การตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ของผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน

โดย
นางสาวณัฏฐา รังษี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ของผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน

โดย
นางสาวณัฏฐา รังษี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

FORENSIC EXAMINATION OF BURIED FABRICS USING COMPOUND LIGHT MICROSCOPE

By

MISS Nattha RANGSI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ของผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน
โดย	นางสาวณัฏฐา รังษี
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

พิจารณาเห็นชอบโดย

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

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

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

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

630720005 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ความเสียหาย ฝังกลบ ผ้าและเส้นใย กล้องจุลทรรศน์

นางสาว ณัฏฐา รังษี: การตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์ของผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยผ้าภายใต้สถานการณ์จำลองการฝังศพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน ในการทดลองเลือกเส้นใยผ้า ได้แก่ ฝ้าย ไหม ป่านมัสลิน เรยอน ลินิน และ (โพลีเอสเตอร์ 65% และฝ้าย 35%) ขนาด 10 x 20 เซนติเมตร ฝังในดินร่วน (ความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร) พื้นที่ในบริเวณบ้านโป่ง ราชบุรี เส้นใยผ้าถูกขุดขึ้นมาหลังจากการฝังเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน เส้นใยธรรมชาติทั้งหมดได้รับความเสียหาย (ฝ้าย ไหม ป่านมัสลิน เรยอน และลินิน) หลังจากฝังเป็นเวลาอย่างน้อย 14 วัน เห็นได้จากรอยลอกและฉีกขาด เส้นใยหลุดออกจากแนวเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไปซึ่งเปรียบเทียบกับตัวอย่างผ้าที่ไม่ได้ฝัง และหากฝังเป็นเวลานานเส้นใยก็จะเกิดความเสียหายมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าเมื่อฝังผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติจะเกิดการย่อยสลายในระยะเวลาไม่นาน ในขณะที่ผ้าโทเรไม่ได้รับความเสียหายจากการทดลองและการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของกล้องจุลทรรศน์ที่สามารถใช้ในการตรวจสอบผ้าที่ถูกฝังในดินซึ่งอาจพบในคดีฆาตกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

630720005 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Damage/ Burial/ Fabric and Fibers/ Microscope

MISS Nattha RANGSI : Forensic Examination of Buried Fabrics Using Compound Light Microscope Thesis advisor : Orathai Kheawpum, Ph.D.

The objective of this work was to study the damage for the fabric and fibers under simulated burial situations using compound light microscope. In this experiment, 10 cm. x 20 cm. of the selected fabric fibers including cotton, silk, ramie muslin, rayon, linen and (65%polyester and 35%cotton) were buried in the loamy soil (a depth of 50 and 100 centimeters) at the field site in BanPong area, Ratchaburi. Fabric fibers were exhumed after 7, 14, 21 and 28 days burial. The damage to all of the natural textile (cotton, silk, ramie muslin, rayon, and linen) fibers after burial for at least 14 days was evident from the peeling and tearing marks, the chipped fibers, and the loss of the fibers as compared to the untreated sample. The longer buried time the more damage of the fibers can be observed. This work indicates that the natural fabrics can degrade in relatively short times when buried. Whereas torero fibers were unable to be observed the fiber damage under the tested conditions. This study has demonstrated the useful methods of microscope in the examination of fabrics subjected to bury underground that may be found in murder cases

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ในการให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำจากบุคคลหลายท่าน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อรทัย เขียวพุ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาตลอดระยะเวลาการทำวิจัย อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน อาจารย์ ดร.ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ยุภาพร สมีน้อย ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือสำหรับใช้ในการทดลอง จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อนๆ รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยสนับสนุน ส่งเสริมและให้กำลังใจจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาว ณัฏฐา รังษี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
3. สมมติฐานของการวิจัย 2
4. ขอบเขตของการวิจัย 3
5. นิยามศัพท์เฉพาะ 3
6. กรอบแนวคิดการวิจัย 3
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5
1. การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ 5
1.1 ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ 5
1.2 พยานหลักฐาน 5
1.3 พยานวัตถุ 6
1.4 การตรวจสถานที่เกิดเหตุ 7
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผ้าและเส้นใย 8

2.1 การจำแนกเส้นใย 8
2.2 การตรวจสอบสมบัติของเส้นใย 11
2.3 การแบ่งสมบัติของเส้นใย 11
2.4 การใช้กล้องจุลทรรศน์วิเคราะห์เส้นใย 13
2.5 ฝ้าย 15
2.6 ป่าน 15
2.7 ไหม 16
2.8 โทเร 16
2.9 เรยอน 17
2.10 ลินิน 17
3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน 18
3.1 การเกิดดิน 18
3.2 การแบ่งชั้นดิน 19
3.3 ประเภทของดิน 20
4. กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน 20
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 24
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 24
2. เครื่องมือในการศึกษาวิจัย 24
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล 25
3.1 การเตรียมตัวอย่างผ้า 25
3.2 สภาวะฝังกลบ 26
3.3 การตรวจสอบความเสียหาย 28
3.4 การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการถูกย่อยสลาย 28

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 29
1. ข้อมูลสภาพแวดล้อม 29
2. ความเสียหายภายนอกของผ้า 30
3. ความเสียหายของเส้นใย 37
4. การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการย่อยสลาย 48
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 50
1. สรุปผลการศึกษา 50
2. อภิปรายผลการศึกษา 51
3. ข้อเสนอแนะ 52
รายการอ้างอิง 53
ภาคผนวก 55
ภาคผนวก ก การเก็บตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบในดินร่วน ตามระยะเวลาต่างๆ 56
ประวัติผู้เขียน 61

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบ 9
ตารางที่ 2 อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างมาตรฐานของเส้นใยธรรมชาติ 11
ตารางที่ 3 ความสามารถในการดูดความชื้นของเส้นใย 12
ตารางที่ 4 รูปร่างตามยาวและหน้าตัดของเส้นใยเมื่อวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ 13
ตารางที่ 5 อุณหภูมิอากาศตลอดระยะเวลาการทดลอง 29
ตารางที่ 6 ความเสียหายภายนอกของผ้าฝ้าย 30
ตารางที่ 7 ความเสียหายภายนอกของผ้าป่านมัสลิน 31
ตารางที่ 8 ความเสียหายภายนอกของผ้าไหม 32
ตารางที่ 9 ความเสียหายภายนอกของผ้าโทเร 34
ตารางที่ 10 ความเสียหายภายนอกของผ้าเรยอน 35
ตารางที่ 11 ความเสียหายภายนอกของผ้าลินิน 36
ตารางที่ 12 ความเสียหายของเส้นใยผ้าฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ 37
ตารางที่ 13 ความเสียหายของเส้นใยผ้าป่านมัสลินด้วยกล้องจุลทรรศน์ 39
ตารางที่ 14 ความเสียหายของเส้นใยผ้าไหมด้วยกล้องจุลทรรศน์ 41
ตารางที่ 15 ความเสียหายของเส้นใยผ้าโทเรด้วยกล้องจุลทรรศน์ 43
ตารางที่ 16 ความเสียหายของเส้นใยผ้าเรยอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ 44
ตารางที่ 17 ความเสียหายของเส้นใยผ้าลินินด้วยกล้องจุลทรรศน์ 46
ตารางที่ 18 การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการย่อยสลาย 48

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ชั้นของดิน 19

ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ compound light microscope (Olympus) 21

ภาพที่ 3 ตัวอย่างผ้าก่อนฝังกลบ ผ้าฝ้าย (A) ผ้าป่านมัสลิน (B) ผ้าไหม (C) ผ้าโทเร (D) ผ้าเรยอน (E) และผ้าลินิน (F) 25

ภาพที่ 4 หลุมขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร (A) และยาว 100 เซนติเมตร (B) 26

ภาพที่ 5 หลุมที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม 26

ภาพที่ 6 หลุมที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม 27

ภาพที่ 7 การจัดเรียงผ้าในหลุมที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม 27

ภาพที่ 8 การจัดเรียงผ้าในหลุมที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม 27

ภาพที่ 9 ระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 57

ภาพที่ 10 ระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 57

ภาพที่ 11 ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 58

ภาพที่ 12 ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 58

ภาพที่ 13 ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 59

ภาพที่ 14 ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 59

ภาพที่ 15 ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B) 60

ภาพที่ 16 ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)..... 60

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ช่วงเวลาที่ผ่านมาสังคมโลกรวมถึงประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทั้งปัญหาในด้านเศรษฐกิจและด้านสังคมซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตของประชากร ทำให้ประชากรมีอัตราการว่างงานสูงขึ้นจนต้องประสบปัญหาทางการเงินและเกิดเป็นความเครียด จากข้อมูลการก่อคดีอาญาในปี 2564 คดีอาญารวมเพิ่มขึ้นจากปี 2563 ร้อยละ 41.5 จากคดียาเสพติด คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์ และคดีชีวิต ร่างกายและเพศ และในปี 2565 คดีอาญารวมลดลงจากปี 2564 ร้อยละ 18.4 แต่คดีประทุษร้ายต่อทรัพย์เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งข้อมูลจากมูลนิธิปวีณาหงสกุลเพื่อเด็กและสตรี พบว่าในปี 2565 คดีเกี่ยวกับการข่มขืนกระทำชำเราเพิ่มสูงขึ้นจากปี 2564 ร้อยละ 17.3 (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565: 4, 2566: 3) การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์จึงเป็นหลักฐานที่สำคัญที่จะสามารถหาตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรม

การก่อคดีต่างๆ ผู้ต้องหามักจะทิ้งร่องรอยหรือวัตถุพยานโดยจะพบได้ที่สถานที่เกิดเหตุ ตัวผู้เสียหาย ตัวคนร้ายหรือสถานที่ที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมวัตถุพยานสามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ วัตถุพยานจากร่างกาย เช่น โลหิต อสุจิ ปัสสาวะ น้ำลาย เนื้อเยื่อ เส้นผม เป็นต้น วัตถุพยานประเภทสิ่งของ เช่น อาวุธปืน เสื้อผ้า เศษดิน เศษกระจก เอกสาร เป็นต้น และวัตถุพยานที่เป็นรอยประทับ (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2564) วัตถุพยานที่เป็นเสื้อผ้าจะมีความเกี่ยวข้องกับคดีชีวิต ร่างกายและเพศอย่างมากเนื่องจากเป็นสิ่งที่ผู้เสียหายหรือศพสวมใส่ และหากมีการนำศพไปฝังกลบในดินเพื่ออำพรางคดีหรือการนำสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ที่ผลิตมาจากเส้นใย เช่น ผ้าปูที่นอน ผ้าม่าน ผ้าคลุมโต๊ะ เป็นต้น ไปทำลายหลักฐานด้วยการฝังกลบ มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับการย่อยสลายของสิ่งทอในสภาวะฝังกลบ เช่น งานวิจัย Mitchell et al. (2012) ได้ทดสอบการฉีกขาดของผ้าฝ้าย 100% และผ้าโพลีเอสเตอร์ 65% ผสมฝ้าย 35% ที่มีการซักฟอกแตกต่างกันและฝังกลบในดินเหนียวและดินทรายเป็นระยะเวลา 15 วัน และ 30 วัน ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความเสียหายของเส้นใยที่เกิดจากการซักฟอก การเปลี่ยนแปลงสี ความหนา ค่ามวลต่อหน่วยพื้นที่ พบว่า ชนิดของผ้า สภาพการซัก ชนิดของดินและเวลาฝังมีผลต่อ

การเสื่อมสภาพของผ้างานวิจัย Lowe et al. (2013) วิเคราะห์การย่อยสลายของเสื้อผ้าด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ GC-MS ซึ่งฝังศพหมูที่สวมเสื้อผ้าและฝังเสื้อผ้าในดินโดยตรงใช้ดินที่ลักษณะแตกต่างกันเป็นระยะเวลา 2 เดือน 12 เดือน และ 14 เดือน พบว่าเสื้อผ้าที่ซากศพหมูสวมใส่มีการเสื่อมสภาพน้อยกว่าเสื้อผ้าที่สัมผัสดินโดยตรงและผ้าที่มีส่วนผสมของเส้นใยสังเคราะห์จะย่อยสลายได้ยาก งานวิจัย Ueland et al. (2019) วิเคราะห์ของเหลวที่ส่งผลต่อเสื้อผ้าในการจำลองการฝังศพด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ GC-MS ตรวจสอบผ้า 3 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย 100% ผ้าโพลีเอสเตอร์ 100% และผ้าฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ พบว่าผ้าที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติจะย่อยสลายได้เร็วกว่าผ้าที่เป็นเส้นใยสังเคราะห์ การตรวจพิสูจน์ผ้าและเส้นใยก็ถือว่าเป็นพยานหลักฐานที่สำคัญในการสืบสวนทางคดีที่อาจจะใช้ยืนยันลักษณะเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายของเหยื่อก่อนเสียชีวิตหรือใช้เชื่อมโยงความสัมพันธ์หาตัวผู้กระทำความผิด

เครื่องนุ่งห่มและของใช้ในปัจจุบันมีทั้งผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ป่าน ไหม ลินิน ขนสัตว์ เป็นต้น และเส้นใยสังเคราะห์ เช่น โพลีเอสเตอร์ ไนลอน อะคริลิก เป็นต้น ซึ่งเส้นใยแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน เมื่อนำไปทอเป็นผ้าก็จะทำให้ผ้ามีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันด้วย (สุธีรา ธรรมจง, 2562) การตรวจพิสูจน์ผ้าและเส้นใยทางนิติวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีที่ไม่ทำลายวัตถุพยาน เช่น Polarized light Microscopy (PLM), Infrared Microspectroscopy และ Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive X-ray เป็นต้น ผ้าและเส้นใยที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุกับตัวอย่างผ้าและเส้นใยที่นำมาตรวจสอบจำเป็นต้องรักษาสมบัติทางกายภาพให้คงอยู่ เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญในการคำนึงถึงคุณค่าของวัตถุพยาน (ธิติ มหาเจริญ, 2563) โดยจะเห็นได้ว่ามีทั้งวิธีการตรวจสอบทางเคมีและทางกายภาพ

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพจากปัจจัยที่มีผลต่อเส้นใยผ้าที่ถูกฝังกลบในดินที่ระยะเวลาแตกต่างกันและระดับความลึกต่างกันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อนซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ทำลายวัตถุพยานทางนิติวิทยาศาสตร์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยจากการฝังกลบในดินร่วนที่ระดับความลึกและระยะเวลาต่างกัน

3. สมมติฐานของการวิจัย

ระดับความลึกของดิน ระยะเวลาการฝังกลบและชนิดของผ้าที่ต่างกันส่งผลต่อความเสียหายของผ้าและเส้นใย

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาความเสียหายของตัวอย่างผ้าและเส้นใยในสภาวะฝังกลบที่ระดับความลึกต่างกันตามระยะเวลาต่างๆ โดยวิเคราะห์รอยฉีกขาดที่เกิดจากการย่อยสลายของตัวอย่างผ้าและความเสียหายของเส้นใย

4.2 ด้านประชากร

การศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยซึ่งเลือกผ้าที่วางขายตามท้องตลาดทั่วไปทั้งผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าป่านมัสลิน ผ้าไหม ผ้าโทเร (โพลีเอสเตอร์ 65% ผสมฝ้าย 35%) ผ้าเรยอนและผ้าลินิน สำหรับการฝังกลบในดินร่วนที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 7 วัน , 14 วัน , 21 วัน และ 28 วัน

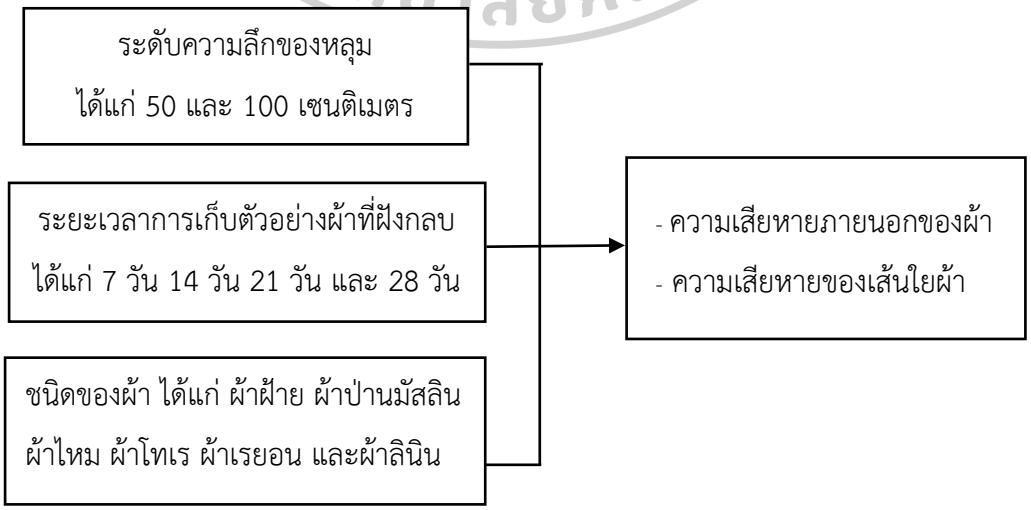
5. นิยามศัพท์เฉพาะ

เส้นใย (Fiber) หมายถึง วัสดุที่ได้มาจากธรรมชาติทั้งพืชและสัตว์หรือที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น โดยมีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเพียงพออย่างน้อยต้องเท่ากับ 100 อีกทั้งยังต้องมีลักษณะต่างๆ ที่เหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นผืนผ้าได้

ผ้า (Fabric) หมายถึง วัสดุที่ผ่านกระบวนการผลิตจนมีลักษณะเป็นผืน โดยอาจผลิตมาจากสารละลาย เส้นใยและเส้นด้าย

ความเสียหาย หมายถึง รอยฉีกขาดของผ้าและลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเส้นใย เช่น การขาดหายไปของเส้นใย

6. กรอบแนวคิดการวิจัย



7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 เพื่อทราบถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผ้าและเส้นใยชนิดต่างๆ ที่ฝังกลบในดิน

7.2 เพื่อเป็นประโยชน์กับการตรวจพิสูจน์วัตถุพยานประเภทผ้าที่ถูกฝังกลบในดินในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยในสภาวะฝังกลบผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยซึ่งผลการศึกษาค้นคว้ามีหัวข้อตามลำดับต่อไปนี้

1. การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผ้าและเส้นใย
3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน
4. กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์

นิติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ในด้านกฎหมาย เช่น การเก็บและตรวจสอบหลักฐานต่างๆ เพื่อพิสูจน์การกระทำความผิดของผู้ต้องหา ซึ่งจะนำไปสู่การลงโทษผู้ต้องหาในการกระทำความผิดนั้นๆ (ศรันยา สีมา, 2563)

1.2 พยานหลักฐาน

เป็นสิ่งที่พิสูจน์ว่าบุคคลนั้นมีความบริสุทธิ์หรือไม่ โดยจะต้องนำไปแสดงต่อศาลตามกฎหมาย พยานหลักฐานจะแบ่งได้ 3 ประเภท คือ พยานบุคคล หมายถึง ถ้อยคำของบุคคลที่มาให้การต่อหน้าเจ้าพนักงานหรือศาล พยานเอกสาร หมายถึง ข้อความใดๆ ที่สามารถสื่อความได้ ไม่ว่าจะเป็นลายลักษณ์อักษร เครื่องหมายหรือรูปรอย โดยเครื่องหมายและรูปรอยจะต้องสามารถใช้แทนลายลักษณ์อักษรได้พยานวัตถุ หมายถึง สิ่งของใดๆ ที่มีคู่ความอ้างเป็นพยานหลักฐานในคดี แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ พยานวัตถุที่เคลื่อนย้ายได้ จะมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เช่น อาวุธ เสื้อผ้า ขวดน้ำ เป็นต้น และพยานวัตถุที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ จะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก เช่น รถยนต์ ผนัง รอยประทับ แต่จะใช้วิธีการเก็บรักษาโดยการถ่ายภาพ วาดรูปตามมาตราส่วนจริงหรือหล่อปูนปลาสเตอร์ เป็นต้น

1.3 พยานวัตถุ

1. แหล่งที่พบวัตถุพยาน (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์, 2564)

พยานวัตถุไม่ได้อยู่แค่เพียงสถานที่เกิดเหตุเท่านั้น แต่ยังคงมีแหล่งอื่นๆ ที่สามารถพบวัตถุพยานได้อีกด้วย การตรวจหาวัตถุพยานต้องหาจากแหล่งต่างๆ ถึง 4 แหล่งด้วยกัน ได้แก่

- สถานที่เกิดเหตุ เป็นสถานที่รวบรวมวัตถุพยานส่วนใหญ่และถือว่าเป็นหัวใจของการสืบสวนสอบสวน คนร้ายจะทิ้งร่องรอยไว้เสมอ เช่น ปลอกกระสุน ศพ รอยนิ้วมือแฝง ในสถานที่เกิดเหตุจะตรวจพบวัตถุพยานมากน้อยเพียงใดก็จะขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถของพนักงานสืบสวนสอบสวน
- ที่ตัวผู้เสียหาย วัตถุพยานจะติดตัวผู้เสียหายไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น คดีข่มขืนกระทำชำเรา วัตถุพยานที่สำคัญที่จะช่วยพิสูจน์ว่ามีการกระทำความผิดหรือไม่จะอยู่ที่ตัวผู้เสียหาย เช่น เส้นผม เส้นขน บาดแผล คราบอสุจิ
- ที่ตัวคนร้าย คนร้ายมักจะนำสิ่งของจากสถานที่เกิดเหตุติดตัวออกไปด้วย สิ่งของขนาดใหญ่ เช่น ทรัพย์สินจากการโจรกรรม หรือขนาดเล็กมากๆ เช่น เศษดิน เศษแก้ว ที่ติดไปกับพื้นรองเท้า หรือโลหิตที่มาจากผู้เสียหาย
- ที่อื่นๆ เช่น คนร้ายมีการทิ้งอาวุธในแม่น้ำระหว่างทางหลบหนี แม่น้ำก็ถือว่าเป็นสถานที่อื่นๆ นอกเหนือจากสถานที่เกิดเหตุ

2. คุณค่าของวัตถุพยาน

- สิ่งที่พิสูจน์การเกิดขึ้นจริงของคดีหรือพิสูจน์ว่ามีการกระทำความผิด
- เชื่อมโยงผู้ต้องสงสัยที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานที่เกิดเหตุหรือตัวผู้เสียหาย
- หาตัวผู้กระทำความผิด
- ช่วยป้องกันผู้บริสุทธิ์ให้รอดพ้นจากการถูกกล่าวหา
- ช่วยสนับสนุนและยืนยันคำให้การของผู้เสียหาย
- เกิดการยอมรับการกระทำความผิดตามวัตถุพยานที่ตรวจพบ
- มีความน่าเชื่อถือมากกว่าประจักษ์พยาน
- ศาลสามารถใช้วัตถุพยานเพื่อช่วยตัดสินคดีให้รวดเร็วขึ้น
- หากวัตถุพยานมีการตรวจวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยก็จะยิ่งมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นในชั้นศาล
- สามารถเป็นประโยชน์ในการยุติข้อโต้แย้ง เมื่อไม่มีพยานวัตถุที่จะนำชี้ถึงข้อเท็จจริงในสถานที่เกิดเหตุ

3. ประเภทของวัตถุพยานในทางวิทยาศาสตร์

- ลายนิ้วมือ ลายนิ้วเท้า ลายฝ่ามือ ลายฝ่าเท้า
- เอกสาร
- อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน
- ชีววิทยา
- ยาเสพติด
- อื่นๆ เช่น เศษดิน เศษแก้ว

1.4 การตรวจสถานที่เกิดเหตุ

สถานที่เกิดเหตุ คือ สถานที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระทำความผิดนั้น เช่น บริเวณเกิดเหตุ บริเวณพบศพ บริเวณพบวัตถุพยาน รวมถึงบริเวณอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น บริเวณผู้กระทำความผิดพบผู้เสียหาย บริเวณหลบซ่อนของผู้กระทำความผิด เป็นต้น (ตรองหทัย ยศประสิทธิ์, 2561)

การตรวจสถานที่เกิดเหตุ คือ การค้นหา เก็บรวบรวมและรักษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับอาชญากรรมทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อทำให้ทราบถึงคนร้าย วิธีการก่อเหตุ รวมถึงรายละเอียดต่างๆ ของอาชญากรรมมีความชัดเจนขึ้น (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์, 2564)

1. ขั้นตอนการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ

การปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการใช้พยานหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุได้อย่างเต็มที่ โดยมีขั้นตอนพื้นฐานที่ใช้สำหรับการตรวจสถานที่เกิดเหตุต่างๆ เช่น คดีลักทรัพย์ เพลิงไหม้ ฆาตกรรม หรือคดีระเบิด ซึ่งตามหลักการพื้นฐานแต่ละคดียังคงมีหลักการเช่นเดียวกัน ได้แก่

- การวางแผนปฏิบัติงาน ต้องมีการวางแผนการก่อนเข้าตรวจสถานที่เกิดเหตุ เพื่อป้องกันไม่ให้พยานหลักฐานที่สำคัญจากคนร้ายหายไป ซึ่งสามารถทราบข้อมูลเบื้องต้นจากพยานผู้เสียหาย ผู้เห็นเหตุการณ์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ตำรวจชุดแรกที่ไปถึงสถานที่เกิดเหตุ
- การบันทึกสภาพ มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากสภาพของสถานที่เกิดเหตุก็เป็นพยานวัตถุชนิดหนึ่ง การทำบันทึกจะต้องมีความละเอียดให้ครบถ้วนทุกประการเพราะสถานที่เกิดเหตุมักจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพได้ตลอดเวลา ซึ่งการทำบันทึกสภาพสถานที่เกิดเหตุทำได้ 3 วิธี คือ การจดบันทึก การถ่ายภาพ และการทำแผนที่และแผนผัง

2. การค้นหาพยานวัตถุ

ควรมีการกำหนดเป้าหมายของการค้นหาก่อนที่จะลงมือค้นหาวัตถุในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งสิ่งที่ควรให้ความสนใจแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

- พยานวัตถุที่บ่งชี้ว่ามีการกระทำความผิดแล้ว (Corpus Delecti Evidence) เป็นพยานวัตถุประเภทแรกที่ต้องค้นหาให้พบก่อนที่จะเชื่อว่ามีการกระทำผิดเกิดขึ้นแล้ว เช่น หากยังไม่พบชิ้นส่วนศพหรือศพก็ไม่อาจบอกได้ว่าเกิดการฆาตกรรม หากยังไม่พบว่ามีทรัพย์จริงหรือทรัพย์นั้นสูญหายไปก็ไม่สามารถเชื่อได้ว่าเกิดการลักทรัพย์ เป็นต้น

- พยานวัตถุที่บ่งชี้ว่าคนร้ายใช้วิธีใดกระทำความผิด (Modus Operandi Evidence) เช่น รอยบาดแผลที่ทำให้ทราบถึงอาวุธที่ใช้ หรือรอยงัด รอยปีนป่าย ทราบถึงเส้นทางที่คนร้ายใช้ก่อเหตุ เป็นต้น โดยพยานวัตถุประเภทนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการสืบสวนหาตัวคนร้ายได้

- พยานวัตถุที่บ่งชี้ว่าคนร้ายเป็นใคร (Associative Evidence) พยานวัตถุประเภทนี้แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ สิ่งที่คนร้ายทิ้งเอาไว้ในสถานที่เกิดเหตุ เช่น อาวุธ เสื้อผ้า ร่องรอยลายนิ้วมือ รอยเท้า รอยอาวุธต่างๆ เส้นผม เส้นขน คราบเลือด เป็นต้น และสิ่งที่คนร้ายนำไปจากสถานที่เกิดเหตุ เช่น ทรัพย์สินจากการโจรกรรม รอยบาดแผล เศษแก้ว เศษดิน เป็นต้น

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผ้าและเส้นใย

2.1 การจำแนกเส้นใย

สมัยก่อนยังไม่มีการผลิตเส้นใยประดิษฐ์จึงสามารถจำแนกได้แค่เส้นใยธรรมชาติจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ใยจากพืช ใยจากสัตว์ และใยจากแร่ ซึ่งการจัดกลุ่มจะอาศัยที่มาของเส้นใยเป็นหลัก ในเวลาต่อมาเมื่อมีการเริ่มผลิตเส้นใยประดิษฐ์ขึ้นจึงมีการปรับเปลี่ยนการจำแนกใหม่โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ใยธรรมชาติและใยประดิษฐ์ ในปัจจุบันการจำแนกกลุ่มของเส้นใยก็จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

ตารางที่ 1 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบ

ชนิด	ชื่อ	ที่มาหรือส่วนประกอบ
ใยธรรมชาติ		
พืช	ฝ้าย (cotton)	เมล็ดฝ้าย (เซลลูโลส)
	ลินิน (linen)	เปลือกต้นแฟลกซ์ (เซลลูโลส)
	ป่าน (hemp)	ผิวหรือเปลือกต้นป่าน (เซลลูโลส)
	ปอ (jute)	ผิวหรือเปลือกต้นปอ (เซลลูโลส)
	ป่านศรนารายณ์ (sisal)	ใบอะกาเว (เซลลูโลส)
	นุ่น (kapok)	ฝักของต้นนุ่น (เซลลูโลส)
	รามี (ramie)	ต้นป่านรามีหรือหญ้าจีน (เซลลูโลส)
	ใยมะพร้าว (coir)	กาบมะพร้าว (เซลลูโลส)
	ใยสับปะรด (pina)	ใยสับปะรด (เซลลูโลส)
สัตว์	ขนแกะ (wool)	แกะ (โปรตีน)
	ไหม (silk)	ตัวไหม (โปรตีน)
	ผม (hair)	ขนจากสัตว์ (โปรตีน)
แร่	ใยหิน (asbestos)	หิน (ซิลิเกตของแมกนีเซียมและแคลเซียม)
ใยประดิษฐ์		
เซลลูโลส	เรยอน (rayon)	เศษฝ้าย เนื้อไม้
	อะซิเตต (acetate)	เศษฝ้าย เนื้อไม้
	ไตรอะซิเตต (triacetate)	เศษฝ้าย เนื้อไม้
ไม่มีเซลลูโลส	ไนลอน (nylon)	อะลิฟาติกโพลีอะไมด์ (aliphatic poly amide)
	อะรามิด (aramid)	อะโรเมติกโพลีอะไมด์ (aromatic polyamide)
	โพลีเอสเตอร์ (polyester)	ไดไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดเทเรพทาลิก
	อะคริลิก (acrylic)	อะคริโลไนทริล (acrylonitrile) (อย่างน้อย 85%)

ตารางที่ 1 การจำแนกเส้นใยตามที่มาและส่วนประกอบ (ต่อ)

ชนิด	ชื่อ	ที่มาหรือส่วนประกอบ
	โมดอะคริลิก (modacrylic)	อะคริโลไนทริล (35%-84%)
	สแปนเด็กซ์ (spandex)	โพลียูริเทน (polyurethane) (อย่างน้อย 85%)
	โอเลฟิน (olefin)	เอทิลีนหรือโพรพิลีน (ethylene or propylene) (อย่างน้อย 85%)
	วินยอน (vinyon)	ไวนีลคลอไรด์ (vinyl chloride) (อย่างน้อย 85%)
	โนวอลอยด์ (novoloid)	ฟีนอลและโนวัลแลก (phenol based novalac)
	โพลีคาร์บอเนต (polycarbonate)	กรดคาร์บอนิก (carbonic acid) (ได้มาจากโพลีเอสเตอร์)
	โพลีเบนซิมไอดาโซล (polybenzimidazole)	เตตระไมโนไบฟีนีลและไดฟีนีลไอโซทาเลต (tetraminobiophenyl and diphenyl isophthalate)
	อัลจิเนต (alginate)	แคลเซียมอัลจิเนต (calcium alginate)
	ฟลูออโรคาร์บอน (fluorocarbon)	เตตระฟลูออโรเอทิลีน (tetrafluoroethylene)
	กราฟต์ (graft)	การเชื่อมต่อโมเลกุลของโพลีเมอร์
	แมทริกซ์ (matrix)	การผสมของโพลีเมอร์
	อะนิเด็กซ์ (anidex)	โมโนไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดอะคริลิก
	ลาสทริล (lastrile)	อะคริโลไนทริล (10%-50%) และไดอีน
	ไนทริล (nytryl)	ไวนีลลิดีนไดไนทริล (vinylidene dinitrile) (อย่างน้อย 85%)
	ไวนัล (vinal)	ไวนีลแอลกอฮอล์ (vinyl alcohol) (อย่างน้อย 50%)
โปรตีน	แอซลอน (azlon)	ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฯลฯ
ยาง	ใยยาง (rubber)	ยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์
โลหะ	ใยโลหะ (metal)	อะลูมินัม เงิน ทอง เหล็กไร้สนิม
แร่	ใยแก้ว (glass)	ทรายซิลิกา (silica) หินปูน
	ใยเซรามิก (ceramic)	
	แกรไฟต์ (graphite)	

2.2 การตรวจสอบสมบัติของเส้นใย

เส้นใยแต่ละชนิดจะมีสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ โครงสร้างหรือรูปร่างภายนอก โครงสร้างภายใน และส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใย การตรวจสอบเพื่อหาสมบัติของเส้นใยสามารถทำได้ ดังนี้

1. การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ สามารถดูลักษณะรูปร่างโครงสร้างทั้งภายในและภายนอกของเส้นใยแต่ละชนิด
2. การตรวจสอบด้วยน้ำยาเคมี ช่วยตรวจหาส่วนประกอบมูลฐานของเส้นใย
3. การตรวจสอบด้วยเครื่องทดสอบสมบัติทางกายภาพ เช่น ความเหนียว ขนาด ความหนาแน่น ความยืดหยุ่น เป็นต้น

2.3 การแบ่งสมบัติของเส้นใย

1. สมบัติหลัก (primary properties) หมายถึง การที่เส้นใยแต่ละชนิดจะต้องมีสมบัติที่จำเป็นมากเพียงพอสำหรับการนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย ได้แก่

- อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (high length-to-width ratio) เส้นใยปกติควรมีค่านี้เท่ากับ 100

ตารางที่ 2 อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างมาตรฐานของเส้นใยธรรมชาติ

ชนิด	**อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างมาตรฐาน**
ฝ้าย	1,400
ขนสัตว์	3,000
ลินิน	170
รามี	3,000
ไหม	33×10^6

เส้นใยสั้นจะมีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร เซนติเมตร นิ้ว ส่วนเส้นใยยาวหน่วยวัดเป็นเมตร กิโลเมตร หรือหลา เส้นใยสั้นและเส้นใยยาวจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน โดยถ้านำเส้นใยยาวมาทอเป็นผืนผ้าจะได้ผ้าที่มีลักษณะเนื้อเรียบทนทานกว่าเส้นใยสั้น

- ความเหนียว (tensile strength) คือ ความสามารถในการทนต่อแรงดึงก่อนถึงจุดขาดของเส้นใย แต่ความเหนียวของเส้นใยไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อทอเป็นผืนผ้าแล้ว ผ้าจะมีความเหนียวมากหรือน้อย เส้นใยบางชนิดจะมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับความชื้น เช่น ฝ้าย ลินิน

และรามีเส้นใยบางชนิดจะมีความเหนียวลดลงเมื่อได้รับความชื้น เช่น ไหม ขนสัตว์ เรยอน อะซิเตต และแอซลอน ส่วนเส้นใยบางชนิดจะมีความเหนียวคงที่เมื่อแห้งและเปียก เช่น ไนลอน อะคริลิกและโพลีเอสเตอร์

2. สมบัติรอง (secondary properties) ช่วยส่งเสริมทำให้ผ้ามีลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้งานมากยิ่งขึ้น

- การดูดความชื้น (absorbency) คือ ความสามารถในการเก็บความชื้นของเส้นใย เส้นใยที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี เช่น ฝ้าย ลินิน หรือใยเซลลูโลส เส้นใยที่ไม่ค่อยดูดซึมน้ำ เช่น ใยสังเคราะห์จากสารเคมี ใยแก้วและใยหิน

ตารางที่ 3 ความสามารถในการดูดความชื้นของเส้นใย

ชื่อ	**การดูดความชื้น (%)**
ฝ้าย	7-11
ลินิน	12
ไหม	11
ขนสัตว์	13-18
อะซิเตต	6.0
อะคริลิก	1.0-2.5
อะรามิด	6.5
แก้ว	0.0
โมดอะคริลิก	2.0-4.0
ไนลอน (6,6)	4.0-4.5
โอเลฟิน	0.01-0.1
พีบีไอ	15
โพลีเอสเตอร์	0.4-0.8
เรยอน	13
ซาแรน	0.1
สแปนเด็กซ์	1.3
ซัลฟาร์	0.6

ส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะโครงสร้างของเส้นใยมีผลต่อการดูดซึมน้ำ เส้นใยที่ดูดซึมน้ำได้ดี ได้แก่ เส้นใยที่เป็นเซลลูโลสเพราะประกอบด้วยกลุ่มไฮดรอกซิลมากและโมเลกุลเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เส้นใยที่เป็นโปรตีนเพราะประกอบด้วยกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับกลุ่มคาร์บอกซิลจำนวน

มากและลักษณะของโครงสร้างภายนอกมีการเรียงตัวกันเหมือนเกล็ดปลาทำให้มีช่องว่างเยอะ เส้นใยที่ดูดซึมน้ำได้ยาก ได้แก่ เส้นใยสังเคราะห์เพราะโมเลกุลเรียงตัวกันดี แน่น ขนานกับแกนของเส้นใย ความสามารถในการดูดความชื้นยังส่งผลต่อการรักษาขนาดในน้ำ การสะสมของไฟฟ้าสถิต ความสบายต่อผิวสัมผัสและความสามารถในการย้อมสี

3. สมบัติเสริม (additional properties) เป็นสมบัติพิเศษของเส้นใยแต่ละชนิดซึ่งมีผลต่อการเลือกนำไปใช้ประโยชน์

- ความคงรูปของเส้นใย (dimensional stability) เส้นใยที่มีความคงตัวจะทำให้ได้ผ้าที่คงรูปด้วย เส้นใยที่เป็นขนสัตว์จะหดตัวได้ง่ายเนื่องจากโครงสร้างมีลักษณะเป็นสเกลซ้อนกัน เส้นใยเรยอนจะเสียรูปได้ง่ายเมื่อโดนน้ำหรือเปียกทำให้โมเลกุลขยายตัวออกห่างกัน อ่อนตัวลงและยืดออก

- ความทนทานทางชีวภาพของเส้นใย (biological resistance) เส้นใยแต่ละชนิดมีลักษณะโครงสร้างทางชีวภาพและส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันจึงส่งผลให้ความทนทานต่างกันด้วย มอดชอบกินเส้นใยขนสัตว์เนื่องจากมีส่วนประกอบของโปรตีนและกำมะถัน ราชอบขึ้นผ้าที่เป็นเซลลูโลส ผ้าที่มีความทนทานต่ำแมลงจะชอบกินและราขึ้นง่ายแต่สามารถแก้ด้วยการผสมสารเคมีเข้าไปในเนื้อผ้าหรือฉีดพ่นก่อนเก็บ แมลงกินผ้าบางชนิดชอบกินแป้งก็จะกัดผ้าที่มีส่วนประกอบของแป้ง

2.4 การใช้กล้องจุลทรรศน์วิเคราะห์เส้นใย

ตารางที่ 4 รูปร่างตามยาวและหน้าตัดของเส้นใยเมื่อวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

ชนิด	รูปร่างตามยาว	รูปร่างหน้าตัด
เส้นใยธรรมชาติ		
ฝ้าย	คล้ายริบบิ้นบิดให้พลิ้ว	รูปร่างและขนาดต่างกัน มีทั้งกลม รี คล้ายเมล็ดถั่วและเป็นหลอด
ลินิน (ฟอกขาว)	คล้ายลำไผ่เป็นข้อๆ	มีขนาดและรูปร่างต่างกัน ส่วนใหญ่เป็นรูปกลมและรี
ไหม	เป็นมัน อาจมีรอยเส้นตามขวาง	เกือบจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีหลายรูปลักษณะ
ขนสัตว์ (วูล , แคชเมียร์ และโมแฮร์)	ผิวหยาบเป็นรอยเหมือนรอยต่อซ้อนๆ กัน	กลมหรือเกือบกลม
เส้นใยประดิษฐ์		
เรยอน (วิสโคสเรยอน)	เป็นเส้นตามยาว	มีรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน มี

ตารางที่ 4 รูปร่างตามยาวและหน้าตัดของเส้นใยเมื่อวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

ชนิด	รูปร่างตามยาว	รูปร่างหน้าตัด
		รอยหยักรอบๆ
เรยอน (ชนิดเหนียวมาก)	เป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว มีผิวเรียบ	รูปร่างคล้ายๆ กัน เป็นหยักห่างๆ รอบวงกลมหรือวงรี
เรยอน (ชนิดเหนียวขึ้นเมื่อเปียก) (แซนเทรล, เอฟริน)	เหมือนแท่งแก้วกลม ผิวเรียบ	กลมหรือรูปไข่
คิวปราโมเนียเรยอน	เป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้วผิวเรียบ เป็นมันและลื่น	กลมหรือเกือบกลม
อะซิเตต (อาร์เนล)	เป็นเส้นยาวๆ ไม่มีเส้นขวาง	รูปร่างไม่เหมือนกัน รอบๆ หยักเป็นฟันปลา
อะคริลิก (อะคริแลนและซีแฟรน เครสแลน)	มีรอยแตกเป็นเส้นตามยาว ผิวเรียบ ลื่น	เกือบกลมหรือคล้ายรูปเมล็ดถั่ว
อะคริลิก (ออร์ลอน)	เป็นแท่งกลม	รูปกระดูกสุนัข (dog bone)
โมดอะคริลิก (ไดเนล)	เป็นเส้นแตกตามยาว ไม่มีเส้นขวาง	มีหลายรูปร่างไม่เหมือนกัน เช่น รูปตัวหนอน ริบบิ้น
โมดอะคริลิก (เวเรล)	เป็นแท่งยาว มีจุดต่างๆ และเส้นแตกยาว ไม่มีเส้นขวาง	รูปกระดูกสุนัข (dog bone)
ไนลอน 6 และ 66	เป็นแท่งยาว ผิวภายนอกเรียบเป็นมัน	เกือบกลมหรือกลม
ไนลอน (แอนทรอน “501” และ เคดอน)	เป็นแท่งยาว มีรอยเส้นแตก ไม่มีเส้นขวาง	เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีเว้าตรงกลาง
โอเลฟิน (โพลีโพรพิลีน, โพลีเอทิลีน)	เป็นแท่งเหมือนหลอดแก้ว	กลมหรือเกือบกลม
โพลีเอสเตอร์ (เดครอน, ฟอร์เทรล, โคเดล และไวครอน)	เป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว ผิวเรียบ เป็นมัน	กลมหรือเกือบกลม
โพลีเอสเตอร์ (เดครอนชนิด T62)	เป็นแท่งยาว มีรอยแตกหรือจุด	เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีรอยเว้า
ซาแรน	เป็นแท่งกลม ยาว มีเส้นแตกตามยาวเล็กน้อย ผิวเรียบ เป็นมัน	กลมหรือเกือบกลม
สแปนเด็กซ์ (ไลครา)	เป็นแท่งกลม มีจุดเล็กๆ ตลอดแนวยาวของเส้นใย	รูปกระดูกสุนัขหรือดัมเบล

2.5 ฝ้าย

ต้นฝ้ายมีลักษณะพุ่มเตี้ยจัดเป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 4-7 ฟุต เส้นใยฝ้ายงอกจากเมล็ด ถ้าผลแก่จัดจะแตกได้ปุยสีขาวแสดงว่าเก็บเกี่ยวได้ เส้นใยฝ้ายที่ถูกปั่นเอาเมล็ดและสิ่งสกปรกออกเรียกว่า lint แต่เศษเส้นใยสั้นๆ ที่ยังติดกับเมล็ดเรียกว่า linter สามารถนำส่วนนี้ไปผลิตเป็นเส้นใยประดิษฐ์จากเซลลูโลส เช่น เรยอน

1. สมบัติทางกายภาพ

- ความเหนียว ฝ้ายมีความเหนียวประมาณ 3.0-5.0 กรัมต่อเดนเยอร์ เมื่อเปียกจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นประมาณ 25-40 เปอร์เซ็นต์
- การดูดความชื้น บรรยากาศปกติดูดความชื้นได้ 8.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ จะดูดความชื้นได้ 15 เปอร์เซ็นต์ และอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ จะดูดความชื้นได้ 25-27 เปอร์เซ็นต์

2. การนำไปใช้ประโยชน์

ผ้าฝ้ายนิยมนำไปผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่มหรือใช้ตกแต่งภายในบ้าน เนื่องจากราคาไม่แพง สวมใส่สบาย ดูดซึมน้ำและความชื้นได้ดี ทนต่อความร้อนและระบายความร้อนได้ดี

2.6 ป่าน

เส้นใยได้มาจากส่วนของลำต้น วิธีการผลิตจะต้องหมักต้นให้เปื่อย จากนั้นทำการลอกเปลือกออกและบด แล้วจึงสางเอาเส้นใยออกมาเข้าเครื่องปั่น

1. สมบัติทางกายภาพ

- ความเหนียวประมาณ 5.2 กรัมต่อเดนเยอร์
- การดูดความชื้น สามารถเก็บความชื้นได้ที่ 12 เปอร์เซ็นต์ และถนอมความชื้นได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก

2. การนำไปใช้ประโยชน์

ผ้าป่านนิยมนำไปทำเชือก ถุงผ้า กระสอบ เสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย

3. ผ้ามัสลิน เป็นผ้าทอมือมีต้นกำเนิดมาจากประเทศบังกลาเทศ คำว่า มัสลิน ถูกตั้งชื่อตามเมืองแรกที่ชาวยุโรปค้นพบผ้ามัสลิน คือ เมืองโมซูล ประเทศอิรัก ปัจจุบันนิยมนำมาทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม ผ้าอ้อมเด็ก และผ้าปูที่นอน เนื่องจากโปร่งสบาย ระบายอากาศได้ดี

2.7 ไหม

เส้นใยสาวได้ออกมาจากรังไหม แล้วจึงนำมาปั่นหรือเข้าเกลียวให้รวมตัวกันเป็นเส้นไหม ถ้าแบ่งประเภทตามลักษณะการทอแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ไหมเส้นพุ่ง (weft) และไหมเส้นยืน (warp)

1. โครงสร้างโมเลกุล

เส้นใยเป็นโปรตีนที่ได้จากธรรมชาติโดยโปรตีนของเส้นใยเรียกว่า ไฟโบรอิน (fibroin) และโปรตีนเซริซินช่วยยึดเส้นใยไว้ด้วยกัน โปรตีนของไหมประกอบไปด้วยกรดอะมิโนเกาะรวมกันเป็นโซ่โพลีเปปไทด์ (polypeptide chain)

ไฟโบรอินจะประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 15 ชนิด โดยส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนเดี่ยว โมเลกุลของเส้นใยเรียงตัวกันเป็นระเบียบเส้นใยจึงมีความเหนียวมาก

2. สมบัติทางกายภาพ

- ความเหนียว เส้นใยขณะแห้งมีความเหนียวประมาณ 2.4-5.1 กรัมต่อเดนเยอร์ แต่ถ้าเส้นใยเปียกความเหนียวจะอยู่ที่ประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ของเส้นใยแห้ง
- การดูดความชื้น เส้นใยจะดูดความชื้นมาตรฐานอยู่ที่ประมาณ 11.0 เปอร์เซ็นต์ และถ้าอากาศชื้นมากสามารถดูดความชื้นได้มากถึง 25-35 เปอร์เซ็นต์ การดูดความชื้นของเส้นใยไหมทำให้สามารถย้อมติดสีได้ง่ายรวมถึงสามารถดูดซึมสารที่มีสถานะเป็นของเหลวไม่บริสุทธิ์ซึ่งสารพวกนี้ทำลายเส้นใยได้

3. สมบัติทางชีวภาพ

ผ้าไหมมีความสามารถทนต่อราและแบคทีเรียได้ดี รวมถึงทนต่อมอดได้ดีแต่พวกแมลงกินผ้าจะชอบกัดผ้าไหม ส่วนสิ่งปรกหรือคราบสกปรกหากทิ้งไว้เป็นเวลานานจะทำลายผ้าได้

4. การนำไปใช้ประโยชน์

นิยมนำมาตัดเป็นเครื่องแต่งกายหรือใช้เป็นผ้าตกแต่งบ้าน

2.8 **โทเร**

เกิดจากการทอของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 65 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับฝ้ายอีก 35 เปอร์เซ็นต์ ผ้ามีลักษณะผิวสัมผัสไม่ลื่น ไม่หยาบจนเกินไป สามารถระบายอากาศได้ดี

1. เส้นใยโพลีเอสเตอร์ (polyester fibers)

เส้นใยเป็นใยสังเคราะห์ได้จากสารซึ่งแต่ละโพลีเมอร์สังเคราะห์ของชนิดใยยาวประกอบด้วยเอสเตอร์ไดไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดเทเรฟทาลิก (P-HOOC-C_6H_4-COOH) อย่างน้อย 85 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างไดไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดไดคาร์บอซิลิกสามารถปั่นเป็นเส้นใยด้วยวิธีปั่นหลอม

2. สมบัติทางกายภาพของเส้นใยโพลีเอสเตอร์

รูปร่างภายนอกมีลักษณะเรียบเหมือนแท่งแก้ว เส้นใยมีสีขาวและดูดซึมความชื้นได้น้อย คุณสมบัติเด่น ได้แก่ ดูแลรักษาง่ายและไม่ยับ

3. การนำไปใช้ประโยชน์

การนำเส้นใยโพลีเอสเตอร์ไปผสมกับเส้นใยฝ้ายได้รับความนิยมสูง เพื่อใช้ผลิตเป็นเสื้อเชิ้ต เสื้อนักเรียน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นผ้าตกแต่งบ้าน

2.9 เรยอน

เส้นใยเรยอนเป็นเส้นใยประดิษฐ์มาจากเซลลูโลส มีเนื้อของวัตถุที่มาแทนที่ไฮโดรเจนของกลุ่มไฮดรอกซิลน้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ สมัยก่อนเส้นใยที่ผลิตมาใหม่นี้มีชื่อเรียกว่าไหมเทียม (artificial silk) ในระยะแรกๆ ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนักเนื่องจากเส้นใยคุณภาพไม่ดี มีความมันมาก ต่อมาภายหลังจึงตั้งชื่อใหม่ว่าเรยอนและมีการปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น

1. สมบัติทางกายภาพ

- ความเหนียว เรยอนแต่ละชนิดจะมีค่าความเหนียวแตกต่างกัน ได้แก่ เรยอนธรรมดา 2.0 กรัมต่อเดนเยอร์ เรยอนชนิดเหนียวมาก 3.0 กรัมต่อเดนเยอร์ เรยอนชนิด high-wet-modulus rayon ขณะแห้งประมาณ 2.7 กรัมต่อเดนเยอร์ ส่วนขณะเปียก 3.4 กรัมต่อเดนเยอร์

2. การนำไปใช้ประโยชน์

นิยมนำไปใช้เป็นผ้าตัดเสื้อ ตกแต่งบ้าน หรือนำไปทำเครื่องใช้ วัสดุที่ใช้แล้วทิ้งในทางการแพทย์รวมถึงสุขภาพอนามัย เช่น ผ้าปิดแผล ผ้าปูรองนอน ผ้าอนามัย ผ้าอ้อม เป็นต้น

2.10 ลินิน

เส้นใยลินินทำมาจากเปลือกของต้นแฟลกซ์ กระบวนการผลิตทำโดยเริ่มจากการถอนต้นแฟลกซ์ซึ่งจะต้องถอนให้รากติดมากับลำต้นด้วย นำไปตากให้แห้งแล้วจึงเข้าสู่การหมักสามารถทำได้หลายวิธี เช่น หมักด้วยน้ำค้าง หมักในสระ หมักในถัง หมักในลำธาร หมักด้วยน้ำยาเคมี หลังจากหมักเสร็จก็ส่งเข้าเครื่องบดเพื่อแยกเอาเปลือกออกให้เหลือแต่เส้นใย ส่งต่อเข้าเครื่องหวีเพื่อสางเศษใยสั้นๆ ออก สุดท้ายจึงนำมาปั่น

1. สมบัติทางกายภาพ

- ความเหนียว เส้นใยลินินมีความเหนียวประมาณ 5.5-6.5 กรัมต่อเดนเยอร์ เมื่อเปียกจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้านำเส้นใยลินินไปทำเครื่องนุ่งห่มมักจะมีการตกแต่งด้วยเรซินจะส่งผลให้ผ้ามีความเหนียวลดลงและผ้าจะขาดเร็วขึ้น
- การดูดความชื้น สามารถดูดความชื้นมาตรฐานได้ 12 เปอร์เซ็นต์

2. สมบัติทางชีววิทยา

ถ้าแห้งสนิทจะทนต่อราได้ดีแต่ถ้าเปียกหรือเก็บไว้ในที่ชื้นจะขึ้นราได้อย่างรวดเร็วและผ้าจะเปื่อยง่าย ทนต่อมอดได้ดี แมลงไม่กัดกินผ้าลินิน

3. การนำไปใช้ประโยชน์

นิยมนำไปทำเครื่องแต่งกายเนื่องจากเส้นใยค่อนข้างเหนียว ทำผ้าปูโต๊ะ

3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน

3.1 การเกิดดิน

ดินเกิดจากการผุพังของหิน แร่ธาตุผสมกับอินทรียวัตถุที่ได้จากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ กระบวนการเกิดดินนอกจากจะอาศัยวัตถุต้นกำเนิดดินแล้ว ยังต้องอาศัยปัจจัยอื่น เช่น สภาพภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นต้น ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่มีสถานะเป็นของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำและอากาศที่สัดส่วนแตกต่างกัน โดยดินในแต่ละพื้นที่จะมีสมบัติที่ไม่เหมือนกัน

ความสัมพันธ์จากปัจจัยต่างๆ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้ S = f (cl, p, o, r, t, ...)

เมื่อ S แทน ดินชนิดหนึ่งๆ

cl แทน สภาพภูมิอากาศ

p แทน วัตถุต้นกำเนิดดิน

o แทน ปัจจัยทางชีวภาพ

r แทน ปัจจัยทางภูมิประเทศ

t แทน ช่วงเวลาที่ต่อเนื่องโดยไม่มีการขัดจังหวะ

- สภาพภูมิอากาศ (climate) อุณหภูมิและน้ำฝนมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของหินและแร่ธาตุทั้งในเชิงกายภาพและเชิงเคมี ในพื้นที่เขตร้อนหินและแร่ธาตุจะสลายตัวกลายเป็นดินได้รวดเร็วกว่าพื้นที่ที่เป็นเขตอบอุ่นและเขตหนาว เพราะเขตร้อนอุณหภูมิของอากาศจะสูงรวมถึงปริมาณฝนมากกว่าทำให้การผุพังและสลายตัวเกิดได้อย่างรวดเร็ว

- วัตถุต้นกำเนิดดิน (parent material) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของดินชัดเจนมากที่สุด เช่น เนื้อดิน สี และโครงสร้าง เป็นต้น

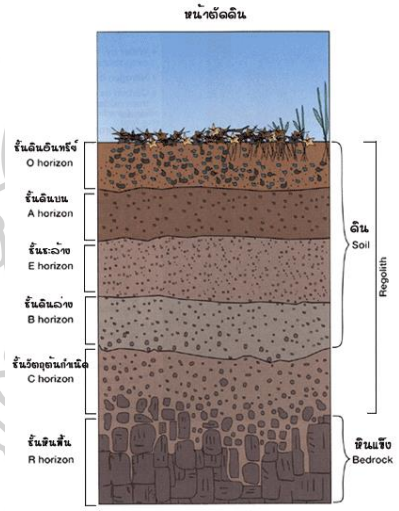
- สภาพภูมิประเทศ (relief) ลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ได้แก่ ความสูงต่ำ ความลาดชันจะส่งผลต่อการเกิดลักษณะชั้นต่างๆ ในหน้าตัดดิน ความลึก สี ความรุนแรงของการชะล้างและความชื้นในดิน เป็นต้น

- ปัจจัยทางชีวภาพ (organism) สิ่งมีชีวิตจะส่งผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุและองค์ประกอบทางเคมีในดิน เช่น บริเวณที่มีหญ้าปกคลุมดิน ดินจะมีอินทรียวัตถุและธาตุมากกว่าบริเวณที่มีป่าไม้เนื้อแข็ง

- เวลา (time) เวลาที่เป็นศูนย์สำหรับดินช่วงหนึ่งๆ หมายถึง จุดที่เกิดเหตุการณ์รุนแรงซึ่งทำให้ดินอาจจะหยุดการสร้างตัวและเป็นจุดเริ่มของการสร้างตัวของดินในช่วงเวลาใหม่

3.2 การแบ่งชั้นดิน

นักวิทยาศาสตร์ทางดินได้กำหนดชั้นดินตามหน้าตัดของดินหนึ่งๆ ไว้ 5 ชั้น ได้แก่ ชั้น O ชั้น A ชั้น E ชั้น B และชั้น C ส่วนชั้น R อาจจะมีผลต่อชั้นดินด้านบนหรือไม่ก็ได้เนื่องจากเป็นชั้นหิน



ภาพที่ 1 ชั้นของดิน

ที่มา : http://osl101.ldd.go.th/easysoils/s_profile.htm

1. ชั้น O หรือชั้นดินอินทรีย์ คือ ชั้นดินที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอินทรียวัตถุที่มาจากพืชและสัตว์

2. ชั้น A หรือชั้นดินบน คือ ดินชั้นนี้ประกอบด้วยอินทรียวัตถุที่สลายตัวแล้วผสมกับแร่ธาตุ มีสีคล้ำ

3. ชั้น E หรือชั้นชะล้าง คือ ชั้นดินที่มีการสูญเสียมักมีสีจาง

4. ชั้น B หรือชั้นดินล่าง คือ ชั้นที่มีการสะสมสูงสุดของวัตถุต่างๆ เช่น มีการสะสมดินเหนียว เหล็ก หรือฮิวมัส เป็นต้น

5. ชั้น C หรือชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน คือ ประกอบด้วยหินและแร่ที่กำลังจะสลายตัว

6. ชั้น R หรือชั้นหินพื้น คือ ชั้นหินแข็งที่ยังไม่ผุพัง

3.3 ประเภทของดิน

1. แบ่งตามระดับความลึก

ความหนาของชั้นดินเริ่มจากผิวดินลงไปจนถึงชั้นที่ดินขัดขวางต่อการเจริญเติบโตของรากพืช แบ่งได้ดังนี้

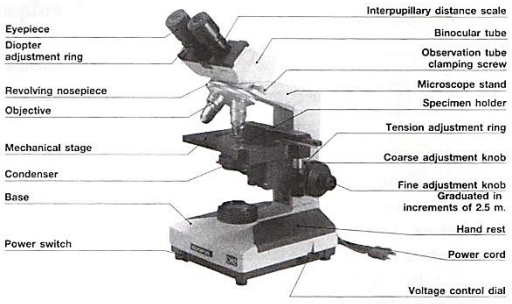
- ดินตื้นมาก คือ ระดับความลึกจากผิวดินลงไปไม่เกิน 25 เซนติเมตร
- ดินตื้น คือ ระดับความลึกจากผิวดินลงไปตั้งแต่ 25 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร
- ดินลึกปานกลาง คือ ระดับความลึกจากผิวดินลงไปตั้งแต่ 50 เซนติเมตร ถึง 100 เซนติเมตร
- ดินลึก คือ ระดับความลึกจากผิวดินลงไป ตั้งแต่ 100 เซนติเมตร ถึง 150 เซนติเมตร
- ดินลึกมาก คือ ระดับความลึกจากผิวดินลงไปมากกว่า 150 เซนติเมตร

2. แบ่งตามลักษณะของเนื้อดิน

- ดินเหนียว เนื้อละเอียด เมื่อดินแห้งจะแตกเป็นก้อนที่มีความแข็งมากแต่ถ้าดินเปียกจะมีความยืดหยุ่นมาก ระบายน้ำและอากาศได้ไม่ดี
- ดินร่วน เนื้อค่อนข้างละเอียด เมื่อดินแห้งจะจับตัวเป็นก้อนไม่แข็งมากแต่ถ้าดินเปียกจะมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย ระบายน้ำได้ปานกลาง
- ดินทราย เนื้อดินเกาะกันแบบหลวมๆ เมื่อสัมผัสดินแห้งจะรู้สึกสากมือแต่ถ้าดินเปียกจะจับตัวเป็นก้อนหลวมๆ ระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก

4. กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน

กล้องจุลทรรศน์ที่มีระบบเลนส์ 2 ชุด ได้แก่ เลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา มีหลักการทำงานโดยแสงจากแหล่งกำเนิดจะถูกรวมแสงด้วย condenser lens และไปตกที่วัตถุบนแท่นวางวัตถุ จากนั้นจะมีเลนส์ที่ทำหน้าที่ขยายวัตถุให้ได้ภาพที่มีขนาดใหญ่ขึ้น คือ เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) แล้วส่งต่อไปยังเลนส์ใกล้ตา (ocular lens) เพื่อทำการขยายภาพขั้นสุดท้าย



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ compound light microscope (Olympus)
ที่มา: www.biology.sc.chula.ac.th/2303106/2303106BU.pdf

ส่วนประกอบทั่วไปของกล้องจุลทรรศน์ ได้แก่

- ส่วนฐาน (base) คือ ส่วนที่วางติดกับโต๊ะ มีหลอดไฟฟ้าติดอยู่ที่ฐานกล้องพร้อมสวิทช์ปิดเปิด
- ส่วนแขน (arm) คือ ส่วนที่ยึดติดระหว่างลำกล้องกับส่วนฐาน
- ลำกล้อง (body tube) มีเลนส์ใกล้ตาติดอยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างติดกับแผ่นหมุน ซึ่งมีเลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่
- แผ่นหมุน (revolving nosepiece) คือ แผ่นกลมหมุนได้ มีเลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่ เพื่อหมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์
- เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) คือ เลนส์ที่ติดอยู่บนแผ่นหมุน แต่ละอันจะมีตัวเลขแสดงกำลังขยายกำกับไว้ เช่น x4, x10, x40 หรือ x100 เป็นต้น
- เลนส์ใกล้ตา (eyepiece lens) คือ เลนส์ชุดที่อยู่ส่วนบนสุดของกล้อง มีตัวเลขบอกกำลังขยายอยู่ทางด้านบน เช่น x5, x10, หรือ x15 เป็นต้น
- วงล้อปรับภาพ (adjustment wheel) สำหรับปรับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อปรับภาพให้เห็นชัด ซึ่งระยะห่างที่ทำให้เห็นภาพชัด วงล้อดังกล่าวมี 2 ชนิด คือ ชนิดปรับภาพหยาบและชนิดปรับภาพละเอียด
- แท่นวางวัตถุ (stage) มีช่องตรงกลางสำหรับให้แสงผ่านและใช้วางสไลด์แก้ว เป็นอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ด้วยการหมุนปุ่มบังคับ อุปกรณ์ดังกล่าวมีคลิปเกาะสไลด์และมีสเกลบอกตำแหน่งของสไลด์บนแท่นวางวัตถุ

- คอนเดนเซอร์ (condenser) คือ ชุดของเลนส์ที่ทำหน้าที่รวมแสงให้มีความเข้มมากที่สุดเพื่อส่องวัตถุบนสไลด์แก้วให้สว่างที่สุด มีปุ่มปรับความสูงต่ำของ condenser
- ไอริสไดอะแฟรม (iris diaphragm) เป็นม่านปรับรูเปิดเพื่อให้แสงผ่านเข้า condenser และมีปุ่มสำหรับปรับ iris diaphragm ให้แสงผ่านเข้ามากน้อยตามต้องการ
- แหล่งกำเนิดแสง (light source) เป็นหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างติดอยู่ที่ฐานกล้อง มีสวิทช์เปิดปิดและมีสเกลปรับปริมาณแสงสว่าง

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิติ มหาเจริญ (2563) ได้ศึกษาลักษณะทางพื้นผิวและองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและเครื่องตรวจเอกซเรย์สเปกโทรสโคปีแบบกระจายพลังงาน เส้นใยที่ใช้ในการวิจัย คือ เส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ฝ้าย ไหม กัญชง ขนสัตว์และเส้นใยสังเคราะห์ ได้แก่ ไนลอน โพลีเอสเตอร์ โมดาไครลิค อะคริลิคและเรยอน พบว่าเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์แต่ละชนิดมีลักษณะพื้นผิวและองค์ประกอบของธาตุทางเคมีที่แตกต่างกัน

ศิริรัตน์ เรืองเกษา (2564) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานของเส้นใยธรรมชาติจากพืช คือ ฝ้าย เส้นใยธรรมชาติจากสัตว์ คือ ไหม และเส้นใยสังเคราะห์ คือ โพลีเอสเตอร์ และศึกษาธาตุองค์ประกอบโดยฝังกลบในดินที่มีสภาวะกรด-ด่างแตกต่างกัน เก็บตัวอย่างผ้าที่ระยะเวลา 15 วัน และ 30 วัน วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดร่วมกับสเปกโทรสโคปีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน ผลการวิจัยพบว่าเส้นใยฝ้ายที่สภาวะกรดมีลักษณะรูปวงรี แบนและหดตัว ปริมาณคาร์บอนและออกซิเจนใกล้เคียงกันทั้งในสภาวะกรดและด่าง เส้นใยไหมที่สภาวะด่างมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม ธาตุองค์ประกอบหลักมี 4 ชนิด ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ซิลิกอนและแคลเซียม แต่ในสภาวะกรดและด่างมีปริมาณของธาตุทั้ง 4 ชนิด แตกต่างกัน เส้นใยโพลีเอสเตอร์สภาวะกรดเส้นใยจะมีลักษณะผิวขรุขระและมีดินเกาะมากกว่าสภาวะด่าง รูปทรงขอบโค้งมน ส่วนปริมาณธาตุทั้งในสภาวะกรดและด่างก่อนฝังกลบมีคาร์บอนและออกซิเจน แต่เมื่อฝังกลบในดินสภาวะกรดพบซิลิกอนและในสภาวะด่างพบแคลเซียม

ฐิติกาญจน์ อนวัชสกุล (2565) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบที่ระยะเวลาและดินที่แตกต่างกันด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดร่วมกับสเปกโทรสโคปีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน ทำการทดลองโดยนำผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์ ฝังกลบในดิน 2 ชนิดที่มีลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีแตกต่าง

กัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เก็บผ้าที่ระยะเวลา 15 วัน และ 30 วัน ผลการทดลองพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยของฝ้ายมีการหลุดลอก ฉีกขาดจนมีลักษณะไม่เรียบในดินที่มีความเป็นกรดและระยะเวลาต่างกัน เส้นใยโพลีเอสเตอร์ไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน และคุณสมบัติทางเคมีปริมาณธาตุองค์ประกอบของเส้นใยผ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Mitchell และคณะ (2555) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของเนื้อผ้าในสภาวะฝังกลบ ทำการทดลองโดยนำผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้าย (65 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 35 เปอร์เซ็นต์) และผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการซักฟอกที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ ไม่ได้ซักฟอก ซักฟอก 6 ครั้ง และซักฟอก 60 ครั้ง และฝังด้วยดินทรายและดินเหนียวมีระยะเวลาการฝังเป็นเวลา 15 วัน และ 30 วัน ผลการศึกษาพบว่าในการเปื่อนสีของผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายและผ้าฝ้ายในสภาพดินทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยการปนเปื้อนสีของผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายเป็นบริเวณกว้างหลังจากถูกทับถมในดินทรายเป็นระยะเวลา 30 วัน เกิดแรงฉีกขาดที่ทำให้ผ้าขาดหลังการทับถม อีกทั้งยังพบความเสียหายเกิดขึ้นกับผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ซักฟอกหลังจากการทับถมด้วยดินเหนียวเป็นเวลา 30 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ผสมฝ้ายและผ้าฝ้ายสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลาสั้นเมื่อถูกฝัง

Lowe และคณะ (2556) ทำการศึกษาผลกระทบจากดินที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของสิ่งทอซึ่งเกี่ยวข้องกับการฝังศพ ทำการทดลองโดยนำซากศพหมูสวมใส่เสื้อผ้าไปฝังกลบและมีชุดการทดลองควบคุม คือ นำเสื้อผ้าไปฝังกลบในดินโดยตรง ดินมีลักษณะแตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนตะกอน ดินทรายละเอียดและดินร่วนปนทรายละเอียด ฝังบริเวณทางตอนใต้ของออนแทรีโอ ประเทศแคนาดาที่ระดับความลึกประมาณ 76 เซนติเมตรเป็นระยะเวลา 2 เดือน 12 เดือน และ 24 เดือน วิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR และ GC-MS ผลการวิจัยพบว่าเสื้อผ้าที่ซากศพหมูสวมใส่มีการเสื่อมสภาพน้อยกว่าเสื้อผ้าที่สัมผัสดินโดยตรงและผ้าที่มีผสมของเส้นใยสังเคราะห์จะย่อยสลายได้ยาก อีกทั้งเทคนิคนี้ยังวิเคราะห์การสลายตัวของไขมันที่มีความสอดคล้องกับการสลายตัวของเนื้อเยื่อ ซึ่งมีความสำคัญกับการประมาณระยะเวลาการฝังจากสิ่งของที่ตรวจพบในสถานที่ฝังศพ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยในสภาวะฝังกลบ ซึ่งมีวิธีการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อตรวจสอบความเสียหายของผ้าและเส้นใยชนิดต่างๆ โดยฝังกลบผ้าในดินร่วนที่มีระดับความลึกและระยะเวลาแตกต่างกัน มีขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมาย คือ ผ้าที่วางขายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งมีทั้งผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าป่าน มัสลิน ผ้าไหม ผ้าโทร ผ้าเรยอนและผ้าลินิน ซึ่งผ้าทั้ง 6 ชนิดนี้ได้รับความนิยมในการนำมาผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่ม สำหรับการฝังกลบใช้ดินร่วนบริเวณ หมู่ 6 ต. เบิกไพร อ. บ้านโป่ง จ. ราชบุรี (พิกัด 13.8330821, 99.8631192) ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 7 วัน , 14 วัน , 21 วัน และ 28 วัน

2. เครื่องมือในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 อุปกรณ์ในการตัดตัวอย่างผ้า ได้แก่ กรรไกร ไม้บรรทัด

2.2 อุปกรณ์ขุดหลุม ได้แก่ จอบ พลั่ว

2.3 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ถาดพลาสติก ถุงซิปล็อคใส

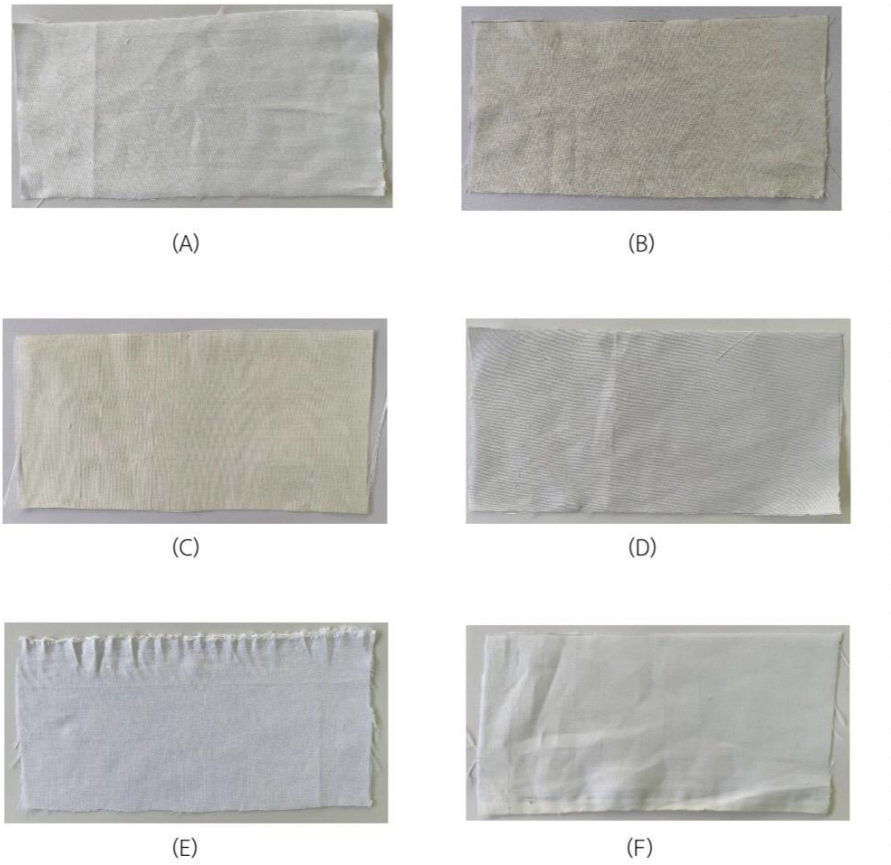
2.4 กล้องโทรศัพท์ iPhone 12 Pro

2.5 กล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน ยี่ห้อ Olympus รุ่น CX21 และ รุ่น CH30

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเตรียมตัวอย่างผ้า

นำผ้าทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าป่านมัสลิน ผ้าไหม ผ้าโทเร ผ้าเรยอนและผ้าลินิน มาตัดให้มีขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 20 เซนติเมตร ชนิดละ 24 ผืน



ภาพที่ 3 ตัวอย่างผ้าก่อนฝังกลบ ผ้าฝ้าย (A) ผ้าป่านมัสลิน (B) ผ้าไหม (C) ผ้าโทเร (D) ผ้าเรยอน (E) และผ้าลินิน (F)

3.2 สภาวะฝังกลบ

3.2.1 ขุดหลุม ขนาดกว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 100 x 100 x 50 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม และ 100 x 100 x 100 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม

(A) (B)

ภาพที่ 4 หลุมขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร (A) และยาว 100 เซนติเมตร (B)

ภาพที่ 5 หลุมที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม

ภาพที่ 6 หลุมที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม

ภาพที่ 7 การจัดเรียงผ้าในหลุมที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม

ภาพที่ 8 การจัดเรียงผ้าในหลุมที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม

3.3.2 เมื่อครบระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ขุดหลุมที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร แล้วนำผ้าในหลุมทั้งหมดขึ้นมาผึ่งลมให้แห้งก่อนนำไปตรวจสอบความเสียหาย

3.3 การตรวจสอบความเสียหาย

3.3.1 เลือกตัวอย่างผ้าชนิดละ 1 ผืน ซึ่งใน 1 หลุม มีการฝังผ้าชนิดละ 3 ซ้ำ

3.3.2 ตรวจสอบความเสียหายภายนอกของตัวอย่างผ้าด้วยกล้องโทรศัพท์ iPhone 12 Pro ที่กำลังขยาย 1X

3.3.3 ตรวจสอบความเสียหายภายในของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์เชิงซ้อน ยี่ห้อ Olympus รุ่น CX21 และ รุ่น CH30 ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X

3.4 การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการถูกย่อยสลาย ข้อมูลระดับมาตรวัดแบบช่วง (Interval scales) โดยกำหนดให้

ระดับ 1 หมายถึง ผ้าไม่มีรอยฉีกขาด เส้นใยเรียงตัวเป็นระเบียบ

ระดับ 2 หมายถึง ผ้ามีรอยฉีกขาด เส้นใยหลุดจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไป ความเสียหายขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร

ระดับ 3 หมายถึง ผ้ามีรอยฉีกขาด เส้นใยหลุดจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไป ความเสียหายขนาดไม่เกิน 3 เซนติเมตร

ระดับ 4 หมายถึง ผ้ามีรอยฉีกขาด เส้นใยหลุดจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไป ความเสียหายขนาดตั้งแต่ 3 เซนติเมตร ขึ้นไป

ระดับ 5 หมายถึง ผ้ามีลักษณะฉีกขาดเป็นชิ้นเล็กๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยในสภาวะฝังกลบ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบจำนวน 6 ชนิด ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 7 วัน , 14 วัน , 21 วัน และ 28 วัน นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลสภาพแวดล้อม

การทดลองทำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม โดยตลอดระยะเวลาการฝังกลบผ้าเป็นเวลา 28 วัน ไม่พบฝนตกและมีอุณหภูมิอากาศ (อ้างอิงจาก www.accuweather.com) แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อุณหภูมิอากาศตลอดระยะเวลาการทดลอง

วัน	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	วัน	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)
1	25	32	15	24	33
2	24	33	16	23	35
3	25	34	17	25	35
4	23	34	18	26	35
5	24	36	19	26	35
6	23	32	20	27	34
7	21	30	21	27	34
8	20	30	22	25	32
9	22	33	23	24	32
10	24	35	24	26	35
11	25	35	25	26	35
12	24	34	26	26	35
13	23	33	27	26	36
14	22	33	28	27	35

2. ความเสียหายภายนอกของผ้า

2.1 ผ้าฝ้าย

ความเสียหายภายนอกของผ้าฝ้ายหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความเสียหายภายนอกของผ้าฝ้าย

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
7		
14		
21		
28		

จากตารางที่ 6 พบว่าตัวอย่างผ้าฝ้ายที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูขนาดเล็กมาก ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูขนาดเล็กมาก ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูหลายตำแหน่ง ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูและบางส่วนถูกย่อยสลายขาดหายไป

2.2 ผ้าป่านมัสลิน

ความเสียหายภายนอกของผ้าป่านมัสลินหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความเสียหายภายนอกของผ้าป่านมัสลิน

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	**ระดับความลึก (เซนติเมตร)**	
	50	**100**
7		
14		
21		

ตารางที่ 7 ความเสียหายภายนอกของผ้าป่านมัสลิน (ต่อ)

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
28		

จากตารางที่ 7 พบว่าตัวอย่างผ้าป่านมัสลินที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ตัวอย่างไม่มีรอยขาด ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูและบางส่วนถูกย่อยสลายขาดหายไป ระยะเวลา 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูและบางส่วนถูกย่อยสลายขาดหายไป

2.3 ผ้าไหม

ความเสียหายภายนอกของผ้าไหมหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความเสียหายภายนอกของผ้าไหม

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
7		

ตารางที่ 8 ความเสียหายภายนอกของผ้าไหม (ต่อ)

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
14		
21		
28		

จากตารางที่ 8 พบว่าตัวอย่างผ้าไหมที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน และ 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยขาดเป็นรูขนาดเล็กมาก ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยขาดเป็นรูขนาดเล็กมาก

2.4 ผ้าโทเร

ความเสียหายภายนอกของผ้าโทเรหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความเสียหายภายนอกของผ้าโทเร

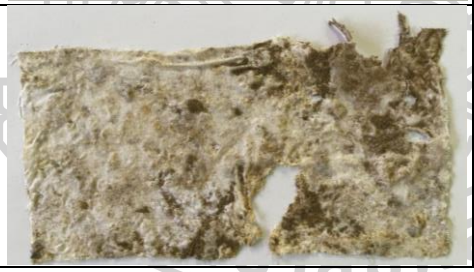
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
7		
14		
21		
28		

จากตารางที่ 9 พบว่าตัวอย่างผ้าโทเรที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน , 14 วัน , 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าทั้งหมดไม่มีรอยฉีกขาด

2.5 ผ้าเรยอน

ความเสียหายภายนอกของผ้าเรยอนหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ความเสียหายภายนอกของผ้าเรยอน

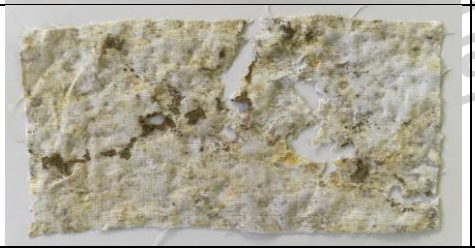
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
7		
14		
21		
28		

จากตารางที่ 10 พบว่าตัวอย่างผ้าเรยอนที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูและบางส่วนถูกย่อยสลายขาดหายไป ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าถูกย่อยสลายเหลือเป็นชิ้นขนาดเล็กหลายชิ้น ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยขาดเป็นรูขนาดเล็กหลายตำแหน่ง ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูขาดและบางส่วนถูกย่อยสลายหายไป

2.6 ผ้าลินิน

ความเสียหายภายนอกของผ้าลินินหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความเสียหายภายนอกของผ้าลินิน

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	
	50	100
7		
14		
21		
28		

จากตารางที่ 11 พบว่าตัวอย่างผ้าลินินที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้าไม่มีรอยฉีกขาด ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยขาดเป็นรูหลายตำแหน่ง ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร ตัวอย่าง

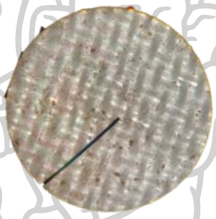
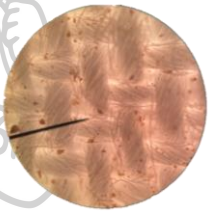
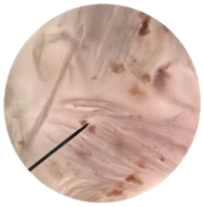
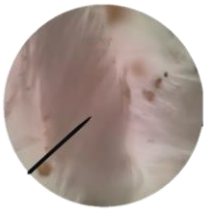
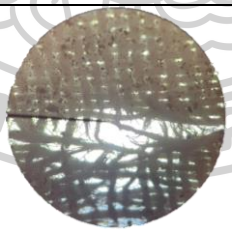
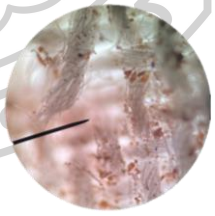
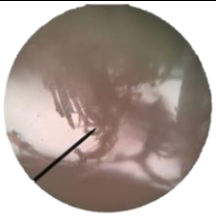
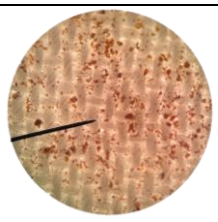
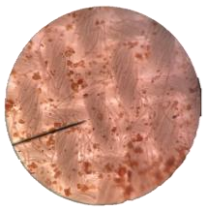
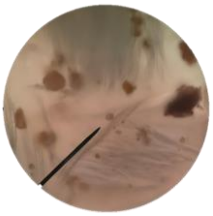
ผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูหลายตำแหน่ง ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ตัวอย่างผ้ามีรอยฉีกขาดเป็นรูและบางส่วนถูกย่อยสลายหายไป

3. ความเสียหายของเส้นใย

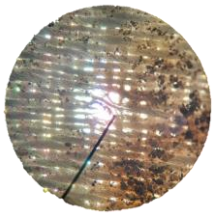
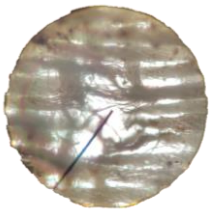
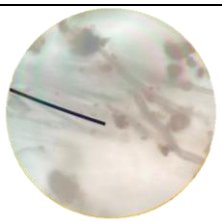
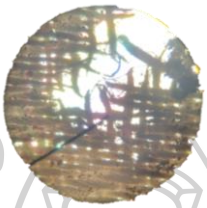
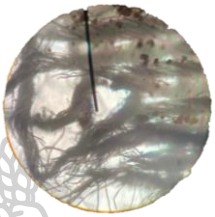
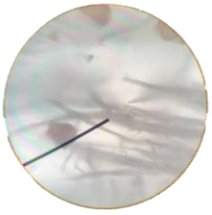
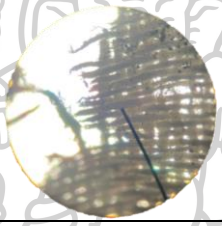
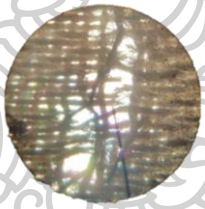
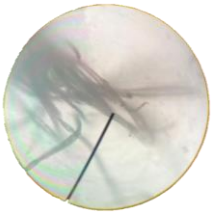
3.1 เส้นใยของผ้าฝ้าย

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยของผ้าฝ้ายหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ซึ่งตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความเสียหายของเส้นใยผ้าฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
7	50			
	100			
14	50			
	100			

ตารางที่ 12 ความเสียหายของเส้นใยผ้าฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

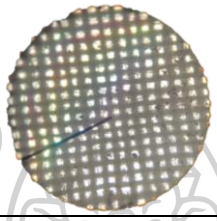
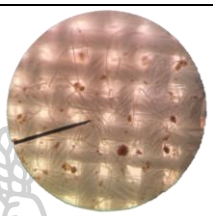
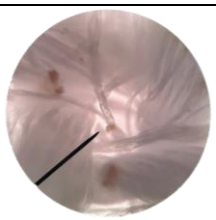
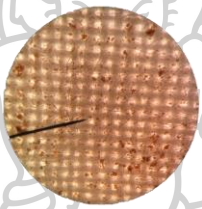
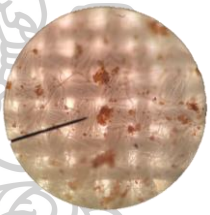
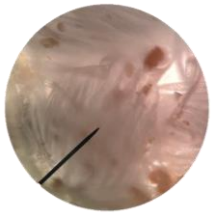
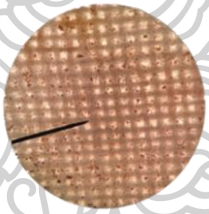
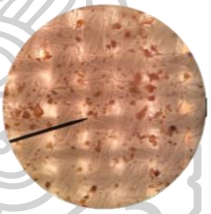
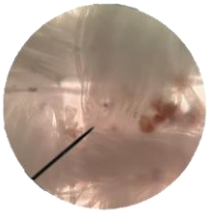
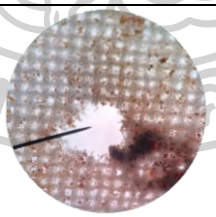
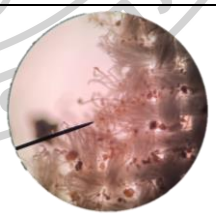
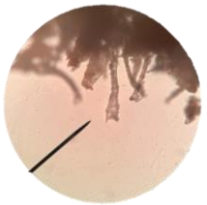
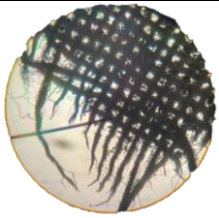
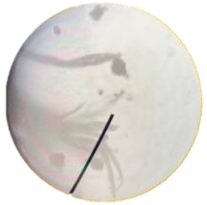
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
21	50			
	100			
28	50			
	100			

จากตารางที่ 12 พบว่าตัวอย่างผ้าฝ้ายที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป

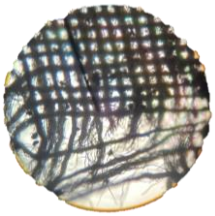
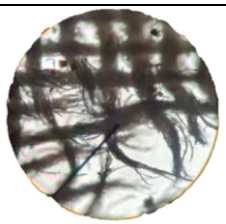
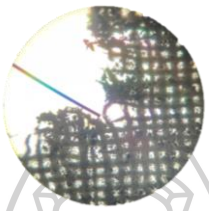
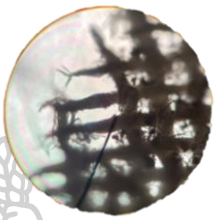
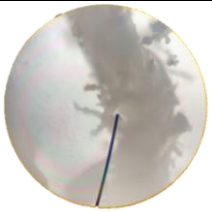
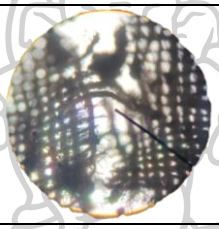
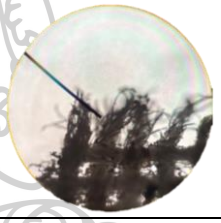
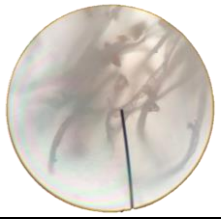
3.2 เส้นใยของผ้าป่านมัสลิน

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยของผ้าป่านมัสลินหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ซึ่งตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ได้ผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความเสียหายของเส้นใยผ้าป่านมัสลินด้วยกล้องจุลทรรศน์

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
7	50			
	100			
14	50			
	100			
21	50			

ตารางที่ 13 ความเสียหายของเส้นใยผ้าป่านมัสลินด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

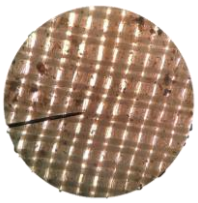
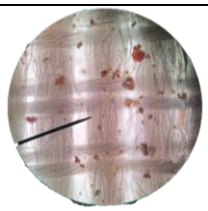
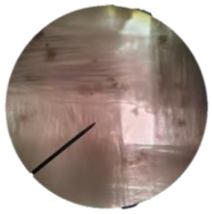
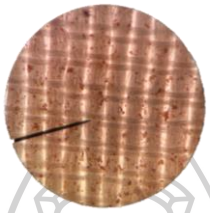
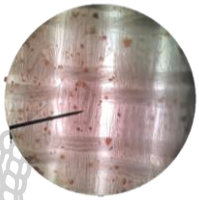
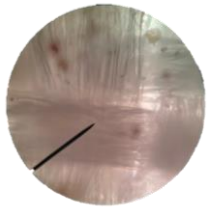
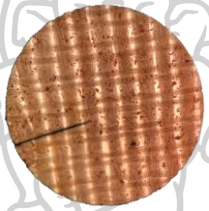
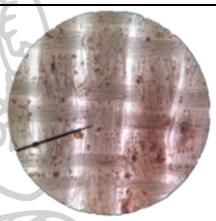
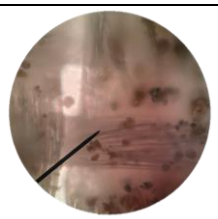
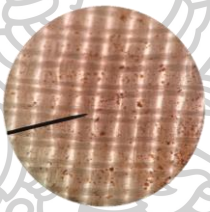
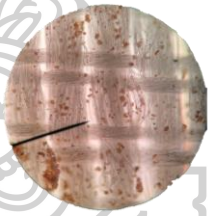
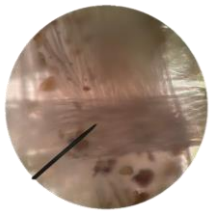
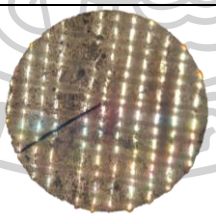
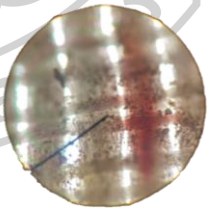
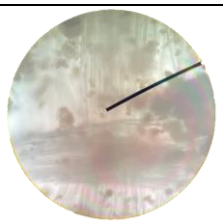
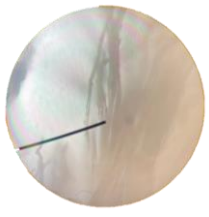
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
	100			
28	50			
	100			

จากตารางที่ 13 พบว่าตัวอย่างผ้าป่านมัสลินที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป ระยะเวลา 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป

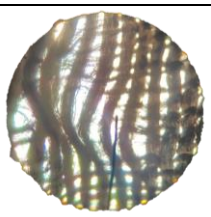
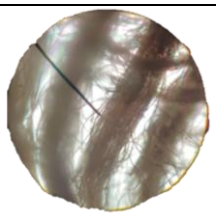
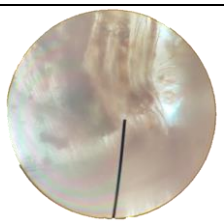
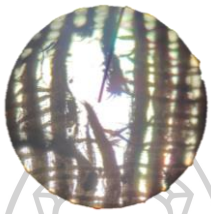
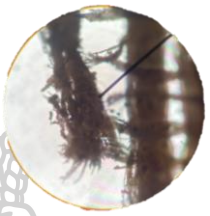
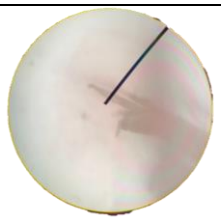
3.3 เส้นใยของผ้าไหม

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยของผ้าไหมหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ซึ่งตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ได้ผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความเสียหายของเส้นใยผ้าไหมด้วยกล้องจุลทรรศน์

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
7	50			
	100			
14	50			
	100			
21	50			
	100			

ตารางที่ 14 ความเสียหายของเส้นใยผ้าไหมด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

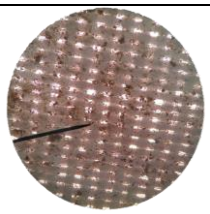
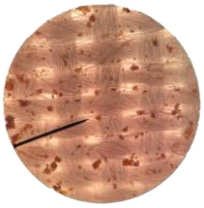
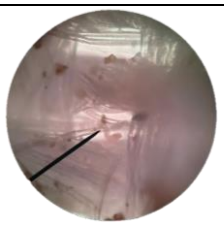
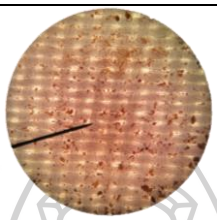
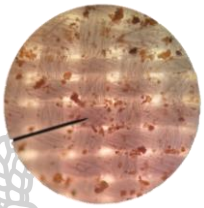
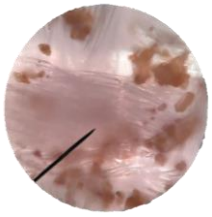
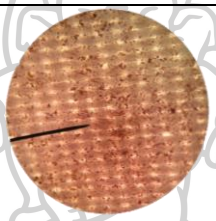
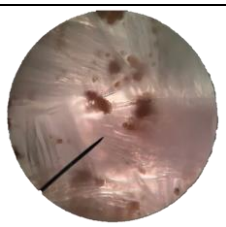
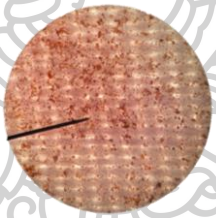
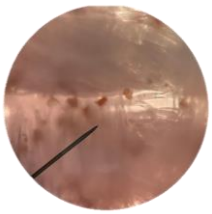
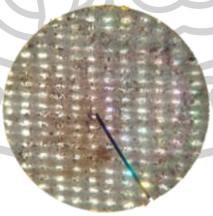
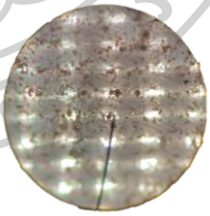
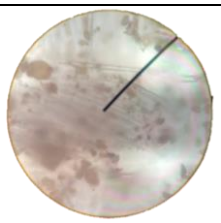
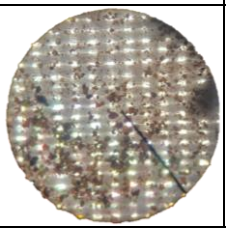
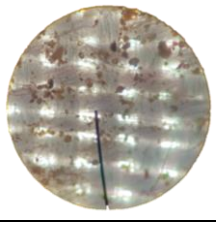
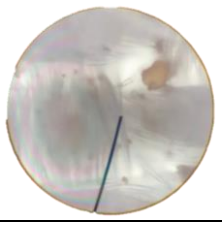
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
28	50			
	100			

จากตารางที่ 14 พบว่าตัวอย่างผ้าไหมที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน และ 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ส่วนระดับความลึก 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิม เส้นใยบางส่วนหายไปและบางบริเวณเส้นใยผ้ามีลักษณะโค้งงอ

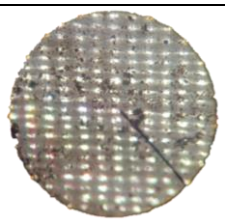
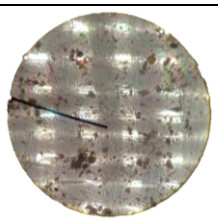
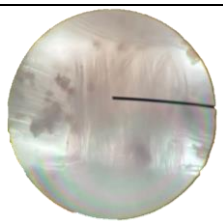
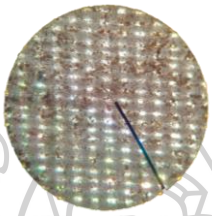
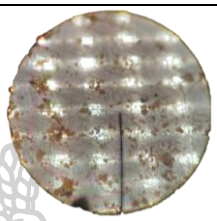
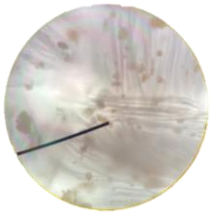
3.4 เส้นใยของผ้าโทเร

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยของผ้าโทเรหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ซึ่งตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ความเสียหายของเส้นใยผ้าโทเรด้วยกล้องจุลทรรศน์

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
7	50			
	100			
14	50			
	100			
21	50			
	100			

ตารางที่ 15 ความเสียหายของเส้นใยผ้าโทเรด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

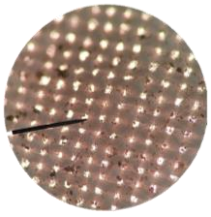
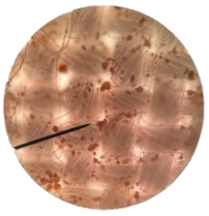
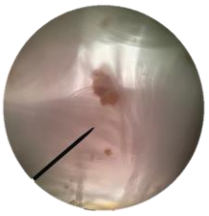
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
28	50			
	100			

จากตารางที่ 15 พบว่าตัวอย่างผ้าโทเรที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน , 14 วัน , 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าทั้งหมดจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด

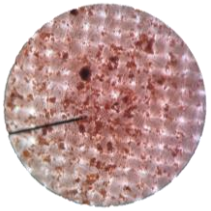
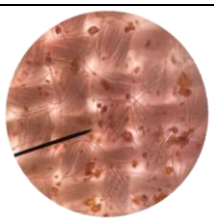
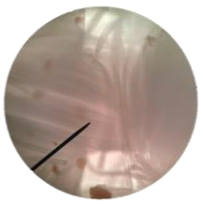
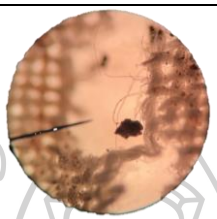
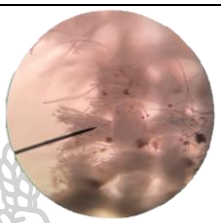
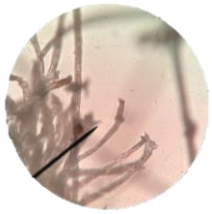
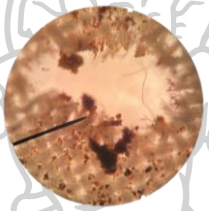
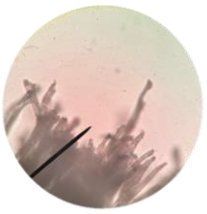
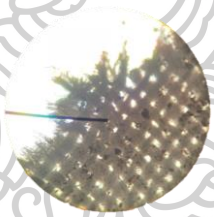
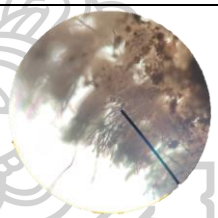
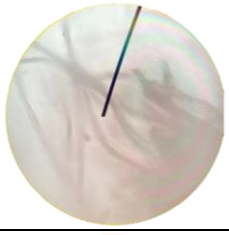
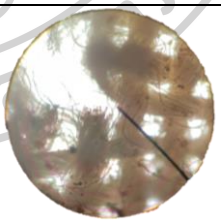
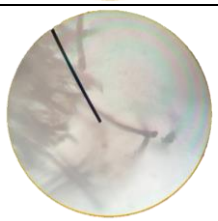
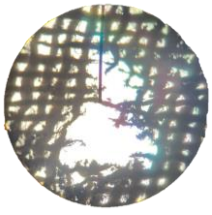
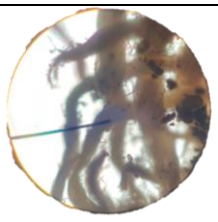
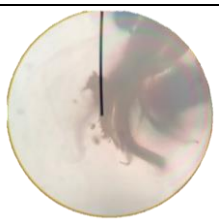
3.5 เส้นใยของผ้าเรยอน

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยของผ้าเรยอนหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ซึ่งตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ได้ผลดังตารางที่ 16

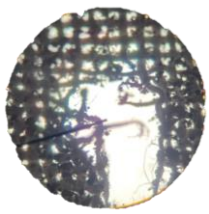
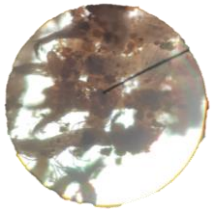
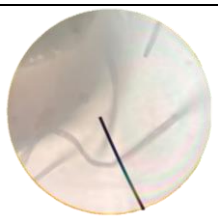
ตารางที่ 16 ความเสียหายของเส้นใยผ้าเรยอนด้วยกล้องจุลทรรศน์

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
7	50			

ตารางที่ 16 ความเสียหายของเส้นใยผ้าเรยอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
	100			
14	50			
	100			
21	50			
	100			
28	50			

ตารางที่ 16 ความเสียหายของเส้นใยผ้าเรยอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

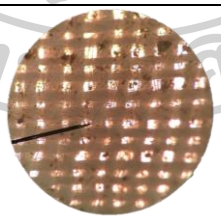
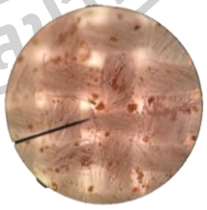
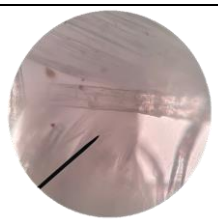
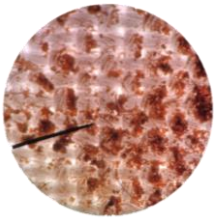
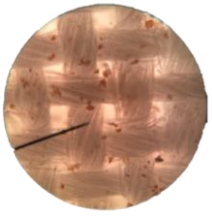
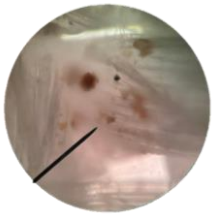
ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
	100			

จากตารางที่ 16 พบว่าตัวอย่างผ้าเรยอนที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 วัน , 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป

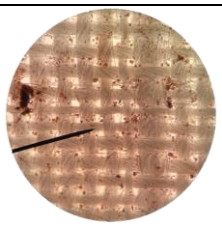
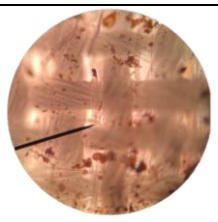
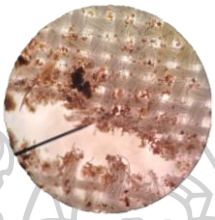
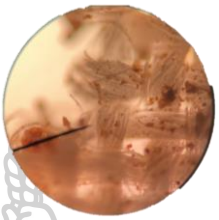
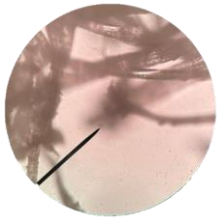
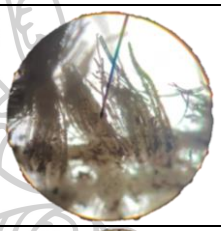
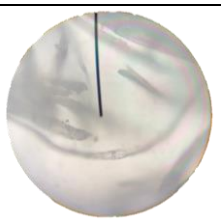
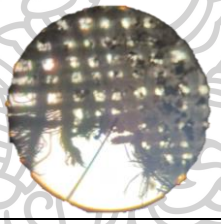
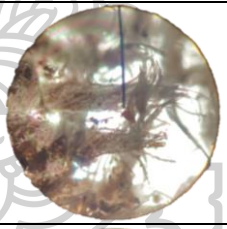
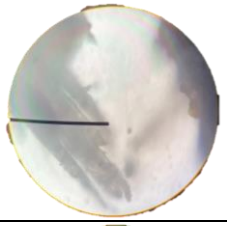
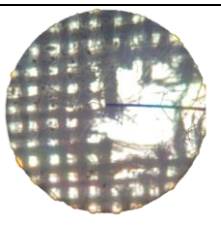
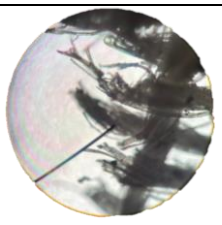
3.6 เส้นใยของผ้าลินิน

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเส้นใยของผ้าลินินหลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ซึ่งตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ได้ผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความเสียหายของเส้นใยผ้าลินินด้วยกล้องจุลทรรศน์

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
7	50			
	100			

ตารางที่ 17 ความเสียหายของเส้นใยผ้าลินินด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ต่อ)

ระยะเวลาการฝัง (วัน)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์		
		4X	10X	40X
14	50			
	100			
21	50			
	100			
28	50			
	100			

จากตารางที่ 17 พบว่าตัวอย่างผ้าลินินที่ฝังกลบในดินร่วนระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ระยะเวลา 14 ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้าจัดเรียงเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ส่วนที่ระดับ

ความลึก 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป ระยะเวลา 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนหายไป

4. การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการย่อยสลาย

ความเสียหายจากการถูกย่อยสลายที่เกิดขึ้นกับผ้าทั้ง 6 ชนิด หลังจากการฝังกลบเป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร แสดงสรุปผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการย่อยสลาย

ชนิดของผ้า	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ระยะเวลาการฝัง (วัน)				ค่าเฉลี่ยความเสียหายของผ้าแต่ละชนิด
		7	14	21	28	
ผ้าฝ้าย	50	1	2	2	3	2.00
	100	1	1	3	2	1.75
ผ้าป่านมัสลิน	50	1	1	4	3	2.25
	100	1	4	3	4	3.00
ผ้าไหม	50	1	1	1	2	1.25
	100	1	1	2	2	1.50
ผ้าโทเร	50	1	1	1	1	1.00
	100	1	1	1	1	1.00
ผ้าเรยอน	50	1	4	5	4	3.50
	100	1	4	2	4	2.75
ผ้าลินิน	50	1	1	2	4	2.00
	100	1	2	3	4	2.50
ค่าเฉลี่ยความเสียหายของผ้าทุกชนิดตามระยะเวลา ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร		1.00	1.67	2.50	2.83	
ค่าเฉลี่ยความเสียหายของผ้าทุกชนิดตามระยะเวลาที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร		1.00	2.17	2.33	2.83	

จากตารางที่ 18 พบว่าผ้าที่ได้รับความเสียหายที่เกิดจากการย่อยสลายขึ้นอยู่กับระยะเวลาการฝังกลบซึ่งจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยความเสียหายของผ้าทุกชนิดที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยความเสียหายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฝังกลบ

ความเสียหายของผ้ายังขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าซึ่งผ้าที่เกิดการย่อยสลายได้มากที่สุด คือ ผ้าเรยอน มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 3.50 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 2.75 ผ้าที่เกิดการย่อยสลายได้ปานกลาง คือ ผ้าฝ้าย มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 2.00 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 1.75 ผ้าป่านมัสลิน มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 2.25 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 3.00 และผ้าลินิน มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 2.00 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 2.50 ผ้าที่เกิดการย่อยสลายได้น้อย คือ ผ้าไหม มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 1.25 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 1.50 ผ้าที่ไม่เกิดการย่อยสลายตลอดระยะเวลาการฝังกลบที่ระดับความลึกทั้ง 2 ระดับ คือ ผ้าโทเร ส่วนระดับความลึกของหลุมฝังกลบที่ระดับ 50 และ 100 เซนติเมตร ไม่ส่งผลต่อการเกิดการย่อยสลายของผ้าที่ชัดเจน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาความเสียหายของผ้าและเส้นใยในสภาวะฝังกลบเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยเลือกตัวอย่างผ้าที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาดจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าป่านมัสลิน ผ้าไหม ผ้าโทเร ผ้าเรยอนและผ้าลินิน ทำการฝังกลบตัวอย่างผ้าในดินร่วนที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร และเก็บตัวอย่างผ้าตามระยะเวลา ได้แก่ 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน เพื่อเปรียบเทียบความเสียหายของผ้าและเส้นใย

1. สรุปผลการศึกษา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของการฝังกลบตัวอย่างผ้าทั้ง 6 ชนิด ในดินร่วนที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร ตามระยะเวลาต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบความเสียหายสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1.1 ความเสียหายภายนอกของผ้า

ตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบในดินร่วน 5 ชนิด เกิดรอยฉีกขาดจากการถูกย่อยสลายซึ่งตัวอย่างผ้าที่ถูกย่อยสลายจะมีลักษณะรอยฉีกขาดเป็นรูบริเวณภายในผ้ามีทั้งรูขนาดเล็กมากไปจนถึงขนาดใหญ่หรือมีเนื้อผ้าบางส่วนขาดหายไป ได้แก่ ผ้าฝ้ายระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ผ้าป่านมัสลินระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ผ้าไหมมีรอยฉีกขาดเป็นรูขนาดเล็กมากอย่างเดียวในระยะเวลาการฝังกลบ 21 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ผ้าเรยอนระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก โดยระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าถูกย่อยสลายเหลือเป็นชิ้นขนาดเล็กหลายชิ้น และผ้าลินินระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ตัวอย่างผ้า 1 ชนิด ที่ไม่เกิดรอยขาดจากการถูกย่อยสลายตลอดระยะเวลาการฝังกลบทั้งที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร คือ ผ้าโทเร

1.2 ความเสียหายของเส้นใยผ้า

ตัวอย่างผ้าทุกชนิดที่ฝังกลบในดินระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร รวมถึงตัวอย่างผ้าโทเรตลอดระยะเวลาการฝังกลบที่ 2 ระดับความลึก ลักษณะของเส้นใยมีการจัดเรียงกันเป็นระเบียบไม่มีรอยฉีกขาด ส่วนลักษณะของเส้นใยผ้ามีการขาดหลุดออกจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไป ได้แก่ ผ้าฝ้าย ระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ผ้าป่านมัสลินระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ผ้าไหมระยะเวลาการฝังกลบ 21 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก ผ้าเรยอนระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก และผ้าลินินระยะเวลาการฝังกลบ 14 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร 21 วัน และ 28 วัน ที่ 2 ระดับความลึก

1.3 การประเมินความเสียหายของผ้าและเส้นใยที่เกิดจากการย่อยสลาย

ตัวอย่างผ้าและเส้นใยที่ได้รับความเสียหายจากการย่อยสลายจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการฝังกลบโดยมีค่าเฉลี่ยความเสียหายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับชนิดของผ้าด้วย เช่น ผ้าเรยอน มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 3.50 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 2.75 ผ้าไหม มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร เท่ากับ 1.25 และระดับความลึก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 1.50 เป็นต้น และค่าเฉลี่ยความเสียหายของผ้ายังแสดงให้เห็นว่าระดับความลึกไม่ส่งผลต่อการย่อยสลายของตัวอย่างผ้าที่ชัดเจน

2. อภิปรายผลการศึกษา

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับตัวอย่างผ้า ซึ่งถูกฝังกลบในดินร่วนที่ระดับความลึก 50 และ 100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน พบว่าตัวอย่างผ้าส่วนใหญ่ได้รับความเสียหายจากการถูกย่อยสลายโดยสังเกตได้จากรอยฉีกขาดของผ้าและการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเส้นใย

ปัจจัยที่มีผลต่อเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบ ได้แก่ ชนิดของผ้า โดยคุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิดจะส่งผลต่อผ้าที่ผลิตมาจากเส้นใยชนิดนั้น หากเส้นใยมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดีก็จะทำให้ผ้ามีความสามารถดูดซึมน้ำและความชื้นได้มากกว่า (ฐิติกาญจน์ อนวัชสกุล และปริญญา สีลานันท์, 2565) เส้นใยที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี คือ เส้นใยที่มีส่วนประกอบของเซลลูโลสเพราะโมเลกุลเรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบและเส้นใยที่เป็นโปรตีนเพราะลักษณะโครงสร้างภายนอกมีช่องว่างเยอะ ส่วนเส้นใยสังเคราะห์โมเลกุลจะเรียงตัวกันแน่นทำให้เส้นใยดูดซึมน้ำได้ยาก (นวลแข ปาลิวนิช, 2556) จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างผ้าที่ได้รับความเสียหายจากการถูกย่อยสลาย ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าป่านมัสลิน

ผ้าไหม ผ้าเรยอนและผ้าลินิน ส่วนผ้าโทเรซึ่งเป็นผ้าที่มาจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 65 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับฝ้ายอีก 35 เปอร์เซ็นต์ ไม่ได้รับความเสียหายจากการถูกย่อยสลายตลอดระยะเวลาการฝังกลบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณ Lowe และคุณ Ueland ที่พบว่าผ้าที่เป็นเส้นใยธรรมชาติสามารถสลายตัวได้เร็วกว่าผ้าที่มีส่วนผสมของเส้นใยสังเคราะห์และระยะเวลาการฝังกลบซึ่งตัวอย่างผ้าที่ถูกฝังในดินเป็นระยะเวลานานก็จะได้รับความเสียหายมากขึ้น จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเก็บตัวอย่างผ้าที่ระยะเวลา 7 วัน ผ้าทั้งหมดยังไม่เกิดรอยฉีกขาด เส้นใยผ้ายังเรียงตัวเป็นระเบียบ แต่ที่ระยะเวลา 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน พบว่ามีตัวอย่างผ้าเกิดรอยฉีกขาด เส้นใยหลุดจากแนวทอเดิมและเส้นใยบางส่วนขาดหายไป เนื่องจากดินมีน้ำและอากาศเป็นส่วนประกอบซึ่งจะแทรกตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) และดินที่ใช้ในการศึกษาวิจัยมีลักษณะเป็นดินร่วนที่สามารถระบายน้ำและอากาศได้ปานกลาง อีกทั้งบริเวณรอบๆ ของหลุมฝังกลบมีต้นไม้อยู่จำนวนมากจึงส่งผลให้ตัวอย่างผ้าทั้งหมดได้รับความชื้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณ Mitchell และคณะ ที่กล่าวว่าการฝังตัวอย่างผ้าในดินไม่ว่าจะเป็นดินชนิดใดก็จะทำให้ตัวอย่างผ้าเสื่อมสภาพและยิ่งเวลาในการฝังกลบนานขึ้นผ้าก็จะได้รับความเสียหายมากขึ้น

ส่วนระดับความลึกของหลุมฝังกลบไม่ได้มีผลต่อความเสียหายของตัวอย่างผ้าและเส้นใยที่ชัดเจนสำหรับระยะเวลาการฝังกลบเพียง 28 วัน อีกทั้งจากงานวิจัยอื่นๆ มักจะศึกษาการฝังกลบที่ระดับผิวดินความลึกไม่ถึง 100 เซนติเมตร

นอกจากนี้อาจจะมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ค่า pH ของดินโดยปกติดินจะมีค่า pH ประมาณ 5 ถึง 7 แต่โพลีเอสเตอร์จะสลายตัวในสภาวะที่เป็นด่าง (Mitchell et al., 2012) และสภาพอากาศที่อาจส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผู้ย่อยสลายภายในดิน

3. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาควรมีความหลากหลายของชนิดผ้าให้มากขึ้น เช่น ผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์ ผ้าจากเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ และการวิเคราะห์ทางเคมีเพิ่มเติมด้วยเทคนิคอื่นๆ รวมทั้งศึกษาปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่อาจส่งผลต่อเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบ เช่น ค่า pH ความชื้นของดิน อุณหภูมิผิวดิน สิ่งมีชีวิตในดิน และสภาพลมฟ้าอากาศ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาที่ดิน. **ดินและการเกิดดิน**. เข้าถึงเมื่อ 9 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก https://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/survey_1/soils.htm

กรมพัฒนาที่ดิน. **ประเภทของดิน**. เข้าถึงเมื่อ 9 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก http://osl101.ldd.go.th/easysoils/s_type.htm

กรมพัฒนาที่ดิน. **หน้าตัดดินและชั้นดิน**. เข้าถึงเมื่อ 9 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก http://osl101.ldd.go.th/easysoils/s_profile.htm

ฐิติกาญจน์ อนวัชสกุล และปริญญา สีลานันท์. “การศึกษาคุณสมบัติเส้นใยผ้าในสภาวะฝังกลบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับสเปกโทรสโคปีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงานเพื่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์.” **วารสารศรีปทุมปริทัศน์** 14,1 (มกราคม – ธันวาคม 2565): 153-168.

ตรองหทัย ยศประสิทธิ์. “ความรู้ความคิดเห็นในการเก็บรวบรวมพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ของพนักงานสอบสวนกองบังคับการตำรวจนครบาล 8.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2561.

ธิติ มหาเจริญ. “การตรวจลักษณะทางพื้นผิวและธาตุองค์ประกอบในเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยธรรมชาติที่พบในประเทศไทยโดยวิธี Scanning Electron Microscope/ Energy Dispersive X-ray Spectroscopy เพื่อประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์.” **วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า** 18,1 (2563): 44.

นวลแข ปาลิวนิช. **ความรู้ เรื่อง ผ้าและเส้นใย**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2556.

เนียรวรรณ มีเจริญ. **กล้องจุลทรรศน์และส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์**. เข้าถึงเมื่อ 9 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก https://uatscimath.ipst.ac.th/2021/lesson-biology/item/7873-2018-02-27-02-46-18

ศรันยา สีมา. (2563). **บทบาทนิติวิทยาศาสตร์กับกระบวนการยุติธรรม.** เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก https://library.parliament.go.th /th/radioscript/ bthbathnitiwithya sastrkabkrabwnkaryutithrrm

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. **แถลงข่าวรายงานภาวะสังคมไทยไตรมาสสี่และภาพรวม ปี 2564**. เข้าถึงเมื่อ 7 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก https://www.nesdc.go.th

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. **แถลงข่าวรายงานภาวะสังคมไทยไตรมาสสี่และภาพรวม ปี 2565**. เข้าถึงเมื่อ 7 เมษายน 2566. เข้าถึงได้จาก https://www.nesdc.go.th

สุธีรา ธรรมจง. “การใช้ ATR-FTIR spectrophotometry ในการวิเคราะห์ผ้าและตัวอย่างผ้าที่ผ่านการให้ความร้อนเพื่อการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2562.

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์. **นิติวิทยาศาสตร์ 1 เพื่อการสืบสวนสอบสวน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จี.บี.พี. เซ็นเตอร์, 2564.

ภาษาต่างประเทศ

Lowe, A. C., Beresford, D. V., and others. “The effect of soil texture on the degradation of textiles associated with Buried bodies.” **Forensic Science International** 231,1-3 (September 2013): 331-339.

Mitchell, J. L., Carr, D. J., and others. “Physical and mechanical degradation of shirting fabrics in burial conditions.” **Forensic Science International** 222, 1-3 (October 2012): 94-101.

Ueland, M., Forbes, S. L., and Stuart, B. H. “Understanding clothed buried remains: the analysis of decomposition fluids and their influence on clothing in model burial environments.” **Forensic Science, Medicine and Pathology** 15, 1 (March 2019): 3-12.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเก็บตัวอย่างผ้าที่ฝังกลบในดินร่วน ตามระยะเวลาต่างๆ

(A) (B)

ภาพที่ 9 ระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 10 ระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 11 ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 12 ระยะเวลา 14 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 13 ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 14 ระยะเวลา 21 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 15 ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

(A) (B)

ภาพที่ 16 ระยะเวลา 28 วัน ที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ผ้าในหลุมฝังกลบ (A) เก็บตัวอย่างผ้า (B)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฏฐา รังษี	
วัน เดือน ปี เกิด	7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539	
สถานที่เกิด	ราชบุรี	
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2561	สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	พ.ศ. 2562	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	46/1 หมู่ 6 ตำบลเบิกไพร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110	

มหาวิทยาลัยศิลปากร