกุล และ ปริญญา สีลานันท (2565) การตรวจพิสูจน์ประมาณระยะเวลาการเกิดเหตุในทางนิติวิทยาศาสตร์ขึ้นกับหลายปัจจัย พลวัตรของ พยานหลักฐานเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการแปรผล วัตถุพยานแวดล้อมและเครื่องแต่งกายสามารถช่วยให้มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเส้นใยผ้าจากการฝังกลบที่ระยะเวลาและในดินที่ต่างกันโดยใช้กลองจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ร่วมกับสเปกโทรสโคปรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้เส้นใยธรรมชาติ (ผ้าฝ้าย) และ เส้นใยสังเคราะห์ (พอลิเอสเตอร์) ฝังดินที่ความลึก 50 เซนติเมตร เปรียบเทียบที่ระยะเวลานานจนถึง 30 วัน ผลการวิจัยพบว่า เส้นใยผ้าฝ้ายหลุดลอกและฉีกขาดจนมีลักษณะไม่เรียบเมื่อฝังในดินที่เป็นกรดและที่ระยะเวลาต่างกัน เส้นใยพอลิเอสเตอร์ไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้ชัด จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของผ้า พบว่า ปริมาณธาตุองค์ประกอบของเส้นใยผ้าแตกต่างกัน และมีลักษณะความจำเพาะที่ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ว่าผ้าฝ้ายมีความทนทานน้ำน้อยกว่าผ้าพอลิเอสเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการประมาณระยะเวลาการถูกฝังกลบของผ้าเพื่อใช้ประกอบหลักการทาง วิทยาศาสตร์ในการตรวจพิสูจน์ข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ได้

ณัฏฐา รังสี (2565) ศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยผ้าภายใต้สถานการณ์จำลองการฝังศพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน ในการทดลองเลือกเส้นใยผ้า ได้แก่ ฝ้าย ไหม ป่านมัสลิน เรยอน ลินิน และ (โพลีเอสเตอร์65% และฝ้าย 35%) ขนาด 10 x 20 เซนติเมตร ฝังในดินร่วน (ความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร) พื้นที่ในบริเวณบ้านโป่ง ราชบุรีเส้นใยผ้าถูกขุดขึ้นมาหลังจากการฝังเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน เส้นใยธรรมชาติทั้งหมดได้รับความเสียหาย (ฝ้าย ไหม ป่านมัสลิน เรยอน และลินิน) หลังจากฝังเป็นเวลาอย่างน้อย 14 วัน เห็นได้จากรอยลอกและฉีกขาด เส้นใยหลุดออกจากแนวเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไปซึ่งเปรียบเทียบกับตัวอย่างผ้าที่ไม่ได้ฝัง และหากฝังเป็นเวลานานเส้นใยก็จะเกิดความเสียหายมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าเมื่อฝังผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติจะเกิดการย่อยสลายในระยะเวลาไม่นาน ในขณะที่ผ้าโทเรไม่ได้รับความเสียหายจากการทดลองและการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของกล้องจุลทรรศน์ที่สามารถใช้ในการตรวจสอบผ้าที่ถูกฝังในดินซึ่งอาจพบในคดีฆาตกรรม

วิชชุดา เทพเดชา (2556) การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเชิงกลของเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบ กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษา ได้แก่ผ้าที่ทอด้วยเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยประดิษฐ์ และเส้นใยผสม ผลการศึกษาพบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนจากการเปื้อนสีของดินในผ้าที่ฝัง

กลบดินทรายผ้าคอตตอน 100% และผ้าคอตตอน 35% โพลีเอสเตอร์ 65% มีการเปลี่ยนสีมากกว่าเมื่อเทียบกับผ้าโพลีเอสเตอร์ 100% เมื่อผ่านการฝังกลบด้วยดินเป็นระยะเวลา 30 วัน ผ้าทุกชนิดเกิดการเปลี่ยนของสีมากกว่าผ้าที่ฝังกลบ 15 วัน และผ้าที่ผ่านการฝังกลบได้รับความเสียหาย ไม่ว่าจะผ่านการฝังกลบด้วยทั้ง 2 ชนิด ซึ่งเส้นใยผ้าคอตตอน 100% ได้รับความเสียหายเยอะกว่าเส้นใยผ้าโพลีเอสเตอร์ 100% ซึ่งยิ่งระยะการฝังกลบนานขึ้นเส้นใยก็จะยิ่งเกิดความเสียหาย จากการทดสอบความต้านแรงฉีกขาดของผ้า พบว่า ไม่ว่าจะเป็นผ้าคอตตอนหรือพลีเอสเตอร์และช่วงเวลาในการฝังกลบ ส่งผลต่อการความต้านแรงฉีกขาดอย่างมีนัยสำคัญ โดยผ้าทุกชนิดที่ผ่านการฝังกลบด้วยดินมีความต้านทานต่อแรงฉีกขาดลดลง โดยไม่คำนึงถึงชนิดของดิน และผ้าที่ฝังกลบเป็นระยะเวลานานมีความต้านทานต่อแรงฉีกขาดต่ำกว่าผ้าที่ฝังกลบเป็นระยะเวลาน้อย และผ้าที่ไม่ได้ฝังกลบแสดงให้เห็นว่าผ้าต่างชนิดกันและระยะเวลาฝังกลบต่างกัน การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเชิงกลของเส้นใยผ้ามีความแตกต่างกัน

Mitchell และคณะ (2555) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพของเสื้อเชิ้ตในสภาวะการฝังกลบ ผ้าที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมคอนตอน (65%/35%) และผ้าคอตตอน 100% ซึ่งทั้งสองชนิดนี้นิยมใช้ทำเสื้อเชิ้ตผู้ชาย มีการทดลองสภาวะการซักสามแบบ ได้แก่ ไม่ได้ซัก, ซัก 6 ครั้ง, และซัก 60 ครั้ง เพื่อแสดงถึงสภาพผ้าที่แตกต่างกันก่อนการฝัง ดินที่ใช้ในการฝังกลบ คือ ทรายและดินเหนียว ซึ่งมีคุณสมบัติต่างกัน ระยะเวลาการฝัง 15 และ 30 วัน อ้างอิงจากการศึกษาการฝังศพที่ซ่อนเร้นในคดีอาชญากรรม ผลการศึกษาพบว่า เกิดความแตกต่างอย่างชัดเจนในการเกิดคราบดินบนผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมคอตตอนและผ้าคอตตอน ในสภาวะการฝังกลบด้วยดินทั้งสองประเภท โดยผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมคอตตอนมีคราบของดินมากหลังจากฝังกลบด้วยดินทรายเป็นเวลา 30 วัน เกิดแรงฉีกขาดของผ้าหลังจากถูกฝังกลบ บ่งชี้ว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมคอตตอนมีความเสียหายอย่างต่อเนื่องหลังการฝังด้วยดินทั้งสองชนิด นอกจากนี้ ผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ซักมีความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญหลังจากฝังในดินเหนียวเป็นเวลา 30 วัน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายและผ้าฝ้ายสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลาสั้นเมื่อถูกฝัง

Lowe และคณะ (2556) ศึกษาผลกระทบของเนื้อดินต่อการเสื่อมสภาพและการคงสภาพของวัสดุสิ่งทอที่เกี่ยวข้องกับศพที่ถูกฝัง การศึกษานี้ใช้ซากหมูฝังไปพร้อมกับเสื้อผ้าและมีชุดการทดลองควบคุม คือ นำเสื้อผ้าไปฝังกลบในดินโดยตรง ดินมีลักษณะแตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนตะกอน ดินทรายละเอียดและดินร่วนปนทรายละเอียด ในสถานที่สามแห่งทางตอนใต้ของออนแทรีโอ ประเทศแคนาดา ใช้เวลาในการฝังเป็นเวลา 2 เดือน 12 เดือน และ 14 เดือน เพื่อสังเกตระดับการเสื่อมสภาพของสิ่งทอธรรมชาติและสิ่งทอสังเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่าสิ่งทอ

ธรรมชาติที่สัมผัสกับศพสามารถคงสภาพได้นานกว่าสิ่งทอชนิดเดียวกันที่ฝังอยู่ในดินโดยตรงและไม่ได้สัมผัสกับศพ และสิ่งทอสังเคราะห์จะย่อยสลายได้ยาก อีกทั้งเทคนิคนี้ยังวิเคราะห์การสลายตัวของไขมันที่มีความสอดคล้องกับการสลายตัวของเนื้อเยื่อ ซึ่งมีความสำคัญกับการประมาณระยะเวลาการฝังจากสิ่งของที่ตรวจพบในสถานที่ฝังศพ

Ueland และคณะ (2562). ได้ศึกษาซากศพที่ถูกฝังพร้อมเสื้อผ้า : ทำการวิเคราะห์ของเหลวจากการย่อยสลายและอิทธิพลของมันต่อเสื้อผ้าในสภาพแวดล้อมการฝังจำลอง มีการเก็บตัวอย่างผ้าจากซากหมูที่ถูกฝัง มีการศึกษาผ้า 3 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย 100% ผ้าโพลีเอสเตอร์ 100% และผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้าย พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนระหว่างหลุมฝังทดลองและหลุมฝังควบคุม โดยผ้าในหลุมฝังควบคุมเสื่อมสภาพเร็วกว่า นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างระหว่างชนิดของผ้า โดยผ้าที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติเสื่อมสภาพเร็วกว่าผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ การวิเคราะห์ด้วยวิธีองค์ประกอบหลัก แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างผ้าฝ้ายในหลุมฝังควบคุมสามารถแยกสภาพการเสื่อมสภาพได้ การมีไขมันและโปรตีนนั้นมีประโยชน์ในการแยกหลุมศพที่ "เปียก" กว่าออกจากหลุมศพที่แห้งกว่าในธรรมชาติ รวมถึงหลุมศพควบคุมด้วย หลักฐานเสื้อผ้าได้รับการพิสูจน์แล้วว่าให้ข้อมูลเวลาเชิงปริมาณตั้งแต่การเสียชีวิต รวมถึงระบุตำแหน่งการสลายตัวในกรณีที่มีการเคลื่อนไหวโดยตั้งใจหรือไม่ได้ตั้งใจ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

งานวิจัยในครั้งเป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน เพื่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ วิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน มีขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรเป้าหมายในการวิจัย คือ ผ้าทอสีขาวเพื่อให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างผ้ามีทั้งทอจากเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยผสม วางขายตามร้านตัดเสื้อผ้าทั่วไป โดยการสุ่มตัวอย่างชนิดของผ้า 5 ชนิด ได้แก่ ผ้าป่าน ผ้าคอตตอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าโทเร และเครปซาติน สำหรับดินที่ใช้ฝังกลบชิ้นตัวอย่าง กำหนดใช้ดิน 2 ชนิด ได้แก่ ดินทรายและดินเหนียว โดยการฝังกลบ เป็นระยะเวลา 15 วัน , 30 วัน , 45 วัน , 60 วัน และ 75 วัน ในระดับความลึก 50 เซนติเมตร

2. เครื่องมือในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 อุปกรณ์ในการตัดตัวอย่างผ้า ได้แก่ กรรไกร ไม้บรรทัด

2.2 อุปกรณ์ขุดหลุม ได้แก่ จอบ พลั่ว

2.3 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ถาดพลาสติก ถุงซิปล็อคใส

2.4 กล้องโทรศัพท์ iPhone 12 Pro Max

2.5 กล้อง dino-lite digital microscope

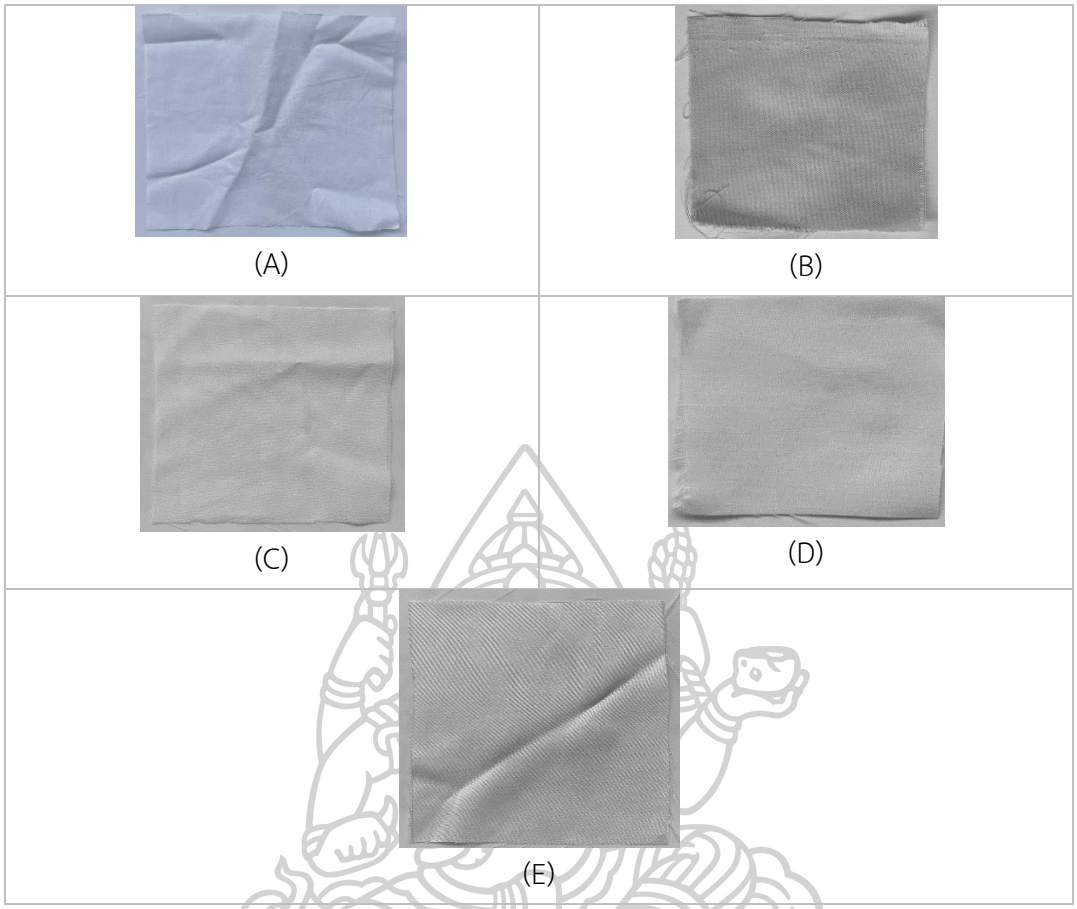
2.6 อุปกรณ์วัดค่า pH ของดิน

2.7 ผ้าดิบสีขาว 5 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ ผ้าป่าน ผ้าคอตตอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน

3. ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเตรียมตัวอย่างผ้า

นำผ้าทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ผ้าป่าน ผ้าคอตตอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน มาตัดให้มีขนาดความกว้างและความยาว 10 x 10 เซนติเมตร ชนิดละ 3 ผืน



รูปที่ 2 ตัวอย่างผ้า 5 ชนิด ผ้าป่าน (A) ผ้าคอตตอน (B) ผ้าโพลีเอสเตอร์ (C) ผ้าโทเร (D) และผ้าเครปซาติน (E)

3.2 การเตรียมฝังกลบ

3.2.1 เตรียมหลุมสำหรับฝังกลบตัวอย่างผ้า โดยหลุมขนาด กว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 30 x 30 x 50 เซนติเมตร ขุดจำนวน 10 หลุม สำหรับฝังกลบด้วยดินที่ต่างกัน คือ ดินทรายจำนวน 5 หลุม และดินเหนียวจำนวน 5 หลุม

รูปที่ 3 หลุมฝังกลบขนาดกว้าง x ยาว 30 cm (A) และ ระดับความลึกของหลุม 50 cm (B)

3.2.2 เตรียมดินทรายและดินเหนียวที่ใช้สำหรับการฝังกลบ วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ สีดินและวัดค่า pH ของดินทั้งสองชนิด

(A) (B)

รูปที่ 4 ดินทราย (A) และดินเหนียว (B) สำหรับการฝังกลบผ้า

3.2.3 นำชิ้นตัวอย่างผ้าที่เตรียมไว้ลงไปฝังกลบตัวอย่างละ 3 ชิ้น กลบด้วยดินทรายและดินเหนียว ในระดับความสูงที่ 50 เซนติเมตร ตามระยะเวลา ได้แก่ 15 วัน, 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน

รูปที่ 5 การฝังกลบตัวอย่างผ้าทั้งหมด 5 ชนิด ชนิดละ 3 ชิ้น ที่ระดับความสูงจากใต้ดิน 50 ซม.

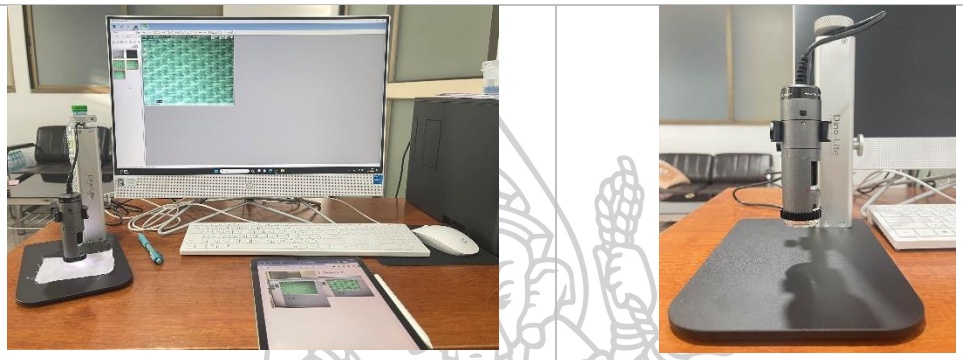
3.2.4 เมื่อทำการฝังกลบตัวอย่างผ้าครบตามระยะเวลาที่กำหนด ขุดหลุมนำผ้าขึ้นมาผึ่งลมให้แห้ง โดยเก็บใส่ถุงพลาสติกมีซิปเปิด-ปิด เพื่อรอไปตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดที่ฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกันในกระบวนการต่อไป

3.3 การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้า

3.3.1 เลือกตัวอย่างผ้าที่ผ่านการฝังกลบตามระยะเวลาที่กำหนด ได้แก่ 15 วัน, 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์

3.3.2 ตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าที่ผ่านการฝังกลบด้วยกล้อง iPhone 12 Pro max ดูการเปลี่ยนสีของผ้าและลอยฉีกขาด

3.3.3 ตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยผ้าที่ผ่านการฝังกลบด้วยกล้อง Digital Microscope รุ่น Dino-Lite Edge ยี่ห้อ Dino-Lite ที่กำลังขาย 1.0 mm, 0.5 mm และ 0.2 mm เพื่อดูความของเสียหายของเส้นใย



(A) (B)

รูปที่ 6 การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใย (A) กล้อง Digital Microscope (B)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน เพื่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ จากการทดลองฝังกลบตัวอย่างผ้า 5 ชนิด ในดินทรายและดินเหนียวที่ระยะเวลาต่างๆ ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะฝังกลบด้วยดิน

1. ข้อมูลสภาพแวดล้อมและดินในการฝังกลบ

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าในสภาวะฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียวที่ระยะเวลา 15 วัน, 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน พบว่า ดินทรายที่ใช้ในฝังกลบมีสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อดินมีลักษณะเป็นเม็ดหยาบ ไม่อุ้มน้ำเมื่อเวลาฝนตก ไม่จับตัวเป็นก้อน ในส่วนของดินเหนียวมีสีเทาเข้มเกือบดำ เนื้อดินระเอียดเป็นก้อนแข็งทึบ เมื่อมีฝนตกดินจะมีความเหนียวยืดหยุ่น ซึ่งดินทั้งสองชนิดมีค่า pH ประมาณ 8 เท่ากัน

ในการตรวจสอบสภาพอากาศจากการบันทึกค่าอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนจากโครงการชลประทานนครราชสีมา (โครงการชลประทานนครราชสีมา, 2560) ตลอดการฝังกลบตัวอย่างผ้าในช่วงเดือนสิงหาคมจนถึงเดือนตุลาคม ระยะเวลา 15 วัน, 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนตลอดการฝังกลบตัวอย่างผ้า

เวลา (วัน)	อุณหภูมิตลอดการฝังกลบตัวอย่างผ้า		ปริมาณน้ำฝน (มม.)
	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (◦C)	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)	
15	24.4	33.5	5.7
30	24.5	32.5	4.8
45	24.2	32.9	5.1
60	23.7	32.9	5.1
75	23.3	32.3	4.7

2. ผลการตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้า

ผลการตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าทั้ง 5 ชนิด จากการฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียวในระยะเวลาที่ 15 วัน, 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของสีตัวอย่างผ้า ที่ฝังกลบกับตัวอย่างผ้าที่ไม่ได้ฝังกลบและร่องรอยการฉีกขาดที่ทำให้เกิดความเสียหาย พบว่า สีของตัวอย่างผ้า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนจากการผ่านการฝังกลบด้วยดิน ซึ่งสังเกตได้ตั้งแต่ในระยะการฝังกลบที่ 15 วันจนถึง 30 วัน ตัวอย่างของผ้ามีสีน้ำตาลจากการเปื้อนดินแต่ในระดับที่น้อยกว่า เมื่อเทียบกับการฝังกลบในระยะเวลา 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน ตัวอย่างผ้ามีสีน้ำตาลของดินที่ระดับความเข้มขึ้นจากเดิม ไม่ว่าจะฝังกลบด้วยดินทรายหรือดินเหนียว โดยเฉพาะผ้าป่านที่มีสีเข้มจากการเกาะตัวของดินอย่างชัดเจนที่สุด รองลงมาคือผ้าคอตตอนกับผ้าโทเร ที่สีน้ำตาลของดินกระจายอยู่ทั่ว ผ้าโพลีเอสเตอร์มีสีที่อ่อนลงมาอีกระดับและน้อยที่สุดคือผ้าเครปซาติน ยังสามารถเห็นความเงาของผ้าได้ ดังตารางที่ 4 นอกจากนี้การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าจากการฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียวยังพบร่องรอยความเสียหายของผ้าป่านตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 15 วัน และ 30 วัน ตัวอย่างผ้าเกิดการฉีกขาด เห็นได้อย่างชัดเจนว่าบางส่วนหายไป ต่อมาในระยะเวลาที่ 45 วัน จากฝังกลบด้วยดินเหนียวยังสามารถคงขุดพบชิ้นส่วนตัวอย่างของผ้าป่านที่เหลือเพียงเล็กน้อยต่างจากการฝังกลบด้วยดินทรายที่ไม่สามารถขุดพบชิ้นส่วนของผ้าป่านได้ และการฝังกลบที่ 60 วัน กับ 75 วัน พบว่าชิ้นตัวอย่างของผ้าป่านได้สลายหายไปทั้งหมด ซึ่งต่างจากผ้าคอตตอน, ผ้าโพลีเอสเตอร์, ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน ตัวอย่างผ้าไม่มีการเกิดรอยฉีกขาด

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้า

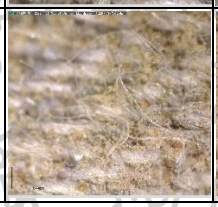
เวลา (วัน)	ชนิดของดิน	ชนิดของตัวอย่างผ้า				
		ผ้าป่าน	ผ้าคอตตอน	ผ้าโพลีเอสเตอร์	ผ้าโทเร	ผ้าเครปซาติน
15	ดินทราย					
	ดินเหนียว					

30	ดิน ทราย					
	ดิน เหนียว					
45	ดิน ทราย	-				
	ดิน เหนียว					
60	ดิน ทราย	-				
	ดิน เหนียว	-				
75	ดิน ทราย	-				
	ดิน เหนียว	-				

ผลตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยผ้า จำนวนตัวอย่างผ้า 5 ชนิด ได้แก่ ผ้าป่าน, ผ้าฝ้าย, ผ้าโพลีเอสเตอร์, ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน หลังจากการฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียว ที่ระยะเวลา 15 วัน 30 วัน , 45 วัน , 60 วัน และ 75 วัน ในระดับความลึก 50 เซนติเมตรเท่ากัน ด้วยกล้อง Digital Microscope ที่กำลังขยาย 0.2 mm ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยผ้า

เวลา (วัน)	ชนิดของดิน	กล้อง Digital Microscope กำลังขยายที่ 0.2 mm				
		ผ้าป่าน	ผ้าคอตตอน	ผ้าโพลีเอสเตอร์	ผ้าโทเร	ผ้าเครปซาติน
15	ดินทราย					
	ดินเหนียว					
30	ดินทราย					
	ดินเหนียว					
45	ดินทราย	-				
	ดินเหนียว					

60	ดิน ทราย	-				
	ดิน เหนียว	-				
75	ดิน ทราย	-				
	ดิน เหนียว	-				

จากตารางที่ 5 ผลตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบด้วยดินทราย ระยะเวลาที่ต่างกัน ในดับความลึก 50 เซนติเมตร พบว่า โครงสร้างเส้นใยของผ้าป่านมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 15 วัน จนถึง 30 วัน โดยลักษณะของเส้นใยเกิดการฉีกขาดหลุดออกจากกัน บางส่วนหายไป ต่อมาระยะเวลาที่ 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน ไม่สารมารถขุดพบตัวอย่างของผ้าป่าน เนื่องจากเกิดการย่อยสลายหายไปทั้งหมด ในส่วนของตัวอย่างผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ระยะการฝังกลบ 15 วัน ยังคงไม่พบการเปลี่ยนแปลง จนถึงระยะเวลาที่ 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 70 วัน ลักษณะของเส้นใยเริ่มจัดเรียงไม่เป็นระเบียบ หลุดไปจากแนวเดิมเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับตัวอย่างผ้าคอตตอนและผ้าโทเร ที่เส้นใยเกิดความเสียหายมากกว่า สังเกตได้ตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 30 วัน และ 45 วัน เส้นใยหลุดลอกออกจากแนวเดิมเพียงบางส่วน ซึ่งในระยะที่ 60 วัน และ 75 วัน เกิดการพันกันของเส้นใย หลุดออกเป็นเส้นๆ แต่ไม่พบรอยฉีกขาด และผ้าเครปซาตินที่ฝังกลบด้วยดินทรายในระยะเวลาที่ 15 , 30 , 45, 60 และ 75 วัน ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

นอกจากนี้ผลตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบด้วยดินเหนียว ระยะเวลาที่ต่างกัน ในดับความลึก 50 เซนติเมตร พบว่า เส้นใยของผ้าป่านที่ผ่านการฝังกลบตั้งแต่ 15 วันจนถึง 30 วัน มีการหลุดออกจากกันเป็นเส้นเล็กๆ ฉีกขาดจนบางส่วนหายไป

ซึ่งระยะที่ 45 วัน ยังคงขุดพบชิ้นส่วนตัวอย่างผ้าป่านอยู่เพียงเล็กน้อย แต่ระยะเวลาที่ 60 วัน และ 75 วัน ไม่สามารถพบชิ้นส่วนตัวอย่างของผ้าป่าน ส่วนเส้นใยผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ระยะการฝังกลบ 15 วัน, 30 วัน และ 45 วันลักษณะของเส้นใยเบียดตัวหลุดจากแนวเดิมเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระยะเวลา 60 วัน และ 75 วัน เส้นใยแยกจากกันจนไม่เป็นระเบียบ ต่อมาตัวอย่างผ้าคอตตอนและผ้าโทเรสังเกตเส้นใยเกิดความเสียหาย ตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 30 วัน และ 45 วัน ซึ่งในระยะ 60 วัน และ 70 วัน เห็นอย่างชัดเจนว่า เส้นใยหลุดออกเป็นเส้นๆ แต่ไม่พบร่องลอยการฉีกขาด และตัวอย่างผ้าเครปซาตินจากการฝังกลบด้วยดินเหนียวตลอดระยะเวลา 15 วัน, 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 70 วัน เส้นใยไม่พบความเสียหาย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5

บทสรุป อภิปลายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าในสภาวะฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน เพื่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าแต่ละชนิดในสภาวะ ฝังกลบด้วยดินที่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผ้าทอสีขาวเพื่อให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้อย่างชัดเจน โดยการสุ่มตัวอย่างชนิดของผ้า 5 ชนิด ได้แก่ ผ้าป่าน ผ้าคอตตอน ผ้าโพลีเอสเตอร์ ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน ทำการฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียว เป็นระยะเวลา 15 วัน , 30 วัน , 45 วัน , 60 วัน และ 75 วัน ในระดับความลึก 50 เซนติเมตรเท่ากัน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบชนิดผ้า ชนิดของดินละระยะเวลาการฝังกลบ

1.สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าในสภาวะฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียวของตัวอย่างผ้าแต่ละชนิดที่ระยะเวลา 15 วัน , 30 วัน , 45 วัน , 60 วัน และ 75 วัน ในระดับความลึก 50 เซนติเมตรเท่ากัน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผ้า

การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าทั้ง 5 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของสีตัวอย่างผ้า พบว่า สีของตัวอย่างผ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนจากการฝังกลบด้วยดินทั้ง 2 ชนิด ซึ่งสังเกตได้ตั้งแต่ในระยะการฝังกลบที่ 15 วันจนถึง 30 วัน ตัวอย่างของผ้ามีสีน้ำตาลจากการเปื้อนดินแต่ในระดับที่น้อยกว่า เมื่อเทียบกับการฝังกลบในระยะเวลา 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน ตัวอย่างผ้ามีสีน้ำตาลของดินที่ระดับความเข้มขึ้นจากเดิมกระจายอยู่ทั่ว ไม่ว่าจะฝังกลบด้วยดินทรายหรือดินเหนียว โดยเฉพาะผ้าป่านที่มีสีเข้มจากการเกาะของดินอย่างชัดเจนที่สุด รองลงมาคือคอตตอน , ผ้าโทเร , ผ้าโพลีเอสเตอร์ และผ้าเครปซาติน ตามลำดับ ซึ่งจากผิวสัมผัสของตัวอย่างผ้าทุกชนิดที่ผ่านการฝังกลบด้วยดินเหนียวนั้นจะมีความแข็งและหยาบกว่าผ้าที่ฝังกลบด้วยดินทราย

นอกจากนี้การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าจากการฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียว ยังพบร่องรอยความเสียหายของผ้าป่านตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 15 วัน และ 30 วัน ตัวอย่างผ้าเกิดการฉีกขาด เห็นได้อย่างชัดเจนว่าบางส่วนหายไป ต่อมาในระยะเวลา

ที่ 45 วัน จากฝังกลบด้วยดินเหนียวยังสามารถคงขุดพบชิ้นส่วนตัวอย่างของผ้าป่านที่เหลือเพียงเล็กน้อยต่างจากการฝังกลบด้วยดินทรายที่ไม่สามารถขุดพบชิ้นส่วนของผ้าป่านได้ และการฝังกลบที่ 60 วัน กับ 75 วัน พบว่าชิ้นตัวอย่างของผ้าป่านได้สลายหายไปทั้งหมด ซึ่งต่างจากผ้าคอตตอน, ผ้าโพลีเอสเตอร์, ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน ตัวอย่างผ้าไม่มีการเกิดรอยฉีกขาด แค่บิดเบี้ยวตามร่องรอยการฝังกลบด้วยดินเท่านั้น

1.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใย

การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบด้วยดินทรายระยะเวลาที่ต่างกัน ในดับความลึก 50 เซนติเมตร พบว่า โครงสร้างเส้นใยของผ้าป่านมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 15 วัน จนถึง 30 วัน โดยลักษณะของเส้นใยเกิดการฉีกขาดหลุดออกจากกัน บางส่วนหายไป ต่อมาระยะเวลาที่ 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน ไม่สารมารถตรวจสอบความเสียหายของเส้นใยผ้าป่านได้ เนื่องจากตัวอย่างของผ้าป่านเกิดการย่อยสลายหายไปทั้งหมด ในส่วนของตัวอย่างผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ระยะการฝังกลบ 15 วัน ยังคงไม่พบการเปลี่ยนแปลง จนถึงระยะเวลาที่ 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 70 วัน ลักษณะของเส้นใยเริ่มจัดเรียงไม่เป็นระเบียบ หลุดไปจากแนวเดิมเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับตัวอย่างผ้าคอตตอนและผ้าโทเร ที่เส้นใยเกิดความเสียหายมากกว่า สังเกตได้ตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 30 วัน และ 45 วัน เส้นใยหลุดลอกออกจากแนวเดิมแต่งเป็นเพียงแค่บางส่วน ซึ่งในระยะที่ 60 วัน และ 70 วัน เป็นเวลานานขึ้นเส้นใยจึงเกิดการพันกัน หลุดออกเป็นเส้นๆ แต่ยังคงไม่พบรอยฉีกขาด และผ้าเครปซาตินที่ฝังกลบด้วยดินทรายในยะระเวลาที่ผ่านมาทั้งหมด เส้นใยยังคงเดิมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ลักษณะโครงสร้างเส้นใยยังคงมันวาว จัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ

นอกจากนี้ผลตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบด้วยดินเหนียว ระยะเวลาที่ต่างกัน ในดับความลึก 50 เซนติเมตร พบว่า เส้นใยของผ้าป่านที่ผ่านการฝังกลบตั้งแต่ 15 วันจนถึง 30 วัน เกิดความเสียหายอย่างชัดเจน มีการหลุดออกจากกันเป็นเส้นเล็กๆ ฉีกขาดจนบางส่วนหายไป ในระยะที่ 45 วัน ยังคงขุดพบชิ้นส่วนตัวอย่างผ้าป่านอยู่เพียงเล็กน้อย ต่างจากการฝังกลบด้วยทรายที่ตัวอย่างของผ้าป่านทั้งหมดถูกย่อยสลาย ซึ่งในระยะเวลาที่ 60 วัน และ 75 วัน ไม่สามารถพบชิ้นส่วนตัวอย่างของผ้าป่าน ส่วนเส้นใยผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ระยะการฝังกลบ 15 วัน, 30 วัน และ 45 วันลักษณะของเส้นใยเบียดตัวหลุดจากแนวเดิมเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระยะเวลา 60 วัน และ 75 วัน เส้นใยแยกจากกันจนไม่เป็นระเบียบ ต่อมาตัวอย่างผ้าคอตตอนและผ้าโทเรสังเกตเส้นใยเกิดความเสียหาย ตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 30 วัน และ 45 วัน ซึ่งในระยะ

60 วัน และ 70 วัน เห็นอย่างชัดเจนว่า เส้นใยหลุดออกเป็นเส้นๆ แต่ไม่พบร่องลอยการฉีกขาด และตัวอย่างผ้าเครปซาตินที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยหลังจากการฝังกลบด้วยดินเหนียวตามระยะเวลาในการทดลอง

2. อภิปลายผลการศึกษา

การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าทั้ง 5 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของสีตัวอย่างผ้า พบว่า สีของตัวอย่างผ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนจากการฝังกลบด้วยดินทั้ง 2 ชนิด ซึ่งสังเกตได้ตั้งแต่ในระยะการฝังกลบที่ 15 วันจนถึง 30 วัน ตัวอย่างของผ้ามีสีน้ำตาลจากการเปื้อนดินแต่ในระดับที่น้อยกว่า เมื่อเทียบกับการฝังกลบในระยะเวลา 45 วัน, 60 วัน และ 75 วัน ตัวอย่างผ้ามีสีน้ำตาลของดินที่ระดับความเข้มขึ้นจากเดิมกระจายอยู่ทั่ว ไม่ว่าจะฝังกลบด้วยดินทรายหรือดินเหนียว ซึ่งจากการสัมผัสผ้าทุกชนิดที่ผ่านการฝังกลบด้วยดินเหนียวนั้น พบว่าดินเหนียวจะเกาะติดกับผ้ามากกว่าดินทราย การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตัวอย่างผ้าจากการฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียว ยังพบร่องรอยความเสียหายของผ้าป่านตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 15 วัน และ 30 วัน ตัวอย่างผ้าเกิดการฉีกขาด เห็นได้อย่างชัดเจนว่าบางส่วนหายไป ต่อมาในระยะเวลาที่ 60 วัน จากฝังกลบ พบว่าชิ้นตัวอย่างของ ผ้าป่านได้สลายหายไปทั้งหมด ซึ่งต่างจากผ้าคอตตอน, ผ้าโพลีเอสเตอร์, ผ้าโทเร และผ้าเครปซาติน ตัวอย่างผ้าไม่มีการเกิดรอยฉีกขาด แค่บิดเบี้ยวตามร่องรอยการฝังกลบด้วยดินเท่านั้น

การตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบด้วยดินทรายและดินเหนียว ในดับความลึก 50 เซนติเมตร ก็สอดคล้องกับลักษณะที่ปรากฏทางกายภาพ พบว่าโครงสร้างเส้นใยของผ้าป่านมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 15 วัน จนถึง 30 วัน โดยลักษณะของเส้นใยเกิดการฉีกขาดหลุดออกจากกัน บางส่วนหายไป ต่อมาระยะเวลา 60 วัน ไม่สารมารถตรวจสอบความเสียหายของเส้นใยผ้าป่านได้ เนื่องจากตัวอย่างของผ้าป่านเกิดการย่อยสลายหายไปทั้งหมด ในส่วนของตัวอย่างผ้าโพลีเอสเตอร์และ ผ้าเครปซาตินที่ระยะการฝังกลบ 15 วัน ยังคงไม่พบการเปลี่ยนแปลง จนถึงระยะเวลาที่ 30 วัน, 45 วัน, 60 วัน และ 70 วัน ลักษณะของเส้นใยเริ่มจัดเรียงไม่เป็นระเบียบ หลุดไปจากแนวเดิมเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับตัวอย่างผ้าคอตตอนและผ้าโทเร ที่เส้นใยเกิดความเสียหายมากกว่า สังเกตได้ตั้งแต่ระยะการฝังกลบที่ 30 วัน และ 45 วัน เส้นใยหลุดลอกออกจากแนวเดิมแต่งเป็นเพียงแค่บางส่วน ซึ่งในระยะที่ 60 วัน และ 70 วัน เป็นเวลานานขึ้นเส้นใยจึงเกิดการพันกัน หลุดออกเป็นเส้นๆ แต่ยังคงไม่พบรอยฉีกขาด พบว่าชนิดของดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยตัวอย่าง เนื่องจาก pH ของดินที่ใช้ในการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชุดา (2556) แต่แต่พบว่า pH ของดินมีผลต่อการย่อยสลายของผ้า และเมื่อระยะเวลาในการฝังกลบนานขึ้นความ

เสียหายกับผ้าจะมีมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณ Mitchell และคณะ (2012) พบว่า การฝังตัวอย่างผ้าในดินไม่ว่าจะเป็นดินชนิดใด ยิ่งเวลาในการฝังกลบนานขึ้นผ้าก็จะได้รับความเสียหายมากขึ้นด้วย

อย่างไรก็ตามปัจจัยที่มีผลต่อเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบ ได้แก่ ชนิดของผ้าเส้นใยธรรมชาติมีคุณสมบัติที่มีส่วนประกอบของเซลลูโลสที่โมเลกุลเรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบโครงสร้างภายนอกมีช่องว่างเยอะ ส่วนเส้นใยสังเคราะห์ โมเลกุลจะเรียงตัวกันแน่นทำให้เส้นใยดูดซึมน้ำได้ยาก (นวลแข ปาลิวนิช, 2556) ในการดูดซึมน้ำได้ดีก็จะทำให้ผ้ามีความสามารถดูดซึมน้ำและความชื้นได้มากกว่า เนื่องจากความชื้นภายในดินก็ส่งผลต่อความเสียหายของผ้าและเส้นใย (ฐิติกาญจน์ อนวัชสกุล และปริญญา สีลานันท์, 2565) เส้นใยที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างผ้า ที่ได้รับความเสียหายจากการถูกย่อยสลาย ได้แก่ ผ้าป่าน ในขณะที่ โพลีเอสเตอร์ และผ้าเครปซาติน ที่เป็นใยสังเคราะห์เหมือนกันแต่ถักทอด้วยลักษณะที่แตกต่างกันจะพบการเสียหายของเส้นใยน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณ Lowe et al. (2013) และคุณ Ueland et al. (2019) ที่พบว่าผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติสามารถ สลายตัวได้เร็วกว่าผ้าที่มีส่วนผสมของเส้นใยสังเคราะห์และระยะเวลาการฝังกลบ ซึ่งตัวอย่างผ้าที่ถูกฝังในดินเป็นระยะเวลานานก็จะได้รับความเสียหายมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมธรรมชาติที่มีผลต่อเส้นใยผ้า เช่น ความชื้น และจุลินทรีย์ รวมทั้งการวัดค่า pH ของดินตลอดระยะเวลาการฝังกลบ และประเมินการสลายตัวของเส้นใยผ้าในเชิงปริมาณ เพื่อสามารถใช้ประมาณระยะเวลาหลังการฝังได้แม่นยำและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

Dino-Lite Digital MicroScope. *AF4915ZT*. https://www.dino-lite.com/products_detail.php?index_m1_id=9&index_m2_id=46&index_id=153

Lowe, A. C., Beresford, D. V., Carter, D. O., Gaspari, F., O'Brien, R. C., Stuart, B. H., & Forbes, S. L. (2013). The effect of soil texture on the degradation of textiles associated with buried bodies. *Forensic Science International*, 231(1), 331-339. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.05.037

Mitchell, J. L., Carr, D. J., Niven, B. E., Harrison, K., & Girvan, E. (2012). Physical and mechanical degradation of shirting fabrics in burial conditions. *Forensic Science International*, 222(1), 94-101. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.05.005

Ueland, M., Forbes, S., & Stuart, B. (2019). Understanding clothed buried remains: the analysis of decomposition fluids and their influence on clothing in model burial environments. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 15. https://doi.org/10.1007/s12024-018-0073-9

โครงการชลประทานนครราชสีมา. (2560). แบบรายงานอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา. Retrieved 21 สิงหาคม 2566 from https://www.facebook.com/NakhonratchasimaProvincialIrrigationOffice?locale=th_TH

จิราพร เกิดแก้ว. (2558). การศึกษาผ้าชนิดต่างๆ ด้วยเทคนิค ATR-FTIR, TGA และ DSC เพื่อประโยชน์ทาง

นิติวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ฐิติกาญจน์ อนวัชสกุล และปริญญา สีลานันท์. (2565). การศึกษาคุณสมบัติเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับสเปกโทรสโคปีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงานเพื่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์. วารสารศรีปทุมปริทัศน์, 14, 153-168.

ณัฏฐา รังษี. (2565). การตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ของผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ธนากร ลีประโคน. (2548). การชะละลายของอะลูมิเนียมจากปุ๋ยหมักที่ผลิตจากตะกอนประปา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. กรุงเทพฯ.

ธิติ มหาเจริญ. (2563). การตรวจลักษณะทางพื้นผิวและธาตุองค์ประกอบในเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยธรรมชาติที่ พบในประเทศไทยโดยวิธี Scanning Electron Microscope/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy เพื่อประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์. วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 18, 32-46.

นวลแข ปาลิวนิช. (2556). ความรู้เรื่อง ผ้าและเส้นใย. ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มนูญ จิตต์ใจฉ่ำ. (2557). การผลิตเส้นด้ายจากใยกัญชงด้วยระบบการผลิตเส้นด้ายแบบวงแหวน : รายงานวิจัย. https://tarr.arda.or.th/preview/item/mEdkrMpFYjJ2RORAK_bHR

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2567). ดิน. Retrieved 15 ธันวาคม 2567 from https://simple.wikipedia.org/wiki/Soil

วิชชุดา เทพเดชา. (2556). การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเชิงกลของเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักตรวจดิน และวางแผนการใช้ดิน. (2553). ความรู้เรื่อง "ดิน". Retrieved 18 ธันวาคม 2567 from http://osl101.ldd.go.th/easysoils/s_prop_color2.htm

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล วรารัตน์ สุดา

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาชีววิทยา) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา