

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

2569 - ΔΟΜΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

© Copyright 2020, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Π. Ε. Πετράκης.

Η έντυπη, ηλεκτρονική και γενικά κατά οποιοδήποτε τρόπο αναπαραγωγή, δημοσίευση ή χρησιμοποίηση όλου ή μέρους του υλικού έργου αυτού, απαγορεύεται χωρίς την έγγραφη έγκριση του κατόχου των πνευματικών δικαιωμάτων του έργου.

Το παρόν έντυπο αποτελεί τμήμα του εκπαιδευτικού υλικού του μαθήματος **“Δομή, Υλικά και Παθολογία Αρχαϊκού Υλικού”**. Αποτελεί απαραίτητο συμπλήρωμα του ηλεκτρονικού υλικού που βρίσκεται στην πλατφόρμα και αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Η πρώτη διδακτική ενότητα επιχειρεί να εισαγάγει τους εκπαιδευόμενους στο χώρο του χαρτιού. Μέσα από μια ιστορική αναδρομή θα παρουσιαστεί η τεχνολογία της κατασκευής του χαρτιού και οι παράλληλες διαδρομές που ακολούθησαν οι διάφορες παραδόσεις, όπως αυτή της Άπω Ανατολής, των Αραβικών χωρών και της Δύσης για να αποδώσουν τα δικά τους χαρακτηριστικά και ιδιότητες στο χαρτί. Οι διαφορετικές τεχνικές θα επιφέρουν διαφορετικές συμπεριφορές και αναγνωριστικά στο χαρτί, πλέκοντας ένα εντυπωσιακό αφήγημα για ένα από τα σημαντικότερα και μακροβιότερα υλικά στην ιστορία της γραφής. Παράλληλα, θα συζητηθούν χαρακτηριστικά του χαρτιού, όπως οι γραμμώσεις και τα υδατόσημα, που συναντώνται σε ορισμένους τύπους χαρτιών, για την ιστορική και ερευνητική τους σημασία.

Η δεύτερη διδακτική ενότητα επιχειρεί να εισαγάγει τους εκπαιδευόμενους στις ιδιότητες και την παθολογία του χαρτιού. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν οι τύποι των φθορών όπου συναντώνται στο χαρτί. Ο διαχωρισμός τους στις μηχανικές, χημικές και βιολογικές φθορές θα βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν τους διαφορετικούς τύπους φθορών, ενώ μέσα από την παρουσίαση χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, τεχνικών ανάλυσης και παραδειγμάτων φθορών θα μπορέσουν να ταυτοποιήσουν φθορές πάνω σε έργα από χαρτί.

Η τρίτη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να εισάγει τους εκπαιδευόμενους στο χώρο του δέρματος και της περγαμηνής, δύο υλικών που έχουν μακρά σχέση με την ιστορία της γραφής και του βιβλίου. Μέσα από μια ιστορική αναδρομή θα παρουσιαστεί η τεχνολογία της κατασκευής του δέρματος και της περγαμηνής και οι παράλληλες τεχνικές παρασκευής τους. Η παρουσίαση των ιδιοτήτων των δύο αυτών υλικών και η αναφορά σε θέματα φυσιολογίας και δομής τους, θα βοηθήσουν τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν τις εφαρμογές και τους περιορισμούς στη χρήση τους.

Με την τέταρτη διδακτική ενότητα οι εκπαιδευόμενοι εισάγονται στις έννοιες και τους μηχανισμούς φθοράς του δέρματος και της περγαμηνής. Με την παρουσίαση των βασικών τύπων φθοράς και την κατηγοριοποίησή τους σκοπός είναι να κατανοήσουν οι εκπαιδευόμενοι τις ευαισθησίες και την παθολογία των υλικών αυτών που αποτελούν συχνά αναπόσπαστα μέρη των βιβλίων και των αρχείων. Επίσης σκοπός είναι να

μπορούν να ταυτοποιούν οπτικά και εμπειρικά τις φθορές που παρουσιάζουν διάφορα τεκμήρια που περιλαμβάνουν δέρμα και περγαμηνή.

Η πέμπτη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να παρουσιάσει στους εκπαιδευόμενους τις πτυχές που αφορούν στα μελάνια που έχουν χρησιμοποιηθεί ανά τους αιώνες σε βιβλία και αρχαικό υλικό. Θα παρουσιαστούν οι σημαντικότεροι τύποι μελάνης, παράλληλα με τα χαρακτηριστικά τους γνώρισμα και τις περιόδους ή περιπτώσεις που χρησιμοποιούνταν. Επίσης, θα παρουσιαστούν οι σύγχρονες τεχνικές ταυτοποίησης μελανιών που χρησιμοποιούνται στις αναλυτικές επιστήμες και θα συζητηθούν οι διαφορετικές φθορές που παρουσιάζονται σε κάθε τύπο μελάνης. Τέλος, θα παρουσιαστούν τα προβλήματα, οι επιπτώσεις στη διατήρηση εγγράφων αλλά και οι τρόποι αντιμετώπισής τους μέσω της προληπτικής συντήρησης.

Τη συγγραφή του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού υλικού πραγματοποίησε ο κ. **Σαρρής Νικ.**, εξωτερικός συνεργάτης του Προγράμματος Συμπληρωματικής εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΧΑΡΤΙ: ΙΣΤΟΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΣΗΜΑ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	9
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ	10
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΣΤΟΝ ΙΣΛΑΜΙΚΟ ΚΟΣΜΟ	14
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΤΟ ΧΑΡΤΙ ΣΤΗ ΔΥΣΗ	17
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 4. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΧΑΡΤΙ	21
ΣΥΝΟΨΗ	23
 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ: ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ	25
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	27
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ	28
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ	32
ΣΥΝΟΨΗ	38
 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΠΕΡΓΑΜΗΝΗ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΩΝ: ΙΣΤΟΡΙΑ, ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	39
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	41
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ	42
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	48
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ ΩΣ ΥΛΙΚΑ ΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑΣ	59
ΣΥΝΟΨΗ	62
 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 4. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΩΝ	63
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	65
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ	66
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ	73
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ	75
ΣΥΝΟΨΗ	77
 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 5. ΜΕΛΑΝΙΑ: ΤΑ ΕΙΔΗ ΜΕΛΑΝΗΣ, ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ - ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΑ ΦΘΟΡΩΝ ΣΤΑ ΜΕΛΑΝΙΑ	79
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	81
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΤΑ ΕΙΔΗ ΜΕΛΑΝΗΣ, ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ	82
ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΑ ΦΘΟΡΩΝ ΣΤΑ ΜΕΛΑΝΙΑ	95
ΣΥΝΟΨΗ	102
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	103

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

2569 - ΔΟΜΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΧΑΡΤΙ: ΙΣΤΟΡΙΑ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΣΗΜΑ

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να εισαγάγει τους εκπαιδευόμενους στην ιστορία του χαρτιού και τη χρήση του ως υπόστρωμα γραφής. Στην πρώτη υποενότητα θα γίνει μια ιστορική αναδρομή από τη δημιουργία του χαρτιού ως την καθιέρωσή του ως υλικό γραφής στην Άπω Ανατολή και τη σταδιακή εξάπλωσή του στην Ασία. Θα εξεταστούν οι μέθοδοι παρασκευής του Ανατολίτικου χαρτιού και τα διάφορα χαρακτηριστικά του.

Η δεύτερη υποενότητα αφορά στη μετάβαση του χαρτιού στον ισλαμικό κόσμο, κυρίως δηλαδή στην Περσία και την Αραβία, όπου μετά από μια ιστορική αναδρομή θα εξεταστούν οι αλλαγές και εξελίξεις που επήλθαν με τη μετάβαση αυτή.

Στην τρίτη υποενότητα θα ασχοληθούμε με τη υιοθέτηση της τέχνης της χαρτοποιίας από τη Δύση. Θα αναφερθούν οι σημαντικές τροποποιήσεις που καθιερώνουν οι Δυτικοί μύλοι χαρτοποιίας και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που αποκτά το Δυτικό χαρτί.

Τέλος, στην τέταρτη υποενότητα θα εξεταστεί η εξέλιξη του χαρτιού στη βιομηχανική περίοδο και τις καταλυτικές αλλαγές που επιφέρουν οι μηχανές χαρτοποιίας στον τρόπο παρασκευής και τις ιδιότητες του χαρτιού έως τις μέρες μας.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ

Η εφεύρεση του χαρτιού αποτελεί μια από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις του παγκόσμιου πολιτισμού, που έμελλε να καθιερωθεί και να αλλάξει την έγγραφη κληρονομιά μας μέσα από μια ιστορία περίπου 2000 χρόνων. Η ιστορία του χαρτιού όμως ξεκινάει πολύ πριν από την εφεύρεσή του, από την ανάγκη του ανθρώπου να ανακαλύψει τις ιδιότητες των φυτών, να τα επεξεργαστεί και να τα χρησιμοποιήσει ως πρώτη ύλη για την τροφή, την ένδυση, τη στέγαση, τον ρουχισμό του και εν τέλη ως επιφάνεια γραφής. Η ιστορία του χαρτιού από την απαρχή της δημιουργίας του έως τις μέρες μας συνδέεται άρρηκτα με την ιστορία και την εξέλιξη της γραφής και των γραφικών τεχνών και για την κατανόηση των ιδιοτήτων του κάθε τύπου χαρτιού και των μεθόδων παρασκευής του πρέπει να διεισδύσει κανείς στις ανάγκες που επέβαλλαν την παρασκευή του.

1.1 Ιστορία της δημιουργίας του χαρτιού

Οι παλαιότερες διαθέσιμες αναφορές συνδέουν τη δημιουργία του χαρτιού με την Κίνα. Όπως μας αποδεικνύουν διάφορα αρχαιολογικά ευρήματα, όπως αυτά που βρέθηκαν στο ταφικό μνημείο Γου Ντι της δυναστείας των Χαν, στην πόλη Σιαν, της επαρχίας Σενσί, γνωστά ως «χαρτί του Μπακιάο», η γνώση της κατασκευής χαρτιού υπήρχε ήδη από τον 2^ο αιώνα π.Χ., πιθανότατα ως υλικό περιτυλίγματος, και ήταν φτιαγμένο από κιννάβαρη. Παρόλα αυτά η παράδοση πιστώνει την εφεύρεση του χαρτιού στον ανώτερο αξιωματούχο της Αυλής, Τσαι Λουν το 105 μ.Χ. Οι σωζόμενες αναφορές δεν προσδιορίζουν με σαφήνεια τη σχέση του Τσαι Λουν με την παραγωγή του χαρτιού ή τον τρόπο εφεύρεσής του. Αυτό που πιθανώς μεταφέρουν οι αναφορές και οι μύθοι που πλάστηκαν γύρω από την εφεύρεση αυτή είναι η συμβολή του Τσαι Λουν ώστε να καθιερωθεί το χαρτί ως υλικό γραφής, για το οποίο επιπλέον βελτίωσε τις μεθόδους κατασκευής του, τη διαδικασία παραγωγής του και βοήθησε στη τελική υιοθέτηση και διάδοσή του στην επικράτεια της Κίνας.

Η Κίνα υιοθέτησε το νέο αυτό υλικό με μεγάλη επισημότητα και εξέλιξε στους επόμενους αιώνες τις τεχνικές κατασκευής του. Τον 3^ο αιώνα μ.Χ. ευνοείται σημαντικά η ανάπτυξη του και τα παλαιότερα μέσα γραφής όπως το μπαμπού, οι πλάκες, τα υφάσματα και οι φλοιοί δέντρων, έχουν αντικατασταθεί πλήρως, ενώ νέες τέχνες και εφαρμογές που στηρίζονται στην ύπαρξη του χαρτιού, όπως η καλλιγραφία, η κατασκευή ομπρελών,

χαρταετών, βενταλιών, κ.α. καθιερώνονται στην παράδοση της Ανατολικής Ασίας. Τα πρώτα κέντρα χαρτοποιίας της Κίνας συγκεντρώνονταν στην επαρχία Σετσουάν, αρχικά σε μικρές αγροτικές παραγωγικές μονάδες, ενώ αργότερα θα δημιουργηθούν μεγαλύτερες κρατικές βιοτεχνίες με αυστηρότερο έλεγχο της παραγωγής και των προδιαγραφών ποιότητας

Σταδιακά, γειτονικές χώρες της, όπως η Ιαπωνία (610 μ.Χ), η Κορέα, το Βιετνάμ, κ.α. μαθαίνουν την τέχνη του χαρτιού και αναπτύσσουν τη δική τους παράδοση κατασκευής, με τις ιδιαίτερες φυτικές πρώτες ύλες που ευδοκιμούν στα δικά τους εδάφη και τις τοπικές παραδόσεις.

1.2 Μέθοδοι παρασκευής και χαρακτηριστικά του χαρτιού στην Ανατολική Ασία

Η βασική αρχή για την κατασκευή του χειροποίητου χαρτιού από την εφεύρεσή του έως τις μέρες μας έχει παραμείνει σε μεγάλο βαθμό αναλλοίωτη. Η πρώτη ύλη, συνήθως φυτά όπως το λινάρι, το βαμβάκι, η μουριά, το μπαμπού, κ.α. μετατρέπεται σε πολτό μέσα σε νερό. Σε ένα καλούπι εφαρμόζεται μια διάτρητη επιφάνεια, πάνω στην οποία απλώνεται ο πολτός από φυτικές ίνες διαλυμένος σε νερό. Αφού στραγγίσει το νερό, ο πολτός σχηματίζει πάνω στην διάτρητη επιφάνεια ένα φύλλο χαρτιού.

Το καλούπι αυτό αποτελεί το βασικότερο εργαλείο της κατασκευής του χαρτιού και είναι οι ιδιαιτερότητές του και ο τρόπος κατασκευής του που καθορίζουν τις διαφορετικές ιδιότητες του χαρτιού και την διαδικασία παρασκευής της κάθε χαρτοποιητικής παράδοσης.

Στην Κίνα, όπως και σταδιακά στην ευρύτερη Ανατολική Ασία διακρίνονται δύο διαφορετικοί τύποι καλουπιού. Τα παλαιότερα καλούπια αποτελούνταν από ένα απλό ξύλινο πλαίσιο, στο οποίο εφαρμοζόταν τεντωμένο ένα ύφασμα. Το καλούπι αυτό τοποθετούνταν οριζοντίως σε μια λεκάνη με νερό, βυθισμένο ελαφρώς ώστε σχεδόν να επιπλέει στην επιφάνεια του νερού. Πολτός διαλυμένος και αραιωμένος σε νερό τοποθετούνταν με το χέρι πάνω στο καλούπι και απλώνονταν, ώστε να δημιουργηθεί ένα ομοιόμορφο στρώμα πολτού. Με την απομάκρυνση του καλουπιού από τη λεκάνη, το νερό στράγγιζε και άφηνε στην επιφάνεια ένα φύλλο χαρτιού.

Απαραίτητο επόμενο στάδιο αποτελούσε το στέγνωμα του φύλλου, κάτι που σήμαινε πως το καλούπι με το φύλλο ακόμα κολλημένο επάνω του μεταφέρονταν συνήθως σε εξωτερικό χώρο και σε έκθεση στον ήλιο. Η κατασκευή χαρτιού με τη μέθοδο του «επιπλέοντος καλουπιού» (floating mould) απαιτούσε πως για κάθε φύλλο υπήρχε ένα

ξεχωριστό καλούπι, κάτι που έκανε την τεχνική αυτή χρονοβόρα, κοστοβόρα και δύσκολη για την παραγωγή πολλών φύλλων, ενώ παράλληλα το χαρτί που πρόκυπτε ήταν αρκετά ανομοιογενές. Χαρτί με τη χρήση αυτού του καλουπιού μπορούμε να συναντήσουμε ακόμα σε μεμονωμένες περιπτώσεις και μικρές βιοτεχνικές μονάδες στην Κίνα, το Νεπάλ, την Ταϊλάνδη, κ.α.

Η εξέλιξη της τέχνης της χαρτοποιίας και οι αυξημένες ανάγκες χαρτιού οδήγησαν σταδιακά στην δημιουργία ενός άλλου καλουπιού, που έχει παραμείνει ως τις μέρες μας χαρακτηριστικό του Ανατολικού χαρτοποιίου. Το καλούπι αυτό αποτελείται από δύο ξεχωριστά και αποσπώμενα μέρη, το ξύλινο πλαίσιο και τη διάτρητη επιφάνεια. Στο ξύλινο πλαίσιο προστίθενται ξύλινα πηχάκια για την ενίσχυσή του, ενώ η αποσπώμενη διάτρητη επιφάνεια κατασκευάζεται με λεπτές ράβδους μίσχου φυτών όπως το μπαμπού, που συνδέονται μεταξύ τους με κλωστές και προσαρμόζονται στις δύο μεγαλύτερες ακμές τους με δύο ξύλινα πηχάκια. Η επιφάνεια αυτή είναι εύκαμπτη και μπορεί να ακουμπήσει στο ξύλινο πλαίσιο και να αφαιρεθεί από αυτό με ευκολία. Το καλούπι αυτό ονομάζεται «βυθιζόμενο» (deering mould).

Όπως μαρτυρεί το όνομα του καλουπιού, για την κατασκευή χαρτιού ο χαρτοποιός βυθίζει το καλούπι (το σκελετό μαζί με το προσαρμοσμένο εύκαμπτο μέρος) σε λεκάνη με που περιέχει πολτό από ίνες αραιωμένο με νερό. Ανασύροντας το καλούπι από τη λεκάνη οριζοντίως απλώνει τον πολτό ομοιόμορφα στην επιφάνεια με επιδέξιες κινήσεις του καλουπιού και αφήνει το νερό να στραγγίσει, αφήνοντας ένα λεπτό στρώμα πολτού στην επιφάνεια. Το πάχος του χαρτιού που σχηματίζεται τελικά, εξαρτάται από την ποσότητα του πολτού που αναμειγνύεται στη λεκάνη αλλά και από την ποσότητα που επιτρέπει ο χαρτοποιός να συγκεντρωθεί στη διάτρητη επιφάνεια. Εν συνεχεία το εύκαμπτο μέρος του καλουπιού αποσπάται και αναστρέφεται ώστε το υγρό φύλλο να μεταφερθεί σε επίπεδη επιφάνεια. Κατ' αυτό τον τρόπο ο χαρτοποιός μπορεί να χρησιμοποιήσει το ίδιο καλούπι ξανά για το επόμενο φύλλο, το οποίο αφού σχηματιστεί στο καλούπι θα το εναποθέσει πάνω από το προηγούμενο φύλλο.

Στο επόμενο στάδιο ακολουθεί η πίεση των υγρών φύλλων σε πρέσα ώστε να αφαιρεθεί μεγάλο μέρος του νερού που περιέχουν και να επιτρέψει την επιπεδοποίησή και συνοχή τους. Κατόπιν τα φύλλα ξεχωρίζονται και απλώνονται είτε κρεμάμενα από σκοινιά, είτε σε κεκλιμένη επιφάνεια σε σκιερό χώρο.

Είναι αξιοσημείωτο πως το καλούπι αυτό καθιερώθηκε ήδη από τον 4ο-5ο αιώνα μΧ. και διαδόθηκε στις περισσότερες περιοχές της Ανατολικής Ασίας, ενώ με μικρές παραλλαγές από τόπο σε τόπο χρησιμοποιείται ακόμα στην παραδοσιακή χαρτοποιία.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του καλουπιού αυτού σε σχέση με τα καλούπια φτιαγμένα με τεντωμένο ύφασμα, είναι οι γραμμώσεις που διακρίνονται ως σκιές στο πλέγμα του χαρτιού όταν διαχέεται το χαρτί από φως και οι οποίες αποτυπώνουν την παράλληλη διάταξη των μίσχων φυτών ή μπαμπού. Από τις γραμμώσεις αυτές μάλιστα είναι δυνατόν να ταυτοποιήσουμε συχνά το είδος του καλουπιού που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της κατασκευής παλαιών χαρτιών και όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω να διακρίνει κανείς εκτός των άλλων και την προέλευση ενός χαρτιού σε Ασιατικό, Αραβικό ή Δυτικό.

Οι πρώτες ύλες της Ανατολικής χαρτοποιίας είναι ποικίλες και έχουν άμεση σχέση με τις τοπικές αγροτικές καλλιέργειες και τη διαθεσιμότητά τους. Προέρχονται από φυτά θαμνώδη όπως η χαρτομουριά (*Broussonetia papyrifera*), το λινάρι (*linum usitatissimum*), το βαμβάκι, η κάνναβη και κυριότερα το μπαμπού. Στην Ιαπωνία συναντάμε επίσης ποικιλίες όπως το γκάμπι (*Wikstroemia sikokiana*) και το μπισουμάτα (*Edgeworthia papyrifera*), το οποίο χρησιμοποιείται εκτενώς στην Ινδία με την ονομασία *Argeli* και στο Νεπάλ ως *Lokta*.

Η χρήση των πρώτων υλών επιλέγονται με προσοχή, ανάλογα με το είδος του χαρτιού που θέλει να παρασκευάσει ο χαρτοποιός, τη μορφή, το πάχος, την υφή και το χρώμα που θέλει να του αποδώσει, ενώ συχνότερα επιλέγονται πρώτες ύλες με μακρυές και πυκνές ίνες. Επιπλέον η προετοιμασία που θα κάνει για τη δημιουργία του πολτού θα επηρεάσει πολύ την ποιότητα του χαρτιού. Με τη συλλογή των φυτών ο εξωτερικός φλοιός τους απομακρύνεται μηχανικά και το εσωτερικό τμήμα, αφού καθαριστεί καλά από υπολείμματα, αφήνεται να μουλιάσει για εβδομάδες έως και μήνες, ενώ συχνά στη διαδικασία αυτή προστίθεται και ασβέστης. Ακολουθεί το βράσιμο των φυτικών ιστών σε νερό το οποίο βοηθάει τόσο στη διάλυσή τους και πολτοποίηση των ινών όσο και στην πολύ σημαντική διαδικασία της απομάκρυνσης της λιγνίνης, μιας φυσικής ουσίας που περιέχεται στα κυτταρικά τοιχώματα της κυτταρίνης και η οποία ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τη γήρανση και αποχρωματισμό του χαρτιού.

Το τελικό στάδιο αφορά στην πολτοποίηση των ινών, που στην Ανατολική Ασία συνήθως γίνεται χειρωνακτικά με σφυριά, ξύλα ή γουδί. Στον πολτό συχνά αναμειγνύονται υλικά κολλαρίσματος, όπως εκχυλίσματα ριζών ή άμυλο, τα οποία προσδίδουν συνοχή στις ίνες του πολτού, αυξάνουν την αντοχή του, ενώ για τη χρήση του χαρτιού ως υλικό γραφής, προσδίδουν μια καλύτερη επιφάνεια για τη συγκράτηση της μελάνης.

Σημαντική όμως είναι και η χρήση ανακυκλωμένων πρώτων υλών ήδη από την πρώιμη εποχή του κινέζικου χαρτιού, όπως υφάσματα, κουρέλια ή χρησιμοποιημένα χαρτιά, τα οποία πολτοποιούνται και συνθέτουν νέα φύλλα με την ίδια διαδικασία. Η διαδικασία αυτή θα υιοθετηθεί αργότερα από τον Αραβικό κόσμο και θα αποτελέσει την αποκλειστική πηγή πρώτης ύλης τους, όπως και κατά την πρώιμη Ευρωπαϊκή χαρτοποιία.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ ΣΤΟΝ ΙΣΛΑΜΙΚΟ ΚΟΣΜΟ

Υπάρχει μια πληθώρα μύθων σχετικά με τον τρόπο μετάδοσης της τέχνης της χαρτοποιίας στον Ισλαμικό κόσμο. Μια από τις πιο διαδεδομένες, σύμφωνα με τον ιστορικό Αλ-Φαρισι αναφέρει ότι με την κατάληψη της Σαμαρκάνδης από τους Άραβες, ένας νέος με το όνομα Γιούσουφ, έμαθε και μετέφερε την τέχνη στη Μέκκα, όπου και παρήγαγε το πρώτο Αραβικό χαρτί κατά το έτος 707μΧ. Κατά μια άλλη επικρατέστερη παράδοση, σύμφωνα με τον Άραβα ιστορικό Αλ-Τααλιμπί (961-1038), μετά τη μάχη μεταξύ Αράβων και Κινέζων το 751μ.Χ. στον ποταμό Τάλας, όπου οι Άραβες κατατρόπωσαν τις Κινέζικες στρατιές σε μια μάχη διεκδίκηση τμημάτων του Δρόμου του Μεταξιού, ανάμεσα στους Κινέζους αιχμαλώτους υπήρξαν τεχνίτες χαρτοποιοί. Οι τεχνίτες αυτοί μεταφέρθηκαν στην Σαμαρκάνδη κι εκεί μετέδωσαν τις γνώσεις τους ώστε να διαδοθεί η χαρτοποιία στον Αραβικό κόσμο, συμβάλλοντας σε μια μυθικής διάστασης ιστορία για την εξάπλωση του χαρτιού στον υπόλοιπο κόσμο και την άνθηση του έγγραφου πολιτισμού τόσο στην Ανατολή όσο και στη Δύση.

2.1 Ιστορία του αραβικού και περσικού χαρτιού

Όποια κι αν είναι η πραγματική ιστορία σχετικά με την εκμάθηση της τέχνης από τους Άραβες, είναι γεγονός ότι μέχρι τον 8^ο αιώνα η χαρτοποιία είχε διαδοθεί πλήρως σε όλο τον Αραβικό και Περσικό κόσμο, ενώ οι τέχνες που μπορούσαν να ευδοκιμήσουν γύρω από τη γραφή στο χαρτί, όπως η καλλιγραφία και η μικρογραφία, άρχισαν να κάνουν την εμφάνισή τους. Η ίδια η τέχνη της χαρτοποιίας άλλαξε κι αυτή, σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν μηχανισμοί που εκλέπυναν και διευκόλυναν την παραγωγή, ενώ δημιουργήθηκαν είδη χαρτιού που διευκόλυναν τη γραφή και τη διακόσμηση με τα μέσα, τις σκληρές γραφίδες και τις μελάνες του Αραβικού κόσμου, σε αντίθεση με τα μαλακά πινέλα που χρησιμοποιούσαν οι Κινέζοι.

Κάτω από την εποπτεία του Μεγάλου Βεζίρη Τζαφάρ Ιμπν Γιάχια (767-803) συστηματοποιείται η παραγωγή και δημιουργούνται τα πρώτα κέντρα μαζικής χαρτοποιίας στη Βαγδάτη, μετατρέποντας το χαρτί από προϊόν τέχνης σε βιομηχανικό προϊόν, καθώς καθιερώθηκε ως απαραίτητο υλικό για τη λειτουργία της διαρκώς αυξανόμενης γραφειοκρατίας των Αββασίδων. Η δημιουργία των πρώτων Αραβικών χαρτόμυλων χρονολογείται τον 8ο αιώνα στη Σαμαρκάνδη και ήταν αποτέλεσμα αυτής της συστηματοποίησης, σηματοδοτώντας μια νέα εποχή για την παραγωγή χαρτιού. Οι παλαιότερες αναφορές για την ύπαρξη χαρτόμυλων έρχονται επίσης από τον Ισλαμικό κόσμο, όπου Άραβες γεωγράφοι αναφέρουν την ύπαρξή τους στη Δαμασκό ήδη από τις αρχές του 9^{ου} αιώνα, κάτι που μαρτυρεί τη σύντομη διάδοσή τους σε μεγάλη έκταση.

Παράλληλα, τον 9^ο αιώνα εμφανίζεται στον Αραβικό κόσμο για πρώτη φορά η χρήση του χαρτιού ως υπόστρωμα που δένεται για να συντεθεί στη μορφή ενός βιβλίου. Τα βιβλία, όπως θα παρουσιαστεί σε επόμενη ενότητα, είναι τέχνηρα που έκαναν την εμφάνισή τους κατά τον 4^ο αιώνα μ.Χ στην Ανατολική Μεσόγειο. Κατά μεγάλη τους πλειοψηφία δημιουργούνταν από φύλλα περγαμηνής, έως ότου καθιερώθηκε στο χαρτί ως το κύριο υπόστρωμα γραφής, κάτι που για τον Δυτικό κόσμο δεν έγινε πριν από τον 12^ο αιώνα. Είναι εμφανές λοιπόν η ευρεία διάδοση και καθιέρωσή του στον Αραβικό κόσμο, γεγονός που συνέβαλε εκτός των άλλων και στην ίδρυση του «Οίκου της Σοφίας» (Νταρ Αλ-Χίκμα) κατά τον 8^ο αιώνα, μιας βιβλιοθήκης και ακαδημίας των επιστημών απaráμιλλης αξίας και μεγέθους, όπου συγκεντρώθηκε, παράχθηκε και μεταφράστηκε τεράστιος αριθμός χειρογράφων.

Από τη Βαγδάτη η γνώση της τέχνης της χαρτοποιίας διαδόθηκε παράλληλα με τη διάδοση του Ισλάμ, στη Συρία, την Αίγυπτο και δυτικότερα κατά μήκος της ακτής της Βορείου Αφρικής, μέχρι την Ιβηρική χερσόνησο, που μέχρι και τον 13^ο αιώνα παραμένει υπό Αραβική κτήση. Εκεί σταδιακά πιθανολογείται μια σημαντική επαφή του Δυτικού κόσμου με το χαρτί, μέσω Αράβων χαρτοποιών που με την σταδιακή ανακατάληψη της Ιβηρικής χερσονήσου από τους χριστιανούς το 1244, παραμένουν και συνεχίζουν να λειτουργούν τους χαρτόμυλους για τις ανάγκες των νέων Δυτικών κατακτητών.

Το Αραβικό χαρτί θα συνεχίσει να παρασκευάζεται για πολλούς ακόμα αιώνες. Τον 16^ο αιώνα, τα Δυτικά χαρτιά και κυρίως χαρτιά από την Ιταλία, θα κατακλείσουν την αγορά εντός και εκτός Ευρώπης λόγω της υψηλής ποιότητάς τους και της ευρείας διαθεσιμότητάς τους, έως ότου σταδιακά οι Αραβικοί μύλοι θα εκτοπιστούν. Τον 17^ο αιώνα ήδη η μεγάλη Αραβική χαρτοποιητική παράδοση αντικαταστάθηκε πλήρως και

Αραβικά, Περσικά και Τουρκικά χειρόγραφα χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά χαρτί Ιταλικής προέλευσης, φτιαγμένο με ειδικές προδιαγραφές, όπως το έντονο κολλάρισμα της επιφάνειάς του, για χρήση από γραφείς, καλλιγράφους και μικρογράφους της Ανατολής.

2.2 Μέθοδοι παρασκευής του χαρτιού στις ισλαμικές χώρες.

Όπως περιγράψαμε νωρίτερα, η βασική εξέλιξη του «βυθιζόμενου» καλουπιού στην Ανατολική Ασία, βελτίωσε σημαντικά την παραγωγή και την οικονομία της παρασκευής χαρτιού, κάτι που εκτίμησαν και υιοθέτησαν οι Άραβες. Παρότι υπάρχουν ενδείξεις της χρήσης του πρώιμου επιπλέοντος καλουπιού, σύντομα αυτό αντικαταστάθηκε από το «βυθιζόμενο» καλούπι. Παρόλα αυτά, στον Ισλαμικό κόσμο αναπτύσσονται βυθιζόμενα καλούπια με διαφορετικές τεχνοτροπίες, όπως την αντικατάσταση των ράβδων από μπαμπού με μίσχους γρασιδιού, προφανώς λόγω της διαθεσιμότητας διαφορετικών φυτικών πρώτων υλών. Μεταγενέστερα, στην Ιβηρική χερσόνησο αναπτύσσεται το καλούπι με λεπτά μεταλλικά νήματα αντί για ράβδους φυτικής προέλευσης, που επιτρέπει την παρασκευή πολύ καλής ποιότητας ομοιογενές χαρτιού, ενώ τα καλούπια αυτά έχουν μεγαλύτερη αντοχή και διάρκεια ζωής.

Η πρώτη ύλη για το Αραβικό χαρτί ήταν σχεδόν αποκλειστικά από ανακυκλωμένα υφάσματα, σχοινιά και κουρέλια, χωρίς βέβαια να λείπουν οι εξαιρέσεις, κυρίως κατά την πρώιμη περίοδο της Αραβικής χαρτοποιίας, όπου υπάρχουν παραδείγματα χαρτιού από λινάρι. Τα κουρέλια, όπως και με τις φυτικές πρώτες ύλες, έπρεπε να μουλιάσουν και να αποδομηθούν, σε νερό, συχνά με προσθήκη ασβέστη. Κατόπιν οι ίνες πολτοποιούνταν σε μύλους, ή μηχανικά σφυριά, είτε χειροκίνητα είτε υδρκίνητα. Οι μύλοι και οι μηχανισμοί αυτοί είναι χαρακτηριστική προσθήκη των Αράβων στην τεχνολογία της χαρτοποιίας, και παρ' όλους τους ισχυρισμούς περί Ευρωπαϊκής εφεύρεσης, οι μαρτυρίες εκατοντάδων μύλων σε πληθώρα Αραβικών πόλεων ήδη από τον 12^ο αιώνα δεν αφήνει αμφιβολίες.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του Αραβικού χαρτιού είναι το έντονο κολλάρισμά του, τόσο του πλέγματος των ινών όσο και της επιφάνειάς. Το κολλάρισμα έδινε αντοχή στο χαρτί, ενώ κατόπιν του στεγνώματος του φύλλου, επέτρεπε το γυάλισμά του με λείες πέτρες ή γυαλί, ώστε να αποκτήσει μια γυαλιστερή, ημι-αδιαβροχοποιημένη και σκληρή επιφάνεια, κατάλληλη για τη σκληρή γραφίδα και την παχύρρευστη μελάνη. Το κολλάρισμα στο Αραβικό χαρτί γίνεται αποκλειστικά με αμυλόκολλα, κατά τη

δημιουργία του πολτού, και συμπληρωματικά μετά το στέγνωμα του φύλλου επιφανειακά.

Τέλος, ένα άλλο στάδιο που παρατηρούμε να διαφοροποιούνται οι Άραβες τεχνίτες είναι κατά το στέγνωμα των φύλλων. Συνηθισμένη πρακτική ήταν το άπλωμα των υγρών φύλλων σε κατακόρυφες σανίδες, σε τοίχους εκτεθειμένους στον ήλιο, είτε τοίχους που προηγουμένως θερμαίνονταν.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΤΟ ΧΑΡΤΙ ΣΤΗ ΔΥΣΗ

Όπως περιγράψαμε στην προηγούμενη υποενότητα, το χαρτί μεταδόθηκε στη Δύση μέσω της επαφής του με τον Αραβικό κόσμο.

3.1 Ιστορία και εξέλιξη του χαρτιού στον δυτικό κόσμο

Πολλές παράλληλες αναφορές περιγράφουν τη σχέση και τη γνωριμία Δυτικών με το νέο αυτό υλικό, είτε γύρω από μύθους αιχμαλωσίας Δυτικών από Άραβες και μέσω αυτής τη γνωριμία με την χαρτοποιία, είτε μέσω εδαφών όπως η Σικελία και η Ιβηρική χερσόνησος όπου η επαφή και συνδιαλλαγή Δυτικών και Αράβων ήταν αναπόφευκτη. Ωστόσο, μπορούμε να αναφερόμαστε στην Ευρωπαϊκή χαρτοποιία ως αυτή που παράχθηκε από δομημένους μύλους των εδαφών της Ευρώπης. Τον 12^ο αιώνα κιόλας, το χαρτί είναι ένα γνωστό υλικό στη Βόρεια Ιταλία και την Ιβηρική χερσόνησο, όπου βρίσκει περιορισμένη χρήση, κυρίως για γραφειοκρατικές και συμβολαιογραφικές πράξεις. Από τα τέλη του 13^{ου} αιώνα όμως, οι συνθήκες είναι ιδανικές, έχοντας αφήσει πίσω τον σκοταδισμό, τον περιορισμό της γνώσης και τον αυταρχισμό των φεοúδων για τη σύνθεση ενός νέου αστικού τοπίου. Η επανάσταση αυτή θα φέρει μεγάλη άνθηση των γραμμάτων και το χαρτί αναπόφευκτα θα αποτελέσει σημαντικό στοιχείο γι'αυτή την άνθηση. Οι πρώτοι Ευρωπαϊκοί χαρτόμυλοι χρονολογούνται πιθανών στα τέλη του 12^{ου} αιώνα και ιδρύονται στο Φαμπριάνο, μια πόλη που συνδέεται για αιώνες, έως και στις μέρες μας με το χαρτί. Σταδιακά, η μια πόλη της Ιταλίας μετά την άλλη θα αποκτήσει τις δικές της μονάδες παραγωγής χαρτιού και μέχρι τα τέλη του 14^{ου} αιώνα θα έχει καθιερωθεί ως σημαντική εξαγωγέας χαρτιού, στις Άλπεις, τη Βόρεια Ευρώπη και ευρύτερα. Η χαρτοποιία στη Γαλλία, θα αργήσει κατά περίπου έναν αιώνα, με τις πρώτες δομημένες και τεκμηριωμένες πηγές να αναφέρονται στον 15^ο αιώνα.

Μέχρι την αρχή της τυπογραφίας το 1452 από τον Γουτεμβέργιο, η παραγωγή χαρτιού αποτελεί ήδη ένα σημαντικό κομμάτι του εμπορίου και της βιομηχανίας της Ευρώπης και είναι ένα άκρως αναγκαίο υλικό για τη λειτουργία, τη γραφειοκρατία, τις τέχνες, την επιστήμη και την καθημερινή ζωή στην Ευρώπη. Η τυπογραφία όμως καθιστά το χαρτί τον βασικότερο κρίκο στην επανάσταση που έφερε η εφεύρεση αυτή, αυξάνοντας πολλαπλάσια τις ανάγκες παρασκευής χαρτιού και εντείνοντας το εμπόριό του. Η περίοδος του ουμανισμού και της Αναγέννησης, προτρέπει στη ευρεία διάδοση και εξέλιξη της γνώσης, τη μόρφωση των πολιτών ως βάση για τη σύνθεση της κοινωνίας, δημιουργούνται σημαντικά Ευρωπαϊκά πανεπιστήμια και πληθώρα βιβλιοθηκών, ενώ βιβλία πλέον τυπώνονται κατά χιλιάδες αντίτυπα. Η σχέση χαρτιού και βιβλίου είναι άμεσα εξαρτημένη και έως τη βιομηχανική επανάσταση η διαδρομή τους αντικατοπτρίζει την πορεία του ευρωπαϊκού πολιτισμού.

3.2 Μέθοδοι παρασκευής και χαρακτηριστικά του δυτικού χαρτιού

Οι τεχνολογικές εξελίξεις των Αράβων στη διαδικασία παραγωγής του χαρτιού και κυρίως η χρήση των μύλων για την πολτοποίηση των πρώτων υλών, έφερε στα Ευρωπαϊκά χαρτοποιεία μια ώριμη και εξελιγμένη τέχνη, που κατά τους πρώτους αιώνες δεν τροποποιήθηκε παρά ελάχιστα. Πρώτη ύλη για την παρασκευή του πολτού παραμένουν όπως και στην Ισλαμική χαρτοποιία τα κουρέλια, από λινάρι, κάνναβη και αργότερα βαμβακερά υφάσματα, τα οποία ξεχωρίζονται, κόβονται και προετοιμάζονται καταλλήλως για το μούλιασμα και τη ζύμωσή τους.

Η βασικότερη προσθήκη των Δυτικών χαρτοποιών πιθανόν να είναι η εξέλιξη του «βυθιζόμενου» καλούπιου σε ένα πιο άκαμπτο καλούπι, όπου το διάτρητο πλέγμα αντικαταστάθηκε εξολοκλήρου από τις φυτικές ίνες ή τα μπαμπού με μεταλλικά νήματα, τα οποία πλέκονταν με λεπτότερα μεταλλικά νήματα. Η χρήση μεταλλικών νημάτων ήταν μια τεχνική που είχαν ήδη προλάβει να εφαρμόσουν σε μικρή έκταση οι Άραβες της Ιβηρικής χερσονήσου. Στο άκαμπτο αυτό καλούπι προστέθηκε ένα αποσπώμενο ξύλινο πλαίσιο (deckle) το οποίο χρησιμοποιούνταν για να περιορίσει επακριβώς τα όρια του χαρτιού.

Χαρακτηριστικό των χαρτιών που δημιουργήθηκαν με αυτό τον τύπο καλούπιου είναι οι έντονες κάθετες (chain lines) και οριζόντιες γραμμώσεις (laid lines), με τις δεύτερες μάλιστα να τηρούν μια απόλυτα παράλληλη διάταξη, σε αντίθεση με τα εύκαμπτα καλούπια από φυτικούς μίσχους που συχνά παρατηρούνται φυσικές στρεβλώσεις και κυρτώσεις των γραμμώσεων.

Η διαδικασία δημιουργίας του φύλλου πάνω στο καλούπι, βλέπουμε πάντως πως στην Δυτική χαρτοποιητική δεν διαφέρει ιδιαίτερα από τον Ασιατική ή τον Αραβική τεχνική. Ο τεχνίτης χρησιμοποιεί το βυθιζόμενο καλούπι σε μια βαθιά λεκάνη με πολύ αραιωμένο σε νερό και αφού δημιουργήσει το φύλλο το μεταφέρει το ένα πάνω στο άλλο δημιουργώντας μια στίβα από υγρά φύλλα. Τα φύλλα πρεσάρονται και μεταφέρονται για στέγνωμα κρεμάμενα από σχοινιά σε σκιερούς καλά αεριζόμενους χώρους.

Μια από τις λίγες διαφορές στη διαδικασία εντοπίζεται στο κολλάρισμα των φύλλων. Σε αντίθεση με τα Κινέζικα ή Αραβικά χαρτιά όπου χρησιμοποιείται αμυλόκολλα, αναμεμιγμένη στον πολύ ή περασμένη στο ελαφρώς νωπό φύλλο με φαρδύ πινέλο, στην Ευρωπαϊκή τεχνική χρησιμοποιείται ζωική κόλλα, ή αλλιώς ζελατίνη. Η κόλλα αυτή παρασκευαζόταν συνήθως στο χαρτοποιείο με το βράσιμο δερμάτων ζώων και κοκάλων και αφού φιλτραριζόταν, τα στεγνά φύλλα εμβαπτίζονταν στη ζεστή κόλλα για να ακολουθήσει ξανά το στέγνωμά τους. Η ζελατίνη προσέδιδε μια ημι-αδιαβροχοποίηση, γυαλάδα και σκληρότητα στην επιφάνεια του χαρτιού, που ήταν σημαντική για τη σκληρή μεταλλική πένα που ήταν διαδεδομένη στην Ευρώπη. Αργότερα, με την τυπογραφία, τα μεταλλικά στοιχεία θα εναπόθεταν τη μελάνη χωρίς να απλώνει στο χαρτί και χωρίς να τραυματίζεται το χαρτί σε βάθος από την πίεση των στοιχείων.

Παρά τις κοινές τεχνικές στη βάση της διαδικασίας της χαρτοποιίας η μεγάλη διαφορά της ευρωπαϊκής χαρτοποιητικής έγκειται συνήθως στο μέγεθος των επιχειρήσεων, που στην περίπτωση της συχνά παίρνει διαστάσεις πρώιμης βιομηχανικής. Οι εργασίες χωρίζονται αυστηρά και οι τεχνίτες αποκτούν ειδικεύσεις, δημιουργούνται αυστηρές ιεραρχίες ενώ στην αλυσίδα της εντάσσονται επίσης νεαρά παιδιά και γυναίκες.

3.3 Υδατόσημα

Υδατόσημα ονομάζονται τα σχήματα, επιγραφές ή σχέδια που βρίσκονται αποτυπωμένα εσωτερικά στο πλέγμα του χαρτιού και τα οποία του αποδίδουν μια ταυτότητα. Τα υδατόσημα είναι μια προσθήκη αποκλειστικά της Δυτικής χαρτοποιίας και αυτό γιατί η κατασκευή τους ήταν δυνατή μόνο με τη χρήση του άκαμπτου καλουπιού με τα μεταλλικά νήματα.

Ο όρος υδατόσημο είναι μετάφραση του αγγλικού όρου watermark και μεταφέρει εν μέρει τον τρόπο κατασκευής του. Το σχέδιο του υδατόσημου δημιουργείται με την πλέξη του πάνω στο μεταλλικό πλέγμα του καλουπιού, με ένα λεπτό και εύκαμπτο λεπτό μεταλλικό νήμα. Όταν το καλούπι θα ανασύρει τον πολύ από τη λεκάνη, ο πολτός που

συγκεντρώνεται στην επιφάνεια είναι ελαφρώς πιο λεπτός πάνω από πλεγμένο σχέδιο κι έτσι η διαφορά της πυκνότητας του πολτού αποτυπώνεται ως μια ημιδιαφάνεια στο τελικό χαρτί.

Τα υδατόσημα αποτέλεσαν σημαντικό στοιχείο στη δομημένη πια χαρτοποιία της Δύσης καθώς ο κάθε χαρτόμυλος πιστοποιούσε κατ' αυτό τον τρόπο την παραγωγή του και εξασφάλιζε την μοναδικότητα του ονόματός της στα χαρτιά της ή ακόμα αποτυπώνονταν συχνά το όνομα του παραγγέλλοντος μιας παρτίδας χαρτιών. Αργότερα, από τον 15^ο αιώνα και ύστερα, συγκεκριμένα σχέδια θα χρησιμοποιηθούν για συγκεκριμένα μεγέθη χαρτιών, ενώ οικόσημα και εμβλήματα, πιο πλούσια σε σχεδιασμό θα συνεχίσουν να σχηματίζονται σε χαρτιά μέχρι και τις μέρες μας.

Πέρα από τη σημαντική χρήση του υδατόσημου, σήμερα αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία πάνω στα οποία στηρίζεται η επιστήμη της ιστορίας του χαρτιού και βοηθάει σημαντικά στην έρευνα στην παλαιογραφία, την ιστορία του βιβλίου, τη συντήρηση βιβλίων και αρχαιικού υλικού. Συστηματικές μελέτες ήδη από τον 19^ο αιώνα άρχισαν να καταγράφουν την πληθώρα υδατοσήμων που κοσμούν τα χαρτιά χειρογράφων και παλαιτύπων των τελευταίων αιώνων κι έτσι υπάρχει διαθέσιμη μια σημαντική πηγή αντιπαραβολής των υδατοσήμων με την πηγή προέλευσης, τους χαρτόμυλους και την εποχή κατασκευής τους. Ο σύγχρονος ερευνητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τους έντυπους καταλόγους και τις διαδικτυακές βάσεις δεδομένων για να ανατρέξει σε χιλιάδες ταυτοποιημένα υδατόσημα και να αντιπαραβάλει έτσι υδατόσημα που συναντά σε βιβλία και αρχεία. Μερικές από τις σημαντικότερες πηγές υδατοσήμων είναι:

- Bernstein Project: memoryofpaper.eu
- *Piccard Watermark Collection* (on-line database), Hauptstaatsarchiv Stuttgart: piccard-online.de
- Briquet, C.M. (1968). *Les filigranes: dictionnaire historique des marques du papier dès leur apparition vers 1282 jusqu'en 1600 / ; a facsimile of the 1907 edition with supplementary material contributed by a number of scholars*, Amsterdam: Paper Publications Society
- Heawood, Edward (1950). *Watermarks mainly from the 17th and 18th centuries*. Hilversum (Holland): The paper publications society

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 4. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΧΑΡΤΙ

Η αυξημένη ζήτηση για όλο και μεγαλύτερη παραγωγή του χαρτιού στην Ευρώπη ήταν δεδομένο ότι θα επέφερε αλλαγές στη διαδικασία παραγωγής και την εφεύρεση μηχανημάτων και κατασκευών για την επιτάχυνση και διευκόλυνση της παρασκευής χαρτιού.

4.1 Οι πρώτες χαρτοποιητικές μηχανές

Στα τέλη του 17^{ου} αιώνα εφευρέθηκε μια σημαντική μηχανή που διατηρήθηκε για τους επόμενους τρεις αιώνες. Ο λεγόμενος «Ολλανδός» (Hollander beater), ονομασία που έλαβε λόγω της χώρας προέλευσής της, ήταν μια μηχανή πολτοποίησης των κουρελιών που χρησιμοποιούνταν στη χαρτοποιία, μέσω της οποίας τα κουρέλια τεμαχίζονταν σε μια δεξαμενή στην οποία περιστρέφονταν σιδερένιες λάμες. Καθώς τα κουρέλια περνούσαν ανάμεσα από τις λάμες, πιέζονταν, κόβονταν και πολτοποιούνταν με μεγάλη ομοιογένεια, ενώ διατηρούσαν σε ένα βαθμό τις μακριές ίνες της πρώτης ύλης.

Η πρώτη χαρτοποιητική μηχανή πιστοποιείται στον Γάλλο Νικολά Λουί Ρομπέρ, το 1798. Κατά την δική του ομολογία, ήταν οι συνεχείς διενέξεις των συντεχνιών των χαρτοποιών που του έδωσαν το κίνητρο να κατασκευάσει τη μηχανή του, ώστε να αντικαταστήσει τη χειρωνακτική εργασία τους. Η παραγωγή της μηχανής του όμως δεν ευδοκίμησε, παρότι βραβεύτηκε και απέκτησε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, λόγω διαφωνιών με τους σπόνσορές του, Πιέρ και Λεζέρ Ντιντώ, με τον δεύτερο να αναλαμβάνει τη συνέχιση του εγχειρήματος. Το 1801 ο Άγγλος συνεργάτης του Ντιντώ, Τζον Γκαμπλ συνεχίζει την κατασκευή της και κατοχυρώνει την πατέντα για την πρώτη Αγγλική χαρτοποιητική μηχανή.

Τις επόμενες δεκαετίες, πολλές μηχανές θα έρθουν να προσθέσουν και να βελτιώσουν την μηχανή του Ρομπέρ, κινούμενες πάντα βέβαια στην ίδια λογική παρασκευής. Μια δεξαμενή αναδύει και μεταφέρει πολτό αραιωμένο σε νερό και τον εναποθέτει πάνω σε ένα πλέγμα που αποτελείται από μια περιστρεφόμενη ταινία. Η ταινία αυτή κάνει μια συνεχόμενη κίνηση και περνά ανάμεσα από δύο κυλίνδρους, έτσι ώστε μόλις πέσει ο πολτός πάνω στην ταινία, να περάσει ανάμεσα και να συμπιεστεί. Το φύλλο που σχηματίζεται αποσπάται πριν περάσει στο κάτω τμήμα της ταινίας και δημιουργείται ένα συνεχόμενο μακρύ φύλλο πολλών μέτρων.

Σε ανάλογη λογική κινείται και η πολύ διαδεδομένη μηχανή «Φουρντινιέρ» του 1809 όπως και η «κυλινδρική μηχανή» (cylinder paper machine) στην οποία συνεχόμενα τμήματα πλέγματος σε μορφή ταινίας, οδηγούσαν τον πολτό ανάμεσα από διαφορετικούς κυλίνδρους, μέσω τους οποίους γινόταν και το πρεσάρισμα και στέγνωμα των φύλλων.

4.2 Χαρακτηριστικά και ιδιότητες του βιομηχανικού χαρτιού.

Ο βιομηχανικός αιώνας βρίσκει τις ανάγκες για χαρτοποιία σε πρωτόγνωρα επίπεδα. Όσο περνάνε οι δεκαετίες μάλιστα οι ανάγκες για ιδιαίτερα χαρτιά, με ιδιαίτερες χρήσεις και προδιαγραφές, συντελούν στην περαιτέρω ανάπτυξη εξειδικευμένων μηχανών και τη μηχανοποίηση όλων των σταδίων της παραγωγής. Η παραδοσιακή χαρτοποιία εξαφανίζεται σταδιακά, αλλά αυτό που συντελεί στη μεγαλύτερη αλλαγή της χαρτοποιίας είναι η έλλειψη πρώτης ύλης. Οι τεράστιες ποσότητες που απαιτούνται δεν μπορούν να καλυφθούν πλέον με ανακυκλωμένα υφάσματα και κουρέλια και αυτό που διαφαινόταν ως πρόβλημα ήδη από τον 17^ο αιώνα, κατά τον 19^ο αιώνα είναι ανυπέρβλητο εμπόδιο, που συχνά οδηγούσε στις βιομηχανίες να παύουν τη λειτουργία τους.

Η λύση άρχισε να προβάλλει με την εξέλιξη της χημείας και την αναζήτηση εναλλακτικών μεθόδων χρησιμοποίησης νέων πρώτων υλών. Από το 1840 επιχειρείται για πρώτη φορά η πολτοποιήση ινών ξύλου, που μέχρι τότε δεν ήταν εφικτή. Το πρόβλημα βέβαια με τον ξυλοπολτό ήταν όχι μόνο η μέθοδος άλεσής του αλλά η αυξημένη ποσότητα λιγνίνης που περιέχει, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα πολύ κακής ποιότητας χαρτί με μικρή αντοχή στο χρόνο και έντονους αποχρωματισμούς, όπως πχ το χαρτί εφημερίδας.

Η χρήση της χημείας βοήθησε στην εξέλιξη μεθόδων για την αφαίρεση ή τη μείωση της λιγνίνης από τον ξυλοπολτό, την αντικατάσταση του κολλαρίσματος με ζελατίνη με άλλες χημικές ουσίες όπως η στυπτηρία και το θειικό αργίλιο, ή την λεύκανσή του ώστε να καταστεί κατάλληλος για τη χαρτοποιία. Παράλληλα, χημικά συνθετικά παρασκευάσματα χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία χαρτιών με διαφορετικές ιδιότητες και χρήσεις πέρα της τυπογραφίας και της γραφής καθώς η χρήση του χαρτιού βρήκε πληθώρα νέων εφαρμογών. Είναι χαρακτηριστικό βέβαια ότι με την αντικατάσταση των παραδοσιακών πρώτων υλών όπως οι φυτικές ίνες και τα φυσικά υφασμάτινα κουρέλια με τον ξυλοπολτό, η ποιότητα του σύγχρονου βιομηχανικού χαρτιού πέφτει δραματικά και δημιουργούνται σύνθετα προβλήματα ως προς τη

διατήρησή του και προστασία του από την ταχύτατη γήρανση που προκαλούν τα υποδεέστερα υλικά παρασκευής του.

Σύνοψη

Με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής μάθατε:

- την ιστορία της εφεύρεσης του χαρτιού στην Ανατολική Ασία, της εξάπλωσής του και τις τεχνικές της πρώιμης τέχνης της χαρτοποιητικής,
- την ιστορία της μετάδοσης του χαρτιού στον Ισλαμικό κόσμο και τη συνεισφορά του στη διάδοση και την εξέλιξη της τέχνης της χαρτοποιίας,
- την ιστορία και τις τεχνικές παραγωγής του Δυτικού χαρτιού από την απαρχή της διάδοσής του μέσω του Αραβικού κόσμου έως τη βιομηχανική εποχή,
- τις ομοιότητες, τις διαφορές και τις ιδιότητες της χαρτοποιίας των τριών παραδόσεων,
- τις αλλαγές που έφερε στη χαρτοποιία η βιομηχανική επανάσταση.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

2569 - ΔΟΜΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ: ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ, ΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να εισαγάγει τους εκπαιδευόμενους στην παθολογία του χαρτιού και τις βασικές ιδιότητές του. Στην πρώτη υποενότητα θα γίνει μια εισαγωγή στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του χαρτιού και τα βασικά στοιχεία της σύστασής του ώστε να μπορέσουν να γίνουν κατανοητοί οι μηχανισμοί της φθοράς και της γήρανσης των χάρτινων υποστρώματων. Η δεύτερη υποενότητα αφορά στην παρουσίαση των μηχανικών, των χημικών και βιολογικών φθορών που παρουσιάζονται συχνότερα στα χάρτινα υποστρώματα βιβλίων και αρχείων, με αναφορά στα αίτια και τους λόγους εξέλιξής τους.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ

Στην υποενότητα αυτή θα παρουσιαστούν η σύσταση και οι ιδιότητες του χαρτιού.

1.1 Σύσταση του χαρτιού

Το χαρτί είναι ένα υλικό του οποίου η σύσταση επηρεάζεται σημαντικά από τις πρώτες ύλες αλλά και από τα πρόσθετα υλικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του. Όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, τις πρώτες ύλες κατά την παραδοσιακή, χειροποίητη παρασκευή του, αποτελούσαν φυτά όπως το λινάρι, η κιννάβαρη, η μουριά, το βαμβάκι ή ανακυκλωμένα κουρέλια από αυτές τις πρώτες ύλες, με ελάχιστα πρόσθετα συστατικά, όπως η αμυλόκολλα ή η ζελατίνη, κυρίως για το κολλάρισμα του χαρτιού. Το χαρτί αυτό είναι πλούσιο σε κυτταρίνη και περιέχει ελάχιστα επιπλέον πρόσθετα, ενώ είναι πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε ημι-κυτταρίνες και λιγνίνη. Με τη βιομηχανική παραγωγή χαρτιού μετά το 1830 το χαρτί που παράγεται είναι κατά μεγάλη πλειοψηφία κατασκευασμένο με ξυλοπολτό, μια πρώτη ύλη ακατάλληλη για δημιουργία χαρτιού υψηλής ποιότητας και με μεγάλη περιεκτικότητα σε λιγνίνη, όπως και σε συστατικά κολλαρίσματος, όπως το κολοφώνιο και το θειικό άργιλο, που καθιστούν το χαρτί ιδιαίτερα όξινο, χαμηλής αντοχής και ασταθές χημικά.

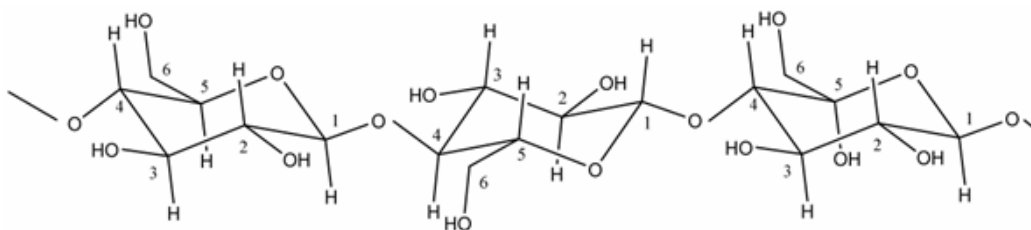
Η Κυτταρίνη

Το χαρτί μπορούμε να το περιγράψουμε ως ένα πλέγμα από ίνες και μικροϊνίδια κυτταρίνης που συνδέονται μεταξύ τους με χημικούς και μηχανικούς δεσμούς. Η κυτταρίνη είναι επομένως η βασική οργανική ένωση που συνθέτει το χαρτί. Ανήκει στην κατηγορία των μη σακχαροειδών ομοπολυσακχαριτών και είναι μια πολυμερής ένωση, που προκύπτει από τη σύνδεση μορίων β-γλυκόζης με δεσμούς οξυγόνου (εικ.1) και ενδομοριακούς δεσμούς υδρογόνου. Η ύπαρξη αυτών των δεσμών είναι που ευθύνεται για τη διαμόρφωση της αλυσίδας της κυτταρίνης. Επιπλέον, οι αλυσίδες της κυτταρίνης παρουσιάζουν μια τάση να συσσωματώνονται και να συνδέονται μεταξύ τους, με δεσμούς οξυγόνου αλλά και με δυνάμεις Van der Waals, κάτι που ευθύνεται για την ευκαμψία στο χαρτί και την παράλληλη αντοχή και σταθεροποίηση των αλυσίδων κυτταρίνης.

Ανάλογα με τα μόρια της γλυκόζης που συνδέονται σε ένα μακρομόριο κυτταρίνης, ορίζεται και ο βαθμός πολυμερισμού της κυτταρίνης, επηρεάζοντας άμεσα την

ποιότητα του χαρτιού. Για παράδειγμα, χαρτί κατασκευασμένο με φυσικές πρώτες ύλες, όπως η μουριά, μπορεί να έχει κυτταρίνη με έως και 10.000 μόρια γλυκόζης, ενώ κυτταρίνη από ξυλοπολτό μπορεί να έχει μόνο 600-1.000 μόρια.

Εικόνα 1. Μακρομόριο της κυτταρίνης με συνδέσμους οξυγόνου ανάμεσα στα μόρια της β-γλυκόζης



Οι σύνδεσμοι των μακρομορίων σε ινίδια και ίνες δημιουργούν με τη σειρά τους δέσμες και πλέγματα για τη σύνθεση του τοιχώματος του κυττάρου του φυτού.

Ημικυτταρίνη

Οι ημι-κυτταρίνες είναι πολυσακχαρίτες που συνυπάρχουν μαζί με τη λιγνίνη και τις κυτταρίνες στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών και συνδέονται με τις κυτταρίνες με δεσμούς υδρογόνου. Η ύπαρξή τους ανάμεσα στο πλέγμα των ινών της κυτταρίνης είναι σημαντική, καθώς συμπληρώνουν και ενισχύουν τους δεσμούς τους και συντελούν στην αύξηση της αντοχής του πλέγματος.

Λιγνίνη

Η λιγνίνη είναι μια αρωματική ουσία που αναπτύσσεται και συγκεντρώνεται ανάμεσα στα κύτταρα και τα τοιχώματα των φυτών κατά τη φάση της ωρίμανσής τους και λειτουργεί ως φυσική κόλλα των κυτταρινών και ημικυτταριών. Όπως έχει περιγραφεί στην προηγούμενη ενότητα, αποτελεί ένα ανεπιθύμητο συστατικό κατά την παρασκευή του χαρτιού, καθώς ευθύνεται για την αύξηση της ταχύτητας γήρανσής του, της οξειδωσης και του αποχρωματισμού - κιτρινίσματός του. Η βράση, η χρήση ενζύμων και η προσθήκη χημικών ενώσεων κατά τη διαδικασία παρασκευής του χαρτιού, είτε χειροποίητου είτε βιομηχανικού, έχουν επιχειρήσει να απομακρύνουν τη λιγνίνη από τον χαρτοπολτό, με στόχο να βελτιωθούν έτσι τα χαρακτηριστικά του τελικού χαρτιού, κάτι που βέβαια στην περίπτωση του χαρτιού από ξυλοπολτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο, λόγω της υψηλής του περιεκτικότητας σε λιγνίνη. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, η οξείδωση

και φωτο-οξειδωση της λιγνίνης είναι μια εύκολη χημική διαδικασία, που δημιουργείται ως μια φυσική διαδικασία γήρανσης και οδηγεί στο σχηματισμό χρωμοφωρικών ομάδων στη λιγνίνη. Οι χρωμοφορικές αυτές ομάδες, συνηθέστερα αλδεϋδες και καρβοξυλομάδες, έχουν το χαρακτηριστικό να μετατρέπουν το ποσοστό της απορρόφησης της μπλε ακτινοβολίας και να εμφανίζεται έτσι το χαρτί πιο κίτρινο. Το πρόβλημα της χρωματικής αναστροφής του χαρτιού (colour reversion) είναι γνωστό από παλαιότερους χρόνους, και ιδιαίτερα στη βιομηχανία του χαρτιού λόγω της χρήσης μηχανικών πολτών που είναι πλούσιοι σε λιγνίνη. Η αντιστάθμιση της χρωματικής αυτής αλλοίωσης έχει επιχειρηθεί να αντισταθμιστεί με την προσθήκη λευκαντικών ουσιών, που έχουν με τη σειρά τους επιφέρει σημαντικές χημικές αλλοιώσεις και μείωση της ποιότητας του παραγόμενου χαρτιού.

1.2 Ιδιότητες του χαρτιού

Το χαρτί μπορεί να διακριθεί ανάλογα με τις διαφορετικές του ιδιότητες, όπως οι φυσικές (βάρος, πυκνότητα), οι μηχανικές (ελαστικότητα, αντοχή), οι οπτικές (χρώμα, διαπερατότητα), αλλά και οι χημικές, που αφορούν στις διαδικασίες των χημικών ενώσεων, όπως η υδρόλυση, η οξειδωση κι ο αποχρωματισμός του, που εξελίσσονται είτε στα πλαίσια της φυσικής του γήρανσης είτε ως αλληλεπίδραση με τον περιβάλλοντα χώρο του, όπως θα δούμε αναλυτικά.

Σημαντική ιδιότητα του χαρτιού είναι επίσης η κατεύθυνση των ινών ή αλλιώς των «νερών» στο χαρτί. Ενώ στο παραδοσιακό, χειροποίητο χαρτί ο τρόπος δημιουργίας του φύλλου, με το «βυθιζόμενο» ή το «επιπλέον» καλούπι προκαλεί την σχεδόν τυχαία διάταξη των ινών στο χάρτινο πλέγμα, με ασθενή διάταξη «νερών», στο βιομηχανικό χαρτί η κίνηση του διάτρητου πλέγματος και η κινητικότητα που αποκτά ο πολτός σύμφωνα με τη ροή της «ταινίας» δημιουργεί την λεγόμενη «κατεύθυνση του νερού». Τα «νερά» του χαρτιού, όπως τα ονομάζουμε αλλιώς, είναι η φορά με την οποία έχουν ευθυγραμμιστεί η πλειοψηφία των ινών κατά τη δημιουργία του χαρτιού και που με το στέγνωμα και το πρεσάρισμά του κλειδώνουν μεταξύ τους.

Η σημασία των «νερών» του χαρτιού είναι μεγάλη, κυρίως επειδή το χαρτί είναι ένα ιδιαίτερα υγροσκοπικό υλικό, που σημαίνει ότι έχει την τάση να απορροφά και να αποβάλλει εύκολα και με μεγάλη ταχύτητα υγρασία, από και προς το περιβάλλον που βρίσκεται. Είναι χαρακτηριστικό δε ότι ο τρόπος με τον οποίο απορροφά υγρασία μια ίνα χαρτιού είναι ανομοιόμορφη, θα διογκωθεί δηλαδή πολύ περισσότερο κατά τη διάμετρό της παρά κατά το μήκος της. Έτσι, αν λογαριάσουμε τον τρόπο με τον οποίο

είναι ευθυγραμμισμένες οι ίνες στο μηχανικό χαρτί, μπορούμε να κατανοήσουμε ότι κατά την έκθεση ενός χάρτινου υποστρώματος σε αυξημένη υγρασία, το αντικείμενο αυτό θα διογκωθεί πολύ περισσότερο κάθετα στα «νερά» του παρά κατά μήκος τους. Αυτό το χαρακτηριστικό του χαρτιού είναι σημαντικό σε διάφορες χρήσεις του, στον τρόπο που σχηματίζονται τα βιβλία, στις εφαρμογές χάρτινων κατασκευών, τον τρόπο που επιβάλλεται να κολλήσουμε διαφορετικά χαρτιά μεταξύ τους, κτλ, αλλά είναι επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για να κατανοήσουμε την αντίδραση ιστορικού αρχειακού υλικού κατά την έκθεσή του στην υγρασία.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να προσδιορίσουμε ποια είναι τα «νερά» του χαρτιού. Οι πιο συνηθισμένοι είναι οι εξής:

- Το βιομηχανικό αυτό χαρτί σκίζεται πιο εύκολα κατά αυτή την κατεύθυνση, ενώ το σχίσσιμο ακολουθεί μια σχεδόν ευθεία γραμμή (εικ.2).

Εικόνα 2. Ένα χαρτί σκίζεται ευκολότερα στην κατεύθυνση των νερών του



- Ένα χαρτί διπλώνει ή κυρτώνει πιο εύκολα παράλληλα στα νερά του παρά κάθετα (εικ.3).

Εικόνα 3. Ένα χαρτί διπλώνει ή κυρτώνει ευκολότερα στην κατεύθυνση των νερών του



- Εάν υγράνουμε ένα χαρτί, κατά το στέγνωμά του αυτό θα κυρτώσει πιο έντονα σύμφωνα με τη φορά των νερών του.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΙΟΥ

Το χαρτί ως φορέας γραφής και μέσο καλλιτεχνικής ή δημιουργικής έκφρασης, είτε ως μεμονωμένο αντικείμενο είτε ως μέρος ενός βιβλίου, παραμένει ένα υπόστρωμα που συχνά υπόκειται σε χρήση. Είναι δεδομένο, λοιπόν, πως ο χρηστικός ρόλος των χάρτινων αντικειμένων συχνά τα εκθέτουν σε καταστάσεις και περιβάλλοντα τα οποία αναπόφευκτα τους επιφέρουν φθορές, συχνά έντονες και μη αντιστρεπτές. Ιδιαίτερα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν πως τα βιβλία έχουν το επιπλέον χαρακτηριστικό ότι είναι σύνθετα αντικείμενα με κινητά μέρη, που μεταβάλλονται, ανοίγο-κλείνουν, μεταφέρονται από και προς τα ράφια τους και χρησιμοποιούνται προς ανάγνωση, και επομένως φθείρονται πολύ διαφορετικά από στατικά αντικείμενα που δεν μεταχειριζόμαστε.

Η κατανόηση των μηχανισμών και των αιτίων των φθορών είναι σημαντική για την αποτελεσματική προστασία των βιβλιακών και αρχειακών μας συλλογών, κυρίως εφόσον αντιληφθούμε ότι οι κίνδυνοι πρόκλησης φθοράς είναι συχνά αποτρέψιμοι.

Οι φθορές που παρουσιάζουν συχνότερα σε χάρτινο αρχειακό υλικό μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

- α) τις μηχανικές φθορές,
- β) τις χημικές φθορές και
- γ) τις βιολογικές φθορές.

Οι χημικές και οι βιολογικές φθορές είναι χαρακτηριστικό ότι μπορούν να προκληθούν τόσο από ενδογενείς όσο και από εξωγενείς παράγοντες.

2.1 Μηχανικές φθορές

Οι μηχανικές φθορές σχετίζονται άμεσα με τον χειρισμό, την έκταση και τον τρόπο χρήσης ενός χάρτινου αντικειμένου. Το έγγραφο αρχειακό υλικό και τα βιβλία είναι αντικείμενα που δημιουργήθηκαν με την πρόθεση να χρησιμοποιηθούν, να διαβαστούν, να εκτεθούν, να πουληθούν, να αλλάξουν χέρια και να μεταφερθούν. Οι φθορές που μπορούν να προκληθούν λόγω της χρήσης ή κακομεταχείρισης είναι πιθανόν αυτές που παρουσιάζονται συχνότερα και σε μεγαλύτερη έκταση στις συλλογές βιβλιακού και αρχειακού υλικού.

Οι μαρτυρίες στα ίδια τα έγγραφα και τα βιβλία μάς αποδεικνύουν ότι οι άνθρωποι μπορούν να γίνουν ιδιαίτερα αμελείς όταν μεταχειρίζονται ευαίσθητα χάρτινα αντικείμενα. Λεκέδες, κηλίδες υγρών, επικαθίσεις, σχισίματα, τσακίσεις, διπλώσεις,

εκδορές, οπές και απώλειες από σχίσσιμο φύλλων είναι μερικές από τις πιο συνηθισμένες μορφές φθορών σε αρχεία που σε γενικές γραμμές θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί. Οι περισσότερες από αυτές τις φθορές σχετίζονται με συνθήκες των χρηστών που επιβαρύνουν τα αντικείμενα αυτά, καθώς συχνά τρώνε ή πίνουν δίπλα τους, τα πιάνουν με λερωμένα χέρια, τα τοποθετούν σε λερωμένες επιφάνειες και σε ακατάλληλους χώρους φύλαξης, τα μεταφέρουν με απροσεξία, σημειώνουν πάνω τους και σε εξαιρετικές περιπτώσεις τα κόβουν και τα βανδαλίζουν εσκεμμένα.

Είναι δεδομένο ότι χωρίς την προσπάθεια ενημέρωσης, εκπαίδευσης και καθοδήγησης των χρηστών αρχείων και αντικειμένων σε χαρτί, οι μηχανικές φθορές θα είναι αναπόφευκτες. Πολλά ιδρύματα, βιβλιοθήκες, φορείς και μουσεία με αρχειακές συλλογές προσπαθούν να ενημερώσουν τους χρήστες τους σχετικά με το πώς να συμπεριφέρονται στα αναγνωστήρια, ενώ διανέμουν οδηγίες χρήσης και καλών πρακτικών, αλλά ο παράγοντας της αμέλειας ή της άγνοιας δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί πλήρως.

Στο πλαίσιο της μηχανικής φθοράς που συναντάται συχνά σε αρχειακό υλικό και που κατά περιπτώσεις έχει προκαλέσει ανεπανόρθωτες φθορές, θα πρέπει επίσης να προσθέσουμε και τις διαδικασίες ανεπιτυχούς επιδιόρθωσης είτε περασμένων εποχών, πριν εξελιχθεί η επιστήμη της συντήρησης, είτε πιο σύγχρονων, από μη εξειδικευμένους συντηρητές χαρτιού. Συχνά, η χρήση μη ενδεδειγμένων υλικών για την επιδιόρθωση φθορών μπορεί να είναι καταστρεπτικότερη της αρχικής φθοράς που προσπαθεί να αντιμετωπίσει, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη χρησιμοποίηση όξινων και κακής ποιότητας χαρτιών για τη συμπλήρωση απωλειών ή τη χρήση συνθετικών, όξινων και μη αντιστρεπτών κολλητικών ουσιών. Το ίδιο θα μπορούσαμε να αναφέρουμε και για τις τεχνικές επιδιόρθωσης, όταν γίνονται με γνώμονα την αισθητική αποκατάσταση ενός αντικειμένου και όχι τη διατήρηση και μηχανική σταθερότητά του.

2.2 Χημικές φθορές

Η φυσική γήρανση όλων των οργανικών υλικών είναι δεδομένη με το πέραςμα του χρόνου. Ακόμα και κάτω από τις ιδανικότερες συνθήκες φύλαξης και προστασίας, το χαρτί έχει μια φυσική πορεία εγγενούς διάβρωσης.

Ανάλογα βέβαια με τις πρώτες ύλες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του, τα μέσα γραφής που χρησιμοποιήθηκαν για τη γραφή του, τις χρωστικές που χρησιμοποιήθηκαν για να το κοσμήσουν, όπως επίσης με τα πρόσθετα υλικά κατά την δημιουργία του όπως το κολλάρισμα, τις χρωστικές, τις ουσίες λεύκανσης, κτλ, το χαρτί

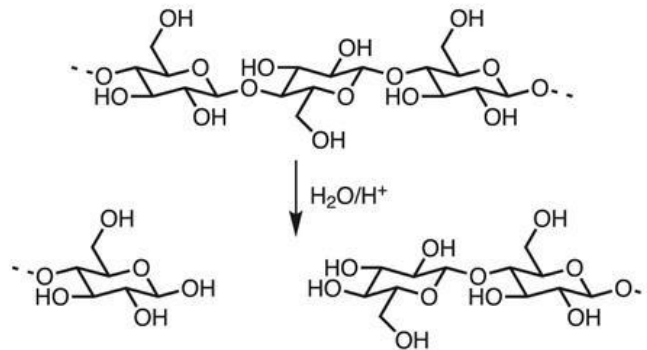
υποβάλλεται σε μια σειρά από χημικές αντιδράσεις που μπορούν να επιταχύνουν τη διαδικασία αποσύνθεσής του. Πολλά από αυτά τα υλικά περιέχουν όξινα ή καταλυτικά ιόντα που μπορούν να προκαλέσουν τον αποχρωματισμό, τη μείωση ελαστικότητας, την ευθρυπτότητα, και την απώλεια συνοχής του χαρτιού. Καταλυτικό παράγοντα σε αυτή τη διαδικασία παίζουν επίσης οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες βρίσκεται ένα αντικείμενο, καθώς οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν μέρος στη μοριακή δομή του χαρτιού επηρεάζονται άμεσα από εξωγενείς παράγοντες, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η υγρασία και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Αντίστοιχα όμως μπορούν να επηρεάσουν ένα χάρτινο αντικείμενο τα άλλα αντικείμενα ή τα υλικά που βρίσκονται κοντά ή σε άμεση επαφή με αυτό, όπως χαρτόνια κακής ποιότητας, περιτυλίγματα από όξινα υλικά και βερνίκια ή κόλλες σε επιπλώσεις, καθώς αποδίδουν όξινα αέρια στην ατμόσφαιρα και προκαλούν χημικές φθορές.

Οι δύο βασικότερες χημικές διαδικασίες φθοράς που συντελούνται στην κυτταρίνη του χαρτιού είναι η υδρόλυση και η οξείδωση.

2.2.1 Υδρόλυση

Η υδρόλυση της κυτταρίνης είναι ο βασικότερος τύπος χημικής φθοράς που συναντάμε σε αρχεία από χαρτί. Είναι η βασική διαδικασία αποδόμησης και αποσύνθεσης του μορίου της κυτταρίνης και μπορεί να προκληθεί από την επίδραση οξέων, ενζύμων ή αλκαλίων. Κατά την διαδικασία της υδρόλυσης συμβαίνει μια αντίδραση ενώσεων (όξινων όπως το υδροχλωρικό ή θειικό οξύ ή ενζυματικών όπως πρωτεΐνες μέσα στο χαρτί) στο μακρομόριο της κυτταρίνης και οι δεσμοί οξυγόνου που συνδέουν τα μόρια της γλυκόζης διασπώνται. Ως αποτέλεσμα, το μακρομόριο της κυτταρίνης χωρίζεται σε μικρότερα τμήματα μακρομορίων, μικρότερου βαθμού πολυμερισμού (εικ.4).

Εικόνα 4. Όξινη υδρόλυση της αλυσίδας της κυτταρίνης



Η διάσπαση της αλυσίδας μεταφράζεται σε μείωση της συνοχής και δύναμης των ινών του χαρτιού, όπως επίσης έχει αποδειχθεί ότι ευθύνεται για την κρυσταλλοποίηση και τη μείωση της ελαστικότητάς του. Επιπλέον έχει αποδειχθεί ότι σε όξινα χαρτιά, δηλαδή σε χαρτιά των οποίων το pH έχει μετρηθεί να είναι αρκετά κάτω από 7, η υδρόλυση είναι πολύ ταχύτερη και καταλυτική. Παράλληλα η επίδραση αλκαλίων μπορεί να επηρεάσει κυτταρίνη που έχει υποστεί οξείδωση και να διασπάσει περαιτέρω την αλυσίδα της σε μικρότερα κομμάτια.

Έχει αποδειχθεί ότι η διαδικασία της υδρόλυσης της κυτταρίνης επηρεάζεται καταλυτικά από την αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία του περιβάλλοντας χώρου.

2.2.2 Οξείδωση

Η οξείδωση της κυτταρίνης είναι η χημική διαδικασία κατά την οποία το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα ή άλλα οξειδωτικά μέσα προκαλούν οξείδωση των υδροξυλίων (-OH) της κυτταρίνης. Η οξείδωση αυτή μπορεί να προκαλέσει τη δημιουργία αλδεϋδομάδων ή καρβοξυλικών χρωμοφορικών ομάδων στο μόριο της γλυκόζης, που ευθύνονται για τον αποχρωματισμό (κιτρίνισμα) της κυτταρίνης ή και την αποδυνάμωση των δεσμών μεταξύ των μορίων της γλυκόζης και τη σταδιακή διάσπαση της αλυσίδας.

Η λιγνίνη όπως και οι ημικυτταρίνες αποτελούν κι αυτές σημαντικά συστατικά του χαρτιού που οξειδώνονται έντονα κατά τη διαδικασία οξείδωσης του χαρτιού και συνεισφέρουν στο κιτρίνισμά του και την αποδυνάμωσή του. Παράλληλα έντονη οξειδωτική δράση έχει αποδειχθεί ότι έχουν πολλές λευκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή του χαρτιού, κυρίως προσθετικών στο χαρτί της βιομηχανικής περιόδου.

2.3 Βιολογικές φθορές

Ως βιολογικές φθορές σε αρχειακό και βιβλιακό υλικό αναφερόμαστε στις φθορές που προκαλούνται από μικροοργανισμούς, όπως η μούχλα και τα βακτήρια, από έντομα και από τρωκτικά. Και για τις τρεις αυτές κατηγορίες το χαρτί και τα συστατικά που το απαρτίζουν αποτελούν τροφή και γι' αυτό η παρουσία τους στις συλλογές αρχείων ή βιβλίων αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους.

Όπως ισχύει για τις περισσότερες φθορές που συναντάμε σε χάρτινα αντικείμενα, οι βιολογικές φθορές εξαρτώνται άμεσα από το περιβάλλον στο οποίο φυλάσσεται ένα αντικείμενο, καθώς η ύπαρξη, η ανάπτυξη και η ένταση της δράσης των μικροοργανισμών, των εντόμων και των τρωκτικών εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, ακτινοβολία).

Η δράση των μικροοργανισμών συνήθως αναπτύσσεται μετά από εκτεταμένη έκθεση σε υψηλή υγρασία, συνήθως σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία και έλλειψη ανακύκλωσης του αέρα. Η ανάπτυξη μικροοργανισμών διακρίνεται πάνω στο χαρτί συνήθως μέσω αποχρωματισμών ή κηλίδων λευκού, μωβ, πράσινου ή μαύρου χρώματος και συχνά αφήνουν υπολείμματα σε μορφή πούδρας. Ο αποχρωματισμός όμως δεν είναι τόσο σοβαρός όσο είναι ο μηχανισμός της εσωτερικής φθοράς που προκαλούν οι μύκητες, καθώς συνδέεται με την ενζυματική υδρόλυση της κυτταρίνης, με αποτέλεσμα την σταδιακή αποδόμηση της κυτταρικής αλυσίδας του χαρτιού. Γι' αυτό και παρατηρούμε σε περιπτώσεις προχωρημένης ανάπτυξης μικροοργανισμών πως το χαρτί γίνεται ιδιαίτερα εύθρυπτο και αδύναμο.

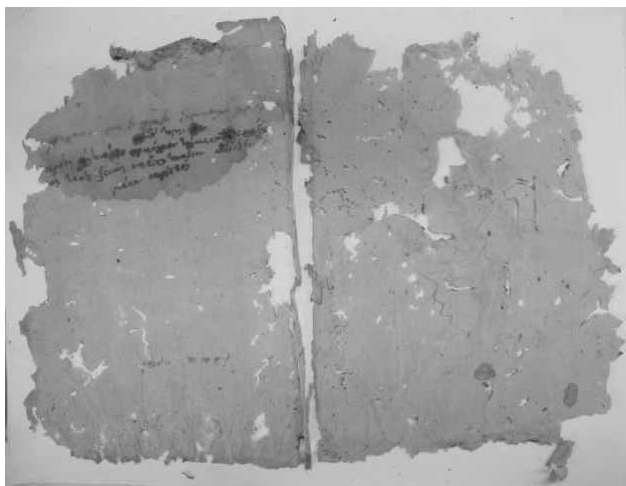
Σημαντικό για τη διατήρηση των αντικειμένων μας είναι να γνωρίζουμε το κατά πόσο οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι ενεργοί και συνεχίζουν να διαβρώνουν το υπόστρωμα ή είναι ανενεργοί, πιθανότητα ως μικροοργανισμοί που αναπτύχθηκαν σε περασμένες εποχές που πλέον δεν ευδοκιμούν στο περιβάλλον που βρίσκονται. Είναι χαρακτηριστικό των μυκήτων πως υπό συνθήκες χαμηλής υγρασίας αδρανοποιούνται πλήρως ή μειώνεται σημαντικά η δράση τους, κάτι που μας βοηθάει στην εύρεση λύσεων για την αντιμετώπισή τους. Παράλληλα, όμως, μια μεταβολή των συνθηκών φύλαξης και μια ενδεχόμενη αύξηση της υγρασίας του χώρου συνεπάγεται επαναδραστηριοποίηση παλαιών υπολειμμάτων μυκήτων και την ανάπτυξη νέων (εικ.5).

Εικόνα 5. Ανάπτυξη μυκήτων σε βρεγμένο χειρόγραφο



Τα έντομα είναι μια από τις μεγαλύτερες πηγές κινδύνου για τα αρχεία και τα βιβλία, όχι μόνο λόγω του τύπου φθοράς που προκαλούν αλλά και της έκτασης που μπορεί να πάρει η αυξημένη δράση εντόμων σε μια συλλογή. Υπάρχει ένας σχετικά μεγάλος αριθμός διαφορετικών τύπων εντόμων που δρουν σε χάρτινα αντικείμενα, ο οποίος σχετίζεται με το κάθε κλίμα και την γεωγραφική περιοχή. Τα περισσότερα έντομα αφήνουν το αποτύπωμα της δράσης τους όμως, είτε ως κάθετες οπές και κανάλια είτε ως επιφανειακό ροκάνισμα, συχνά αφήνοντας πούδρες από τα υπολείμματα της τροφής τους πάνω στα ράφια και μέσα στα βιβλία ή τα αρχεία (εικ.6). Παράλληλα, οι χώροι φύλαξης των αρχειακών και βιβλιακών συλλογών είναι συχνά ευνοϊκοί για την αναπαραγωγή των εντόμων, κάτι που καθίσταται κίνδυνος για την εξέλιξη και αύξηση του προβλήματος των εντόμων, εφόσον αυτό δεν εξαλειφθεί εγκαίρως.

Εικόνα 6. Φθορές σε αρχειακό έγγραφο από έντομα



Σε αντίθεση με τα έντομα, τα τρωκτικά συνήθως δρουν περιμετρικά στα βιβλία και τα αρχεία και αφήνουν αποτυπώματα από δαγκωνιές (εικ.7). Παρότι η έκταση του προβλήματος των τρωκτικών είναι αναλογικά μικρότερη απ' ό,τι οι μικροοργανισμοί και τα έντομα, η φθορά που μπορεί να προκαλέσει ένα τρωκτικό μπορεί να είναι ολοκληρωτική.

Εικόνα 7. Περιμετρική φθορά σε βιβλίο από τρωκτικό



Σύνοψη

Με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής μάθατε:

- τη σύσταση του χαρτιού και τη βασική μοριακή του σύνθεση,
- τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του χαρτιού, και
- τις μηχανικές, χημικές και βιολογικές φθορές που προσβάλλουν τα αρχεία σε χαρτί.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

2569 - ΔΟΜΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΠΕΡΓΑΜΗΝΗ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΩΝ: ΙΣΤΟΡΙΑ, ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να εισαγάγει τον εκπαιδευόμενο στην ιστορία του δέρματος και της περγαμηνής και τη χρήση τους ως υλικά που έχουν μια μακρά σχέση με την γραφή ως υπόστρωμα και το βιβλίο.

Στην πρώτη υποενότητα θα γίνει αναφορά στη φυσιολογία της πρώτης ύλης της ακατέργαστης δοράς των ζώων και των τμημάτων που την αποτελούν, με αναφορά στη χημική και δομική της σύσταση. Παράλληλα θα παρουσιαστούν οι ιδιότητες του δέρματος και της περγαμηνής ως τελικά προϊόντα, ενώ θα γίνει διάκριση στα διαφορετικά χαρακτηριστικά των πιο συνηθισμένων δερμάτων που χρησιμοποιούνται ως βιβλιοδετικό δέρμα ή περγαμηνή.

Η δεύτερη υποενότητα αφορά στην τεχνική παρασκευή του δέρματος και της περγαμηνής, από την προετοιμασία της ακατέργαστης βύρσας, ως το τελικό προϊόν, με αναφορά στα κοινά και στα διαφορετικά στάδια επεξεργασίας τους, αλλά και στις διαφορετικές διαδικασίες δέψης που έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά, κυρίως για την παρασκευή δέρματος και περγαμηνής με εφαρμογή στο βιβλίο και τη γραφή.

Στην τρίτη υποενότητα τέλος, θα γίνει μια σύντομη ιστορική αναφορά για την περγαμηνή και το δέρμα και τη σχέση τους με το βιβλίο ή τα υποστρώματα γραφής.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ

Το δέρμα και η περγαμηνή είναι δύο προϊόντα της επεξεργασίας της «βύρσας», του τομαριού δηλαδή ενός ζώου. Ως όρος, το «δέρμα» χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για να περιγράψει το φυσικό περίβλημα των ζωντανών θηλαστικών, αλλά έχει χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει τα παράγωγα προϊόντα από την επεξεργασία του ακατέργαστου δέρματος. Το δέρμα και η περγαμηνή, προέρχονται από την ίδια πρώτη ύλη. Αυτό που τα χαρακτηρίζει και τα διαφοροποιεί είναι τα διαφορετικά στάδια της επεξεργασίας της ακατέργαστης βύρσας και τα διαφορετικά χαρακτηριστικά που αποκτούν ως εκ τούτου.

Τόσο το δέρμα όσο και η περγαμηνή χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη ανθεκτικότητα, αντοχή στη σήψη, ελαστικότητα και ευκαμψία, ώστε να είναι από τα μακροβιότερα υλικά που έχει χρησιμοποιήσει ο άνθρωπος, από είδη ένδυσης, μεταφοράς, οπλισμού και διαφόρων χρηστικών αντικειμένων έως και την υιοθέτησή τους ως θεμελιώδη υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την υποδοχή γραφής και τη δημιουργία του βιβλίου.

1.1 Φυσιολογία του ακατέργαστου δέρματος

Το ακατέργαστο δέρμα (βύρσα) είναι το περίβλημα θηλαστικών όπως αυτό αφαιρείται από το ζώο μετά το θάνατό του. Κατόπιν του γδαρσίματος, η βύρσα σχίζεται στη μέση, καθαρίζεται και πλένεται καλά, ώστε να αφαιρεθούν τα υπολείμματα σάρκας και αίματος από την εσωτερική του πλευρά, ενώ επόμενο στάδιο θα ακολουθήσει η αποτρίχωση από την εξωτερική του πλευρά.

Ως οργανικό υλικό που περιέχει ζωντανούς μικροοργανισμούς η βύρσα αποσυντίθεται γρήγορα και επομένως απαιτείται η επεξεργασία της ή η προσωρινή συντήρησή της με ξήρανση.

Η βύρσα αποτελείται από τρία βασικά στρώματα: α) την επιδερμίδα, β) το χόριο ή δερμίδα και γ) την υποδερμίδα ή υποδόριο ιστό.

1.1.1 Επιδερμίδα

Η επιδερμίδα είναι η εξωτερική όψη του δέρματος που περιέχει τους πόρους της τρίχας όπως εμφανίζονται κατόπιν της αφαίρεσης της τρίχας. Αποτελείται κατά κύριο μέρος από κερατίνη. Η επιδερμίδα θα υποστεί διάφορες επεξεργασίες κατά την ετοιμασία του

δέρματος και θα προσδώσει στο τελικό προϊόν τα εξωτερικά χαρακτηριστικά και το φινίρισμα που απαιτείται ανάλογα με την τελική χρήση του δέρματος.

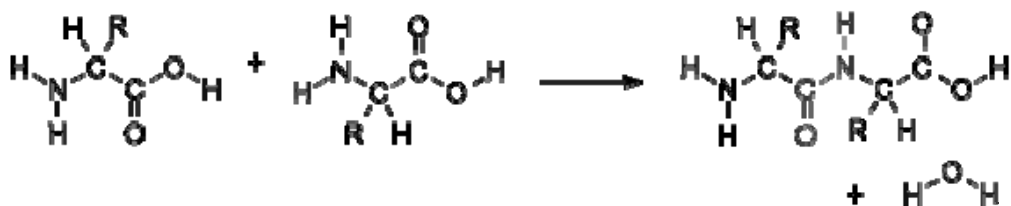
1.1.2 Χόριο ή δερμίδα (corium)

Κάτω από την επιδερμίδα υπάρχει το χόριο ή δερμίδα. Το ανώτερο στρώμα του χορίου ονομάζεται «θηλώδες στρώμα» στο οποίο περιέχονται οι θήλακες της τρίχας, οι αρτηρίες και οι φλέβες του δέρματος. Το μεσαίο αυτό στρώμα είναι το κυρίως σώμα της βύρσας και αποτελείται από ένα δίκτυο πρωτεϊνικών ινών με κύριο συστατικό το κολλαγόνο και δευτερεύουσες πρωτεΐνες την κερατίνη, την ελαστίνη και τα λευκώματα.

Το κολλαγόνο είναι η βασική πρωτεϊνική συστατική ουσία του δέρματος και είναι αυτή που αποδίδει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δέρματος όπως, η ελαστικότητα και η αντοχή του και η δυνατότητα δέψης και διακοπής της διαδικασίας αποσύνθεσης. Το μόριο του κολλαγόνου αποτελείται από μια σειρά πολυμερικών αμινοξέων του τύπου $H_2NCRHCOOH$, τα οποία περιπλέκονται μεταξύ τους ελικοειδώς για να δημιουργήσουν μακρές αλυσίδες πρωτεϊνών.

Τα κυριότερα αμινοξέα που συνθέτουν το κολλαγόνο είναι η **γλυκίνη**, η **προλίνη** και η **υδροξυπρολίνη**, οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους σε σειρά με πεπτιδικούς δεσμούς (δημιουργία πολυπεπτιδίων) και σε παραλληλία με δεσμούς υδρογόνου. Η παράλληλη σύνδεση αυτή των αμινοξέων είναι που ευθύνεται για την ελαστικότητα, την ευκαμψία αλλά και την αντοχή του δέρματος.

Εικόνα 1. Ένωση δύο αμινοξέων για τη δημιουργία ένωσης πολυπεπτιδίου



Εικόνα 1. Σύνδεση πολυπεπτιδίων σε νήματα κολλαγόνου



Οι αλυσίδες πολυπεπτιδίων σχηματίζουν με τη σειρά τους τα ινίδια του κολλαγόνου, ενώ πυκνές συστοιχίες ινιδίων αποτελούν τις ίνες του κολλαγόνου, με διάμετρο 50-300μ.

1.1.3 Υποδερμίδα ή υποδόριος ιστός

Η υποδερμίδα αποτελεί το ενδιάμεσο στρώμα μεταξύ του χορίου και της σάρκας του ζώου. Αποτελείται κυρίως από λιπώδη συστατικά με χαλαρή δομή, τα οποία αποχωρίζονται εύκολα κατά την απομάκρυνση της δοράς.

1.2 Ιδιότητες του δέρματος

Το δέρμα είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας **δέψης** της δοράς ενός ζώου και της μετατροπής της σε κατεργασμένο δέρμα. Το ακατέργαστο δέρμα από την στιγμή της αφαίρεσής του από το σώμα του ζώου έχει την φυσική τάση να αποσυντεθεί λόγω της ενζυματικής δράσης μικροοργανισμών ή να ξηραθεί λόγω της ξαφνικής απώλειας νερού που βρίσκεται στα κενά ανάμεσα στις ίνες του κολλαγόνου, όσο το ζώο βρίσκεται εν ζωή. Η ξηρότητα αυτή εφόσον επέλθει θα κάνει τη δορά άκαμπτη και σκληρή.

Η «βυρσοδεψία» είναι μια τέχνη η οποία, χρησιμοποιώντας ειδικές μεθόδους και συστατικά «δέψης» αποσκοπεί στο να αποτρέψει τη διαδικασία αποσύνθεσης ή ξήρανσης της δοράς και να την μετατρέψει σε ένα εύκαμπτο, εύπλαστο και ανθεκτικό υλικό, με μακρά διάρκεια ζωής. Μέσω της εξέλιξης της βυρσοδεψίας, το δέρμα είναι ένα υλικό που διακρίνεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ελαστικότητα.
- Ευκαμψία.
- Αντοχή στην υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία και στις μεταβολές της.
- Αυξημένη μηχανική αντοχή όπως στον εφελκυσμό, τη διάσχιση και τη διάτρηση.
- Σχετική αδιαβροχοποίηση και διαπερατότητα από υδατμούς.
- Χημική σταθερότητα.
- Αντοχή στην ανάπτυξη μικροοργανισμών.
- Αντοχή σε μεταβολές.
- Απορροφητικότητα σε χρωστικές και έλαια.

Ανάλογα δε με τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την διαδικασία της δέψης και τις τεχνικές επεξεργασίας του, το δέρμα μπορεί να αποκτήσει λιγότερο ή περισσότερο έντονα αυτές τις ιδιότητες.

Το δέρμα είναι επίσης σχετικά όξινο, καθώς η διαδικασία της δέψης ολοκληρώνεται σε όξινο περιβάλλον, προσδίδοντας στο δέρμα ένα pH μεταξύ 3,5 -6,0, ανάλογα με τη μέθοδο δέψης που έχει χρησιμοποιηθεί.

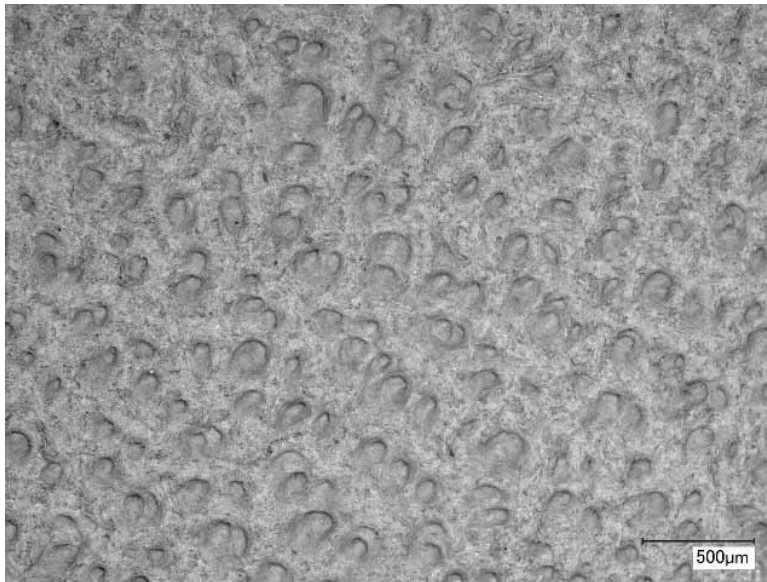
Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα και τις ιδιότητες του δέρματος είναι η πηγή προέλευσής τους. Παρότι δέρμα μπορεί να δημιουργηθεί από τη βύρσα σχεδόν όλων των θηλαστικών, από την αρχαιότητα κατά μεγάλη πλειοψηφία έχουν χρησιμοποιηθεί δορές εξημερωμένων ζώων που παρέχουν παράλληλα τροφή για τον άνθρωπο, κυριότερα δε το κατσίκι, το πρόβατο, η αγελάδα, το μοσχάρι και ο χοίρος. Τα χαρακτηριστικά της κάθε δοράς, όπως το πάχος τους, η σκληρότητα, η ευκαμψία και η ανθεκτικότητά τους έχουν προσδώσει τις ιδιαιτερότητες του τελικού δέρματος και αντίστοιχα προσδιορίζονται οι χρήσεις τους σε διαφορετικά προϊόντα. Η χρήση του δέρματος ως βιβλιοδετικό υλικό, για την κάλυψη και επένδυση βιβλίων όπως θα δούμε παρακάτω, απαιτούσε τη χρήση μαλακού και εύκαμπτου δέρματος κι έτσι παρατηρείται η σχεδόν αποκλειστική χρήση δέρματος από κατσίκι, πρόβατο ή νεαρά μοσχάρια. Αντιθέτως το δέρμα ώριμης αγελάδας ή του χοίρου είναι ιδιαίτερα σκληρά και παχιά και δεν ευνοούν τη χρήση τους στη βιβλιοδεσία.

Η διάκριση των διαφορετικών δερμάτων είναι δυνατή κυρίως μέσω της παρατήρησης της διάταξης των πόρων τριχοφυΐας.

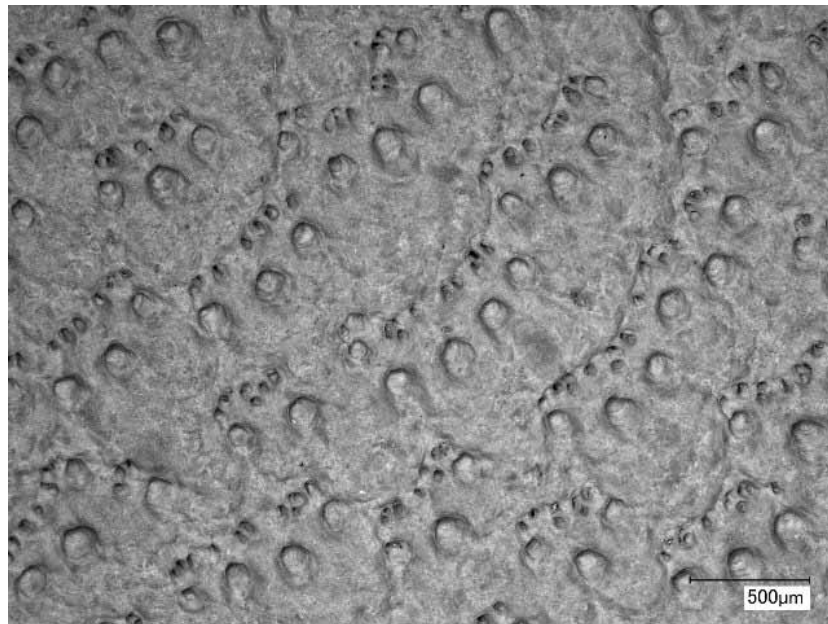
Το δέρμα μοσχარიού είναι ιδιαίτερα μαλακό και κυμαίνεται σε πάχος μεταξύ 1-2mm, ενώ παρουσιάζει ομοιομορφία και ισοκατανομή των πόρων. Το κατσίκι είναι από τα συχνότερα δέρματα που συναντούμε ως υλικό βιβλιοδεσίας, κυρίως στις περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου. Το πάχος του δέρματος κυμαίνεται μεταξύ 1-2mm και οι πόροι

του παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη ομαδοποίηση στιβάδων 3-5 πόρων σε ευθεία διάταξη, συνοδευόμενοι από 4-8 μικρότερους πόρους. Το δέρμα από πρόβατο συναντάται επίσης συχνά και ομοιάζει οπτικά με το δέρμα του κατσικιού, ως προς τη διάταξη των πόρων. Η σημαντική διαφορά του έγκειται στο μεγαλύτερο αριθμό πόρων όπως επίσης και στο ελαφρώς μεγαλύτερο πάχος του (2-3mm). Το δέρμα από πρόβατο έχει το επιπλέον χαρακτηριστικό ότι μεταξύ της επιδερμίδας και του χορίου, συγκεντρώνονται μεγάλες ποσότητες λίπους, που αφαιρούνται μέσω της δέψης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι συχνά η επιδερμίδα έχει την τάση να αποσχίζεται από το χορίο και να εξασθενεί η συνοχή του δέρματος.

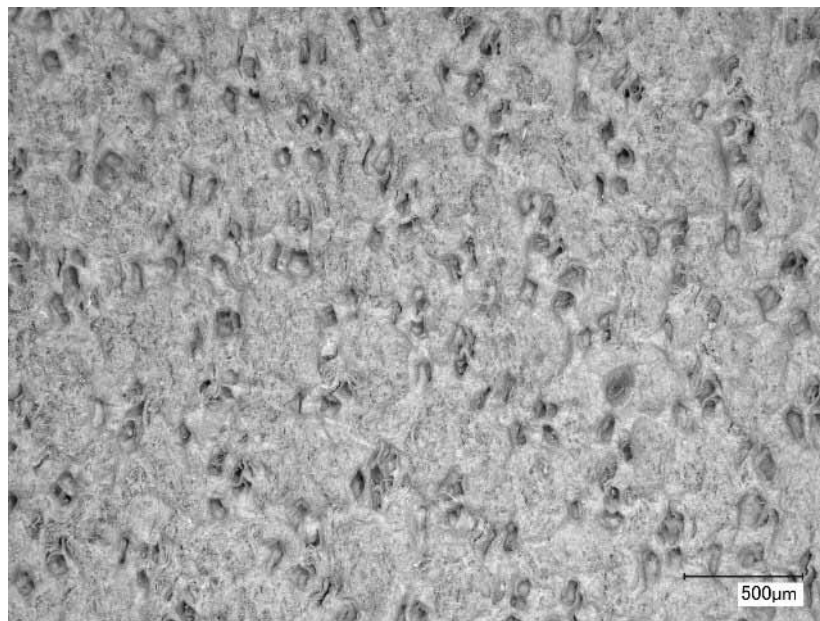
Εικόνα 2. Πόροι τριχώματος σε δέρμα μοσχαριού



Εικόνα 3. Πόροι τριχώματος σε δέρμα κατσικιού



Εικόνα 4. Πόροι τριχώματος σε δέρμα προβάτου



1.3 Ιδιότητες της περγαμηνής

Η περγαμνή αποτελεί ένα παράγωγο της βύρσας που διαφέρει σημαντικά από το δέρμα, κυρίως λόγω της κατεργασίας της χωρίς συστατικά δέψης. Η επεξεργασία της περγαμνής ακολουθεί τα ίδια ή παρόμοια στάδια προετοιμασίας και αποτρίχωσης της δοράς, αλλά διαφέρει στο ότι η σταθεροποίηση και διακοπή της αποσύνθεσης του

κολλαγόνου της δοράς επιτυγχάνεται μέσω της μηχανικής ετοιμασίας της περγαμηνής και την ξήρανσή της. Ο τρόπος παρασκευής της προϋποθέτει το τρίψιμο της δοράς, τη λέπτυνση με μαχαίρια, το τέντωμα και τη διάταξη των ινών της περγαμηνής έτσι ώστε να κολλήσουν μεταξύ τους. Με το στέγνωμα και την ξήρανσή της, οι ίνες του κολλαγόνου παραμένουν μόνιμα κολλημένες και σταθεροποιούνται. Μέσω αυτής της διαδικασίας η περγαμηνή που παράγεται είναι μια μεμβράνη αρκετά διαφορετική από το δέρμα με δέψη. Έχει επιφάνεια πολύ λεία, λεπτή και πιο άκαμπτη από το δέρμα, ενώ έχει σχετική διαφάνεια. Παράλληλα είναι ιδιαίτερα υγροσκοπική και έχει τάση να παραμορφώνεται με τις αυξομειώσεις της υγρασίας.

Η περγαμηνή έχει σπάνια χαρακτηριστικά που την καθιέρωσαν ως ένα από τα επικρατέστερα υλικά γραφής και βιβλιοδεσίας, όπως:

- Στιλπνότητα.
- Εκ φύσεως σχετικά ανοιχτόχρωμη.
- Ομοιομορφία πάχους.
- Λεπτότητα.
- Μηχανική αντοχή σε διάσχιση, τσακίσεις και εφελκυσμό.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

Η δεύτερη υποενότητα αφορά στην τεχνική παρασκευή του δέρματος και της περγαμηνής, από την προετοιμασία της ακατέργαστης βύρσας, ως το τελικό προϊόν, με αναφορά στα κοινά και στα διαφορετικά στάδια επεξεργασίας τους, αλλά και στις διαφορετικές διαδικασίες δέψης που έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά, κυρίως για την παρασκευή δέρματος και περγαμηνής με εφαρμογή στο βιβλίο και τη γραφή.

2.1 Προετοιμασία βύρσας

Συντήρηση και Μαλάκωμα: Η δορά, ως οργανικό υλικό, με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό είναι ευαίσθητη στη σήψη και την ανάπτυξη μικροοργανισμών, έως ότου μπορέσει να γίνει η διαδικασία της βυρσοδεψίας. Ως εκ τούτου η ξήρανση της δοράς μετά την αφαίρεσή της από το σώμα του ζώου και η συντήρησή της σε αλάτι ή οξέα ήταν μια συνηθισμένη πρακτική, ενώ σπανιότερα χρησιμοποιούνταν η μέθοδος του καπνίσματος.

Πριν την επεξεργασία της δοράς για τη δέψη της ήταν απαραίτητο το μούλιασμα και το μαλάκωμά της, που παραδοσιακά γινόταν είτε σε ρυάκια και ποτάμια, είτε σε λίμπες (λεκάνες) με νερό, έως ότου αποκατασταθεί η ποσότητα νερού και η διόγκωσή της.

Ξελέσισμα και Αποτρίχωση: Ο καθαρισμός της δοράς από τα υπολείμματα της σάρκας στο εχέσαρκο μέρος της αλλά και της απομάκρυνσης της τρίχας από την εχέτριχη πλευρά της ήταν σημαντικά πρώτα στάδια επεξεργασίας. Η διεργασία αυτή διευκολύνεται με την τεχνική βιοδιάσπαση των στοιχείων της δοράς που υπάρχουν ανάμεσα στις ίνες του κολλαγόνου. Παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν φυσικά συστατικά ζύμωσης όπως τα ούρα, τα κόπρανά και η μπύρα, ενώ επικράτησε η χρήση μπάνιων ή το άλειμμα της δοράς με σβησμένο ασβέστη. Με αυτή τη διαδικασία η τρίχα μαλάκωνε στους θύλακες της δερμίδας και η απομάκρυνσή της γινόταν εύκολα με το χέρι. Προς τα τέλη του 20^{ου} αιώνα ο ασβέστης αντικαθίσταται με θειούχο νάτριο για τη διαδικασία της αποτρίχωσης.

Ο καθαρισμός των εχέσαρκων υπολειμμάτων γινόταν μηχανικά με τη χρήση μη κοφτερών μαχαιριών πάνω σε καβαλέτα και το σταδιακό ξύσιμο της εσωτερικής επιφάνειας. Παρόμοια διαδικασία ξυσίματος ακολουθούσε και στην επιφάνεια της επιδερμίδας κατόπιν της ασβέστωσης και αποτρίχωσης για την αφαίρεση των υπολειμμάτων των ριζών των τριχών από τους πόρους τους.

Εικόνα 6. Ξύσιμο και αποτρίχωση δοράς σε βυρσοδεψείο στις αρχές του 20^{ου} αιώνα



Στο τελευταίο στάδιο της προετοιμασίας πριν τη δέψη ήταν απαραίτητο το καλό πλύσιμο και απασβέστωση της δοράς, σε τρεχούμενο νερό ή σε πηγές, για την αφαίρεση των αλκαλικών ουσιών που απορρόφησε η δορά κατά την ασβέστωση.

Συχνά, ανάλογα με τη χρήση και τις επιθυμητές ιδιότητες του τελικού δέρματος, ακολουθούσε ένα επιπλέον στάδιο ενζυμάτωσης για το περαιτέρω μαλάκωμα και του δέρματος και τη δημιουργία ελαστικότερης και μαλακής επιφάνειας. Η ενζυμάτωση παραδοσιακά γινόταν με περιπτώματα σκύλων ή κουτσουλιές πτηνών.

Η ανάγκη αφθονίας σε νερό καθ' όλη τη διαδικασία της βυρσοδεψίας, κάνει κατανοητή την ανάγκη των βυρσοδεψείων να βρίσκονται κοντά σε ποτάμια ή πηγές. Μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα και την πλήρη μετατροπή της παραδοσιακής βυρσοδεψίας σε βιομηχανοποιημένη παραγωγή, εντοπίζουμε τα εργαστήρια βυρσοδεψίας στα περίχωρα εκτός των χωριών και πόλεων αλλά δίπλα στις πηγές νερού, τόσο λόγω της μεγάλης δυσοσμίας που δημιουργούσε η επεξεργασία του δέρματος, όσο και για την ανάγκη πρόσβασης σε νερό.

2.2 Δέρμα

Η διαδικασία της δέψης της δοράς έχει ως στόχο τη διακοπή της σήψης του δέρματος, διατηρώντας παράλληλα τη λίπανση στις ίνες του κολλαγόνου ώστε να μπορούν να μετακινούνται μεταξύ τους. Αυτή η διαδικασία προσδίδει ελαστικότητα, ευκαμψία αλλά και αντοχή στο δέρμα.

Από την αρχαιότητα έως σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές διαφορετικές τεχνικές και υλικά δέψης, είτε αυτούσιες είτε συνδυαστικά με άλλες μεθόδους. Παραδοσιακά οι σημαντικότερες μέθοδοι δέψης είναι με τη μέθοδο του καπνού, με φυτικές τανίνες και με στυπτηρία, ενώ από τον περασμένο αιώνα χρησιμοποιούνται η μέθοδος δέψης με ανόργανες τανίνες, με αλδεϋδικές τανίνες και συνθετικές τανίνες και διακρίνονται στις εξής:

Δέψη με καπνό. Είναι από τις αρχαιότερες μεθόδους δέψης που έχει χρησιμοποιήσει ο άνθρωπος κατά την οποία καπνός που παράγεται από την καύση ξύλων αφήνεται να διαπεράσει το ακατέργαστο δέρμα. Οι αλδεϋδες που ελευθερώνονται κατά την καύση έχει αποδειχθεί ότι αντιδρά με το κολλαγόνο, ενώ παράλληλα αποβάλλεται νερό από τη δομή μεταξύ των ινών και μειώνεται η διαδικασία της συγκόλλησης των ινών του κολλαγόνου. Ως μέθοδος αντικαταστάθηκε από άλλες πιο αποτελεσματικές, είτε χρησιμοποιήθηκε ως επιπρόσθετη διαδικασία στη δέψη με άλλες μεθόδους.

Δέψη στυπτηρίας (*alum tawed*). Η στυπτηρία καλίου- αργιλίου είναι μια αρχαία μέθοδος δέψης, που χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην αρχαία Αίγυπτο, τη Βαβυλωνία, την Περσία, και περιοχές της Μεσογείου, ενώ παρατηρείται η εκτεταμένη χρήση της ως κάλυμμα βιβλιοδεσιών στη Βόρεια Ευρώπη έως και τον 17^ο αιώνα. Η μέθοδος συνήθως

συνοδεύονταν από την προσθήκη χλωριούχου νατρίου και λιπών όπως κρόκοι αυγού και λάδι για την περαιτέρω μαλάκωση του παραγόμενου δέρματος. Το χαρακτηριστικό του δέρματος αυτού είναι το λευκό του χρώμα και η μεγάλη ευκαμψία του.

Εικόνα 5. Περίτεχνη Βορειο-ευρωπαϊκή (Γερμανικού τύπου) βιβλιοδεσία του πρώτου μισού του 17ου αιώνα με δέρμα δέψης στυπτηρίας



Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος, ΓΠ 1069

Εικόνα 6. Δέψη με στυπτηρία σε Μεσαιωνική μικρογραφία



Δέψη με φυτικές τανίνες. Είναι η πιο διαδεδομένη παραδοσιακή μέθοδος δέψης, που εφαρμόστηκε από την αρχαιότητα και χρησιμοποιείται ακόμα στις μέρες μας. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη χρήση φυτικών υλών που είναι πλούσιες σε τανίνες στους φλοιούς και τους καρπούς ορισμένων δέντρων και φυτών, όπως η βελανιδιά, το σουμάκι, η καστανιά, η μιμόζα, η ιτιά, η μυρτιά, η ακακία, ο ευκάλυπτος κα. Οι φυτικές τανίνες συνήθως διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις συμπυκνωμένες και τις υδρολυόμενες, ανάλογα με την προέλευση της φυτικής ύλης.

Οι αναφορές από αρχαίους συγγραφείς, όπως ο Πλίνιος και ο Διοσκουρίδης, αναφέρουν πως η μέθοδος δέψης με φυτικές τανίνες ήταν αρκετά διαδεδομένη στη Μεσόγειο κατά την κλασική αρχαιότητα, με κυριότερα συστατικά τους καρπούς βελανιδιών, το σουμάκι και τον φλοιό της ακακίας, κάτι που συνεχίστηκε έως και τις μέρες μας. Στη Δυτική Ευρώπη αντιθέτως χρησιμοποιούνται περισσότερο φλοιοί δέντρων όπως η βελανιδιά και η καστανιά.

Το δέρμα, με τη μέθοδο δέψης με τανίνες, τοποθετείται σε δεξαμενή (λίμπα) με αραιά υδατικά διαλύματα φυτικών υλών πλούσια σε τανίνη, όπου και αφήνεται από 6 μήνες έως ένα χρόνο, ανάλογα με το είδος της τανίνης που έχει χρησιμοποιηθεί. Οι υδρολυόμενες τανίνες, όπως οι καρποί και οι φλοιοί της βελανιδιάς, είναι γενικώς πολύ πιο αδύναμες από τις συμπυκνωμένες, όπως το σουμάκι και η μιμόζα, με τα οποία ο χρόνος δέψης είναι σημαντικά λιγότερος.

Τα διαλύματα με το δεψικό υλικό πρέπει να ανανεώνονται κατά καιρούς και τα δέρματα να ανακινούνται τακτικά, ενώ τα δέρματα μεταφέρονται σταδιακά σε πυκνότερα διαλύματα. Εν τέλει τα δέρματα στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο μέσα στις δεξαμενές, ενώ κομμάτια φυτικών υλών απλώνονται μεταξύ τους και τα σκεπάζουν. Μετά τη δέψη τους τα δέρματα ξεπλένονται με άφθονο νερό και τα χτυπούν, ώστε να μαλακώσουν. Το σωστό στέγνωμα των δερμάτων γίνεται στη σκιά και είναι μια σημαντική διαδικασία που απαιτεί προσοχή, καθώς το γρήγορο στέγνωμα δημιουργεί ρηγματώσεις στην επιφάνεια του δέρματος, ενώ με το πολύ αργό στέγνωμα υπάρχει ο κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών.

Τα δέρματα με δέψη φυτικής τανίνης έχουν εξαιρετικές ιδιότητες. Έχουν ομοιόμορφη δέψη, μαλακή και εύπλαστη υφή, ενώ διατηρούν την αντοχή και επιφανειακή τους σκληρότητα. Έχει αποδειχθεί από σειρά ερευνών πως η επεξεργασία του δέρματος με φυτικές τανίνες προκαλεί τη μηχανική και χημική σταθερότητα του δέρματος, καθώς τα κενά μεταξύ των ινών του κολλαγόνου συμπληρώνονται με δεψικό υλικό και απομακρύνουν τα μόρια νερού και τις πρωτεΐνες, που θα επέφεραν τη σταδιακή σήψη

του δέρματος. Παράλληλα δημιουργούνται ισχυροί χημικοί δεσμοί υδρογόνου μεταξύ του κολλαγόνου και των τανινών.

Η διαδικασία της δέψης έδινε μάλιστα έναν χρωματισμό, από ανοιχτό μπεζ έως καφέ ή καφέ-κόκκινο ανάλογα με τη φυτική πρώτη ύλη. Η παραδοσιακή δέψη με τανίνες είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα, κάτι που οδήγησε στην αντικατάσταση μερών της με μηχανικές διεργασίες, όπως ήταν η χρήση μεγάλων τυμπάνων ή βαρελιών που επέτρεπαν τη διαρκή ανάδευση των δερμάτων, αντί για τις λεκάνες, ενώ από τον 19^ο αιώνα εμφανίζονται τα θερμαινόμενα τύμπανα, που επέτρεπαν την αύξηση της θερμοκρασίας της δεψικής ύλης και επιτάχυναν τη διαδικασία.

Εικόνα 7. Σύγχρονα τύμπανα βυρσοδεψείας, Κάιρο, 2010, φωτ.Ν.Σαρρής



Σταδιακά δε χρησιμοποιήθηκαν ενισχυτικά πρόσθετα, έως την πλήρη αντικατάσταση των φυτικών υλών με χημικές, που είναι σαφώς πιο γρήγορες και αποδοτικές για την παραγωγή μεγάλου αριθμού δερμάτων. Τα δέρματα με φυτικές τανίνες χρησιμοποιούνται ακόμα σε ιδιαίτερες και πολυτελείς εφαρμογές, μεταξύ των οποίων και η βιβλιοδεσία ή η συντήρηση βιβλίων, λόγω της χημικής σταθερότητας του παραγόμενου δέρματος και των καλών ιδιοτήτων γήρανσής της. Παράλληλα, ανάλογα με την τελική χρήση και τις επιθυμητές ιδιότητες, τα δέρματα συχνά ακολουθούν ένα

τελικό στάδιο φινιρίσματος της επιφάνειας, χρωματισμού, γυαλίσματος, δημιουργίας κόκκων, λείανσης ή βερνικώματος/ κερώματος.

Εικόνα 8. Δεξαμενές για τη φυτική δέψη και τον χρωματισμό δερμάτων στο Μαρόκο



Εικόνα 9. Παλιό και ημι-κατεστραμμένο παραδοσιακό βυρσοδεψείο του ελλαδικού χώρου



Δέψη με ανόργανες τανίνες, όπως τα άλατα χρωμίου και αργιλίου. Από τις σημαντικότερες μεθόδους δέψης που έχουν χρησιμοποιηθεί, αντικαθιστώντας τη φυτική δέψη με τανίνες είναι η δέψη με ανόργανες τανίνες. Η συνηθέστερη είναι η δέψη με χρώμιο, που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στα τέλη του 19ου αιώνα από τον Heinzerling. Τα επεξεργασμένα, ασβεστωμένα και αποτρίχωμένα δέρματα εμβαπτιζόνταν σε διάλυμα διχρωμικού καλίου και αλάτων αργιλίου, ενώ ήταν απαραίτητη μετά η λίπανση του δέρματος, καθώς το παραγόμενο δέρμα ήταν αρκετά σκληρό και άκαμπτο. Κατόπιν πολλών βελτιώσεων της διαδικασίας η μέθοδος του χρωμίου χρησιμοποιείται ακόμα στις μέρες μας, χρησιμοποιώντας θειικό άλας του χρωμίου αντί του διχρωμικού καλίου. Το πλεονέκτημα της μεθόδου του χρωμίου είναι ότι το παραγόμενο δέρμα είναι καλής ποιότητας, πολύ ανθεκτικό και ελαφρύ, ενώ παράγεται μέσα σε λίγες μόνο ώρες, κάτι που οδήγησε στη ραγδαία καθιέρωσή της ολοκληρωτικά.

2.3 Περγαμηνή

Η περγαμηνή είναι ένα αρχαιότατο υλικό που παρόλη την υιοθέτησή του από διαφορετικούς λαούς για πάνω από 2000 χρόνια, η διαδικασία παρασκευής του έχει μεταβληθεί ελάχιστα, κυρίως με μικρές τεχνικές παραλλαγές από τόπο σε τόπο.

Η παρασκευή της περγαμηνής ακολουθεί στα πρώτα της στάδια την επεξεργασία της ακατέργαστης δοράς, όπως ακριβώς και για την παρασκευή δέρματος. Είναι δηλαδή απαραίτητη πρώτα η αποτρίχωση, ο καθαρισμός από τις σάρκες και τα λίπη, η ασβέστωση και η ενζυμάτωσή της. Έμφαση δινόταν στην εκτεταμένη προετοιμασία και λέπτυνση της εχέσαρκης πλευράς με ειδικά μαχαίρια απόξεσης.

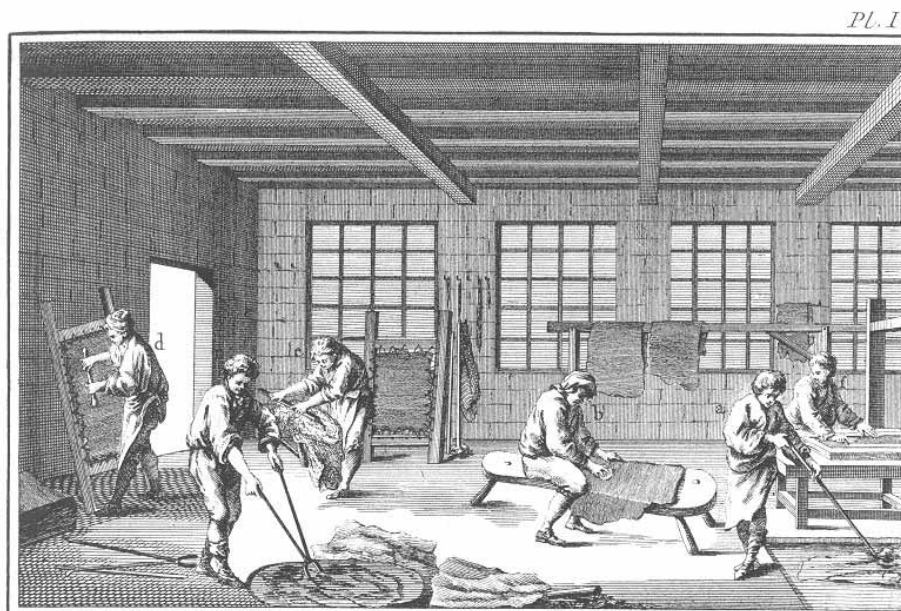
Από το επόμενο στάδιο η περγαμηνή διαφοροποιείται από το δέρμα με δέψη. Η δορά δένεται περιμετρικά με σχοινιά τα οποία τεντώνονται πάνω σε στρογγυλά ή ορθογώνια με σφήνες, επιτρέποντας τη σταδιακή αύξηση της τάσης του τεντώματος. Παράλληλα προστίθεται νερό και συνεχίζει η απόξεσή της, ώστε να μειωθεί το συνολικό της πάχος επαρκώς. Η δορά τεντώνεται σταδιακά περισσότερο έως ότου παραμείνει ως μια λεπτή μεμβράνη.



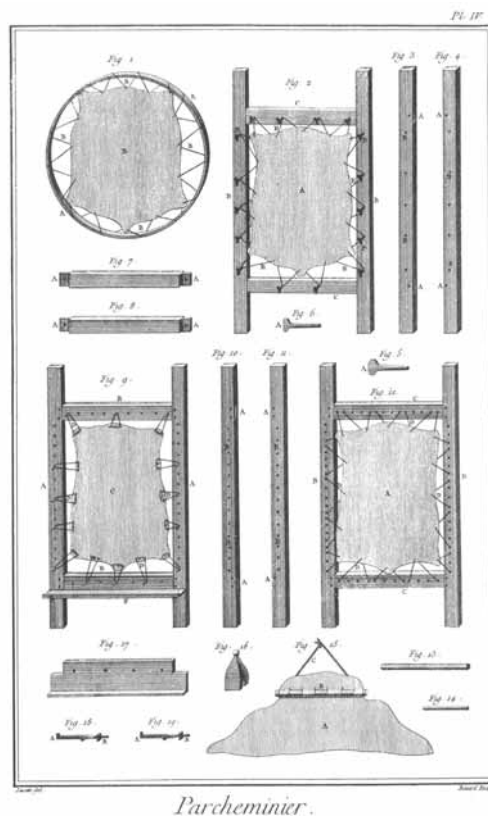
Περγαμηνή υπό στέγνωμα τεντωμένη σε τετράγωνα τελάρια ©William Cowley Production

Σε επόμενο στάδιο και αφότου στεγνώσει πλήρως, σε σκιερό μέρος, προσέχοντας παράλληλα να μην αναπτυχθούν μικροοργανισμοί, η περγαμηνή τρίβεται με ελαφρόπετρα στην εχέσαρκή της πλευρά για να μαλακώσει η επιφάνεια και να γίνει πιο ομοιόμορφη, αφαιρώντας έτσι τα σημάδια από το μαχαίρι απόξεσης. Η ποιότητα της τελικής περγαμηνής εξαρτιούνται από την προσεκτική λέπτυνσή της με το μαχαίρι, αλλά και από τη διαδικασία του στεγνώματός της. Σύμφωνα με ιστορικές πηγές, όπως το χειρόγραφο του *Wattenbach* του 8^{ου} αιώνα, στο οποίο περιγράφεται μια από τις παλαιότερες μαρτυρίες παρασκευής περγαμηνής στη Δύση, η περγαμηνή αλείφονταν με κιμωλία, ώστε να βοηθήσει στο χρόνο στεγνώματος, ειδικά στα κρύα κλίματα της Βόρειας Ευρώπης. Η κιμωλία προσέδιδε επιπλέον λευκότητα στην περγαμηνή και βοηθούσε στην απομάκρυνση λιπαρών ουσιών.

Εικόνα 10. Προετοιμασία περγαμνής, Diderot 1767



Εικόνα 11. Τελάρα τεντώματος περγαμνής, Diderot 1767



Εικόνα 12. Προετοιμασία περγαμηνής από γραφέα χειρογράφων στην Αιθιοπία, 2012



Ανάλογα με το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα και τη χρήση της περγαμηνής, συνήθως ακολουθούσαν άλλες επεξεργασίες της επιφάνειας της περγαμηνής. Χαρακτηριστική είναι η εμβάπτιση της περγαμηνής σε μίγμα από ασπράδι αυγού και μέλι, αραβικό κόμι ή λινέλαιο, που έχουν αποδείξει έρευνες ότι γινόταν σε περγαμηνές Βυζαντινών χειρογράφων για την καλύτερη υποστήριξη της μελάνης και των μικρογραφιών. Αναλύσεις σε άλλες περγαμηνές παρουσιάζουν την παρουσία μίγματος καζεΐνης και λευκού του μόλυβδου. Άλλες συνταγές κατά τον Μεσαίωνα στην Ευρώπη περιγράφουν τη χρήση μίγματος ασβεστόνερου με αλεύρι, γάλα και ασπράδια αυγών, το οποίο εισχωρούσε ανάμεσα από τις ίνες του κολλαγόνου, έκλεινε τους πόρους της περγαμηνής και δημιουργούσε μια λεία και λευκή επιφάνεια, που διευκόλυνε τη γραφή και προστάτευε την περγαμηνή από την επίδραση της οξύτητας των μελανιών γραφής, όπως ήταν τα συνηθισμένα για την εποχή μεταλλογαλικά μελάνια.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ ΩΣ ΥΛΙΚΑ ΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑΣ

Στην τρίτη υποενότητα θα γίνει μια σύντομη ιστορική αναφορά για την περγαμηνή και το δέρμα και τη σχέση τους με το βιβλίο ή τα υποστρώματα γραφής.

3.1 Η περγαμηνή ως υπόστρωμα γραφής

Η ιστορία της περγαμηνής είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιστορία της γραφής, ως το κατεξοχήν υλικό που χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα γραφής για να αντικαταστήσει τον παλαιότερο πάπυρο.

Ο πάπυρος είναι φυτικής προέλευσης από το ομώνυμο φυτό *Cyperus Papyrus* που ευδοκίμωσε στην κοιλάδα του Νείλου, τη Μεσοποταμία, τη Συρία, κ.ά. Το στέλεχος του φυτού αυτού, έφτανε από δύο έως και πέντε μέτρα, με διάμετρο μερικά εκατοστά, κοβόταν σε λωρίδες, οι οποίες εν συνεχεία απλώνονταν δίπλα δίπλα και κολλιούνταν μέσω πίεσης και βρεξίματος. Ένα δεύτερο στρώμα επικολλιούνταν κάθετα στο πρώτο και σχηματιζόταν έτσι το φύλλο του παπύρου. Η διάδοση του παπύρου στο χώρο της Μεσογείου ήταν σημαντικότερη για τη διάδοση και εξέλιξη της γραφής, των συγγραμμάτων και των επιστημών, και αποτέλεσε το κοινό υλικό γραφής των πολιτισμών της Μεσογείου κατά την κλασική Αρχαιότητα. Η ευθρυπτότητα του παπύρου όμως, καθώς και η ευαισθησία του στην υγρασία και τον αέρα, δεν ευνόησε τη διατήρησή του και χρήση του στους επόμενους αιώνες.

Η περγαμηνή έρχεται να αντικαταστήσει τον πάπυρο, κάνοντας την εμφάνισή της κατά τον 2^ο αι. π.Χ. Σύμφωνα με μια αρχαία παράδοση, που μας μεταφέρεται από τον Πλίνιο, η κατασκευή της περγαμηνής ως υλικό γραφής ξεκίνησε από τον βασιλιά της Περγάμου, Ευμένη Β' (197-158 π.Χ.), όταν ο βασιλιάς της Αιγύπτου, σε μια προσπάθειά του να διατηρήσει τα πρωτεία της βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας, αρνήθηκε να εμπορευτεί πάπυρο προς την ανερχόμενη Πέργαμο. Μη έχοντας εναλλακτική λύση, ο βασιλιάς Ευμένης υποστήριξε την επεξεργασία της δερμάτινης μεμβράνης ώστε να γίνει κατάλληλη προς γραφή. Το όνομα της περγαμηνής υιοθετείται έτσι από την Πέργαμο, η οποία γίνεται το βασικότερο κέντρο παρασκευής και διάδοσής της για τους επόμενους αιώνες.

Λίγα σπαράγματα πρώιμων περγαμηνών εγγράφων έχουν διασωθεί, αλλά μερικά από τα παλαιότερα που χρονολογούνται στο 2^ο π.Χ. αιώνα, όπως των ανασκαφών του

Δούρου στη Μεσοποταμία φέρουν ελληνική γραφή, κάτι που μαρτυρεί τη γρήγορη διάδοσή της. Στα σπαράγματα της Νεκράς Θάλασσας περιέχονται επίσης τμήματα περγαμνής που χρονολογούνται κατά τον 1ο αι. μ.Χ. Η διάδοση της περγαμνής τους επόμενους αιώνες είναι ραγδαία και από τον 3ο αιώνα έχουμε πια εξαιρετικά δείγματα βιβλίων γραμμένων σε περγαμνή αρίστης ποιότητας και κατάστασης διατήρησης, όπως ο Σιναϊτικός Κώδικας και ο Codex Vaticanus, των μέσων του 4ου αιώνα.

Εικόνα 13. Φύλλο περγαμνής από τον Σιναϊτικό Κώδικα, την παλαιότερη ολοκληρωμένη Βίβλο που διασώζεται, 4ος αιώνας



Η περγαμνή θα καθιερωθεί και θα διαδοθεί προς τη Δύση μετά τον 7ο αιώνα, όταν η εξαγωγή του παπύρου θα παύσει ολοκληρωτικά με την κατάληψη της Αιγύπτου από τους Άραβες το 641 μ.Χ.. Από τον 7ο αιώνα έως τον 13ο θα αποτελέσει το κυριότερο υπόστρωμα γραφής στο Βυζάντιο, τη Δύση και τον ευρύτερο χριστιανικό κόσμο, ενώ στις Ισλαμικές χώρες χρησιμοποιείται εκτενώς τους πρώτους αιώνες από την ίδρυση του Ισλάμ μέχρι τη διάδοση και την καθιέρωση του χαρτιού έως τον 10ο αιώνα.

3.2 Το δέρμα και η περγαμηνή ως βιβλιοδετικά υλικά

Η περγαμηνή θα συντελέσει σημαντικά και σε μια από τις μεγαλύτερες εξελίξεις στην ιστορία της γραφής. Η ανθεκτικότητά της και η δυνατότητα δίπλωσής της θα ευνοήσει τις συνθήκες για τη μετάβαση από τους κώδικες - τις κέρινες δεμένες πλάκες της αρχαιότητας- στο σχηματισμό του βιβλίου, κάτι στο οποίο ο πάπυρος δεν εξυπηρετούσε. Η περγαμηνή είναι συνυφασμένη έτσι με τη δημιουργία και την εξέλιξη του βιβλίου, και όπως θα δούμε σε επόμενη ενότητα, θα συντελέσουν μαζί σε μια τεχνολογική επανάσταση που διαρκεί ως τις μέρες μας.

Η δημιουργία του βιβλίου όμως απαιτούσε τη χρήση υλικών πέρα από το σώμα του στο υπόστρωμα της γραφής. Το δέρμα και η περγαμηνή θα χρησιμοποιηθούν έτσι, ως υλικά επένδυσης των βιβλίων, θα ντύσουν και θα διακοσμήσουν βιβλιοδεσίες και θα καθιερώσουν την οπτική ταυτότητα του βιβλίου, ενώ η περγαμηνή θα χρησιμοποιηθεί και ως εσώφυλλο ή φόδρα στη ράχη βιβλιοδεσιών. Οι ιδιαίτερες ιδιότητες του δέρματος και της περγαμηνής είναι αυτές που επιτρέπουν τη δημιουργία και καθιέρωση των βιβλίων, ενώ παράλληλα τα προστατεύουν από τους εξωτερικούς παράγοντες. Οι δερματόδετες βιβλιοδεσίες θα αποτελέσουν ένα τέχνηργο και αντικείμενο τέχνης με ιστορία άνω των 1500 χρόνων, η εξέλιξη, ιστορία και σημασία των οποίων αποτελεί εξειδικευμένο τομέα μελέτης στο χώρο των βιβλιογραφικών σπουδών.

Εικόνα 14. Δερματόδετη βιβλιοδεσία Βυζαντινού χειρογράφου του 12ου αιώνα



ΕΒΕ 68, Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος

Σύνοψη

Με το πέρας της διδακτικής ενότητας οι εκπαιδευόμενοι έμαθαν:

- τη φυσιολογία και τη δομή του ακατέργαστου δέρματος, του επεξεργασμένου δέρματος με δέψη και της περγαμηνής,
- τους τρόπους επεξεργασίας και τα ιδιαίτερα τεχνικά και παρασκευαστικά χαρακτηριστικά του δέρματος και της περγαμηνής, και
- την ιστορία του δέρματος και της περγαμηνής σε σχέση με την ιστορία της γραφής και του βιβλίου.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

2569 - ΔΟΜΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 4. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΩΝ

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να εισαγάγει τους εκπαιδευόμενους στην παθολογία του δέρματος και της περγαμηνής. Οι σημαντικότερες φθορές κατηγοριοποιούνται σε τρεις ομάδες, τις χημικές, τις μηχανικές και τις βιολογικές φθορές. Η ενότητα χωρίζεται αντιστοίχως σε τρεις υποενότητες ανάλογα με τους διακριτούς αυτούς τύπους φθορών.

Στην πρώτη υποενότητα θα γίνει αναφορά στους μηχανισμούς και τις διαδικασίες των χημικών φθορών, με έμφαση στην οξείδωση, την υδρόλυση αλλά και την επίδραση των ατμοσφαιρικών ρύπων και την ακτινοβολία του φωτός.

Η δεύτερη υποενότητα αφορά στις μηχανικές φθορές των βιβλίων και αρχείων, τους βασικούς λόγους που αυτές εμφανίζονται και τα συνηθέστερα είδη μηχανικών φθορών.

Στην τρίτη υποενότητα, τέλος, θα γίνει αναφορά στις βασικές βιολογικές φθορές στο δέρμα και την περγαμηνή: τους μύκητες, τα έντομα και τα τρωκτικά.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΓΑΜΗΝΗΣ

Το δέρμα που σχετίζεται με βιβλιακό και αρχειακό υλικό εντοπίζεται κατά κύριο λόγο ως βιβλιοδετικό υλικό και συχνότερα ως κάλυμμα σε έντυπα ή χειρόγραφα βιβλία. Η χρήση του αυτή συνδέεται με την απαρχή της δημιουργίας του βιβλίου από τον 2^ο-3^ο αιώνα μ.Χ. και συνεχίζεται αδιάκοπα μέχρι σήμερα.

Οι φθορές που προκαλούνται στο δέρμα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τα αίτια που τις προκάλεσαν σε τρεις βασικές ομάδες: τις χημικές, τις βιολογικές και τις μηχανικές φθορές.

Τα αίτια αυτά μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις στα υλικά που βρίσκονται στο πλέγμα των ινών του δέρματος από τη διαδικασία της βυρσοδεψίας, όπως οι τανίνες και τα λιπαντικά υλικά, με αποτέλεσμα να χάσει το δέρμα τα χαρακτηριστικά ευκαμψίας, αντοχής και ελαστικότητάς του. Παράλληλα όμως μπορούν να αποδομήσουν τη βασική μοριακή δομή του δέρματος, δηλαδή τη διάσπαση του κολλαγόνου.

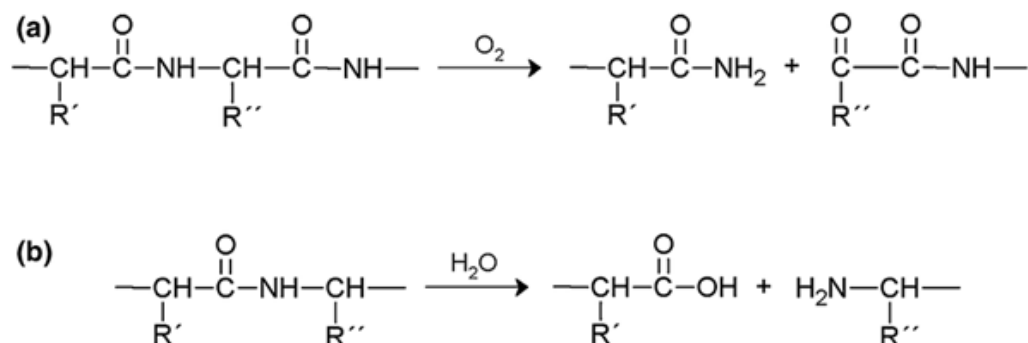
Η αντοχή του κάθε δέρματος εξαρτάται σημαντικά από το είδος δέψης που έχει υποστεί. Χαρακτηριστικό είναι ότι δέρματα με κατεργασία με τανίνες και ανόργανα άλατα (πχ χρωμίου) έχουν σημαντική τόσο μηχανική όσο και χημική αντοχή. Αντιθέτως, η κατεργασία δερμάτων με μεθόδους όπως με στυπτηρία ή καπνό, δεν τα ενισχύουν εξίσου έναντι σε χημικές φθορές.

Ανάλογα λοιπόν με το είδος και την ποιότητα της δέψης ένα δέρμα μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο ανθεκτικό κατά τη γήρανσή του. Παράλληλα όμως καταλυτικό παράγοντα στη διατήρηση του δέρματος αποτελεί το περιβάλλον στο οποίο έχει διατηρηθεί ένα δέρμα, όπως την έκθεσή του σε ακραίες ή επιβλαβείς συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, την παρουσία ατμοσφαιρικών ρύπων που αυξάνουν την οξύτητα του δέρματος και την έκθεση σε διαρκή ακτινοβολία φωτός.

1.1 Οξείδωση και υδρόλυση

Η αποδόμηση του κολλαγόνου του δέρματος γίνεται μέσω δύο κύριων μηχανισμών, της υδρόλυσης και της οξείδωσης, που συμβαίνουν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό. Όπως και με την αποδόμηση της πολυμερούς αλυσίδας της κυτταρίνης, έτσι και το κολλαγόνο αποδομείται όταν γίνεται τμημάτωση του μορίου του σε μικρότερα τμήματα, μειώνοντας έτσι τη μηχανική του αντοχή.

Εικόνα 15. Χημικές αντιδράσεις οξείδωσης (a) και υδρόλυσης (b) του κολλαγόνου



Κατά τη διαδικασία της οξείδωσης (a) η αλυσίδα του κολλαγόνου διασπάται σε μικρότερα τμήματα και έχουμε τη δημιουργία αμιδίων και κετο-οξειδίων, με παράλληλη μείωση του μοριακού βάρους του κολλαγόνου. Η οξείδωση του δέρματος επιταχύνεται σημαντικά σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας και υψηλής θερμοκρασίας, καθώς και με την παρουσία ρύπων και έντονης ακτινοβολίας.

Η υδρόλυση του κολλαγόνου (b) οδηγεί επίσης στη διάσπαση των πεπτιδικών δεσμών και στη δημιουργία αμινοξέων, με παράλληλη αύξηση του μοριακού βάρους του κολλαγόνου. Η διαδικασία της υδρόλυσης καταλύεται σε περιβάλλον με υψηλή Σχετική Υγρασία (>70%) και όξινο περιβάλλον (pH <3).

Έχει παρατηρηθεί ότι δέρματα με δέψη με φυτικές τανίνες έχουν μεγάλη αντοχή στη διαδικασία της υδρόλυσης, πιθανότατα λόγω του ότι οι τανίνες δεν επιτρέπουν την πρόσβαση του νερού (H₂O) στα πεπτίδια, ενώ αποτρέπουν σε ένα βαθμό την επίδραση ενζύμων και ατμοσφαιρικών ρύπων. Αντιθέτως είναι πιο ευαίσθητα στην οξειδωτική διάσπαση. Δέρματα με δέψη χρωμίου έχουν αντιθέτως μεγαλύτερη αντοχή στις όξινες συνθήκες.

Έρευνες τις τελευταίες δεκαετίες σε δέρματα που έχουν υποστεί δέψη με φυσικές τανίνες έχουν καταλήξει ότι η υδρόλυση ή/και η οξείδωση των δερμάτων συμβαίνουν ανάλογα με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Για παράδειγμα, σε περιβάλλον όπου δε διαπιστώνεται ατμοσφαιρική ρύπανση, ο κύριος μηχανισμός χημικής φθοράς είναι η οξείδωση, που προκαλείται σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες και έντονη ακτινοβολία του φωτός. Αντιθέτως, σε επιβαρυνμένες ατμόσφαιρες με έντονους χημικούς ρύπους προκαλείται όξινη υδρόλυση των δεσμών του κολλαγόνου, μια χημική διαδικασία που μπορεί να συντελέσει στη ραγδαία αποδόμηση του δέρματος.

1.2 Υγρασία και θερμοκρασία

Η υγρασία και η θερμοκρασία είναι δύο παράγοντες που επηρεάζουν καταλυτικά την ταχύτητα γήρανσης του δέρματος, όπως άλλωστε και όλων των οργανικών υλικών. Η υψηλή θερμοκρασία επιταχύνει όλες τις χημικές αντιδράσεις και της φθοράς του δέρματος. Η αυξημένη υγρασία μπορεί να αυξήσει σημαντικά την ταχύτητα της υδρόλυσης, καθώς αυτή απαιτεί την προσθήκη μορίων νερού.

Ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας είναι οι πιο καταστρεπτικές συνθήκες για το δέρμα. Υπό αυτές τις συνθήκες ευδοκμεί η ανάπτυξη μυκήτων και μικροοργανισμών. Επίσης σε αυτές τις συνθήκες οι ίνες του κολλαγόνου έχουν την τάση να κολλούν μεταξύ τους, μειώνοντας την ελαστικότητα του δέρματος, ενώ συχνά με την απότομη έκθεσή του σε υψηλή υγρασία σκουραίνει, καθώς δεψικό υλικό μεταφέρεται από την υποδερμίδα προς την επιφάνεια. Στην περγαμηνή αυτό το φαινόμενο ονομάζεται *ζελατινοποίηση*, και συχνά οδηγεί στην πλήρη παραμόρφωση, και κρυσταλλοποίηση των ινών με παράλληλη μεταβολή του χρώματος της περγαμηνής σε σκούρο καφέ-μαύρο.

Εικόνα 16. Ζελατινοποίηση περγαμηνής

The Great Parchment Book, © City of London Corporation

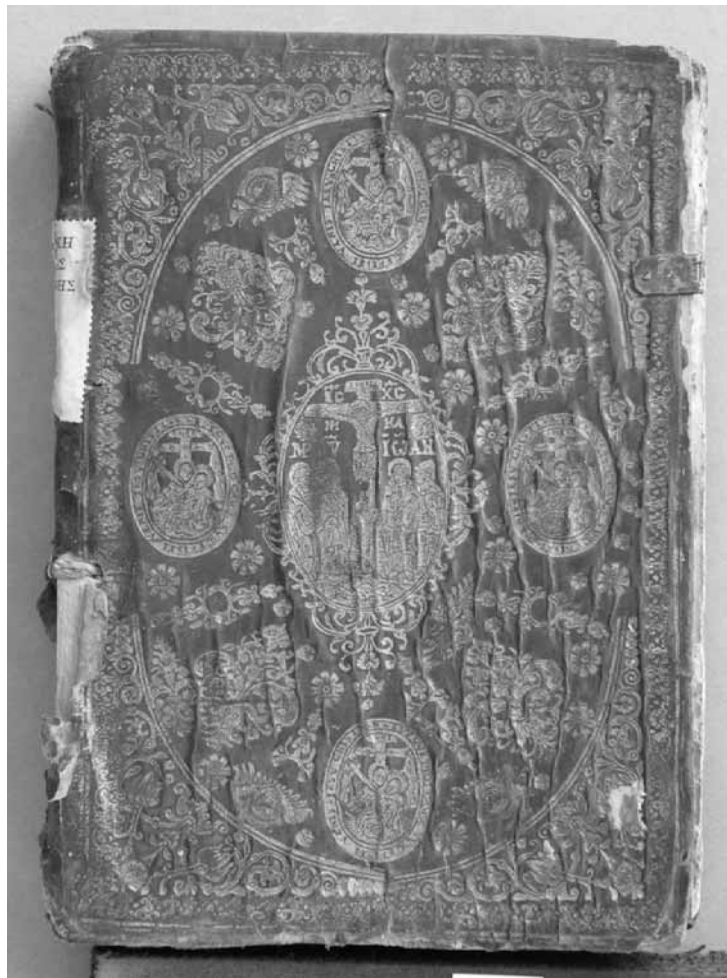


Υπό υψηλές συνθήκες υγρασίας επίσης τα έλαια που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση και το φινιρίσμα των επιφανειών των δερμάτων αλλοιώνονται, μεταφέρονται μέσα στο δέρμα και αυξάνονται τα οργανικά οξέα του δέρματος.

Πολύ επιβλαβής είναι επίσης η αυξομείωση των συνθηκών υγρασίας και θερμοκρασίας, καθώς προκαλούν συστολές και διαστολές στο δέρμα, που συχνά μεταβάλλουν τις διαστάσεις του δέρματος, ενώ μπορούν να προκαλέσουν τη συγκόλληση των ινών κολλαγόνου μεταξύ τους και ρηγματώσεις στην επιφάνεια του δέρματος. Παράλληλα, με τη χρόνια έκθεση δερμάτων σε αυξομειώσεις υγρασίας και θερμοκρασίας έχει αποδειχθεί ότι μειώνεται η δυνατότητα προσαρμογής και ανταπόκρισης στις μεταβολές και τα δέρματα έχουν την τάση να απορροφούν και να αποβάλλουν υγρασία πολύ έντονα, καταλύοντας την υδρόλυση του κολλαγόνου και επιφέροντας τις επιπτώσεις αυξημένης υγρασίας που προαναφέρθηκαν.

Οι συνθήκες πολύ χαμηλής υγρασίας ($< 30\%$) και υψηλής θερμοκρασίας είναι επίσης πολύ επιβλαβείς για το δέρμα, καθώς η θερμοκρασία συρρίκνωσης του δέρματος μειώνεται σημαντικά επηρεάζοντας την ευκαμψία του δέρματος

Εικόνα 17. Δερμάτινο κάλυμμα σε χειρόγραφο με εμφανείς συρρικνώσεις του δέρματος λόγω υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας



Ιδιαίτερα στα φύλλα περγαμηνής η αύξηση της υγρασίας έχει άμεσες επιπτώσεις, καθώς η περγαμηνή έχει την ιδιότητα να απορροφά άμεσα την υγρασία. Ως αποτέλεσμα συχνά παρατηρούνται κυματώσεις και παραμορφώσεις της περγαμηνής, κάτι που είναι χαρακτηριστικό πολλών περγαμηνών χειρογράφων. Παρόμοιες φθορές μπορούν να προκληθούν από την επαφή υγρών με περγαμηνά φύλλα, όπου η απορρόφηση νερού/ υγρασίας μπορεί να συνοδεύεται με τη δημιουργία κηλίδων υγρασίας και λεκέδων.

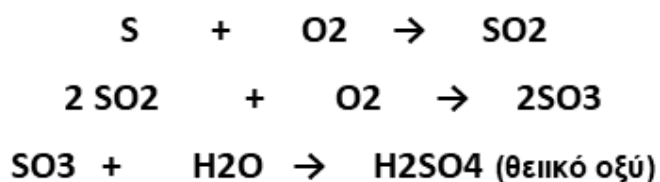
Εικόνα 18. Παραμόρφωση και κυματισμοί της περγαμηνής και κηλίδες υγρασίας



1.3 Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Είναι γεγονός ότι η συγκέντρωση βιβλίων σε βιβλιοθήκες του αστικού περιβάλλοντος έχει επιφέρει τους τελευταίους δύο αιώνες σημαντικές φθορές που σχετίζονται με τους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Στις ατμόσφαιρες των πόλεων εντοπίζονται άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο ρύποι, με πιο επιβλαβείς το διοξείδιο του θείου, το διοξείδιο του αζώτου και το όζον.

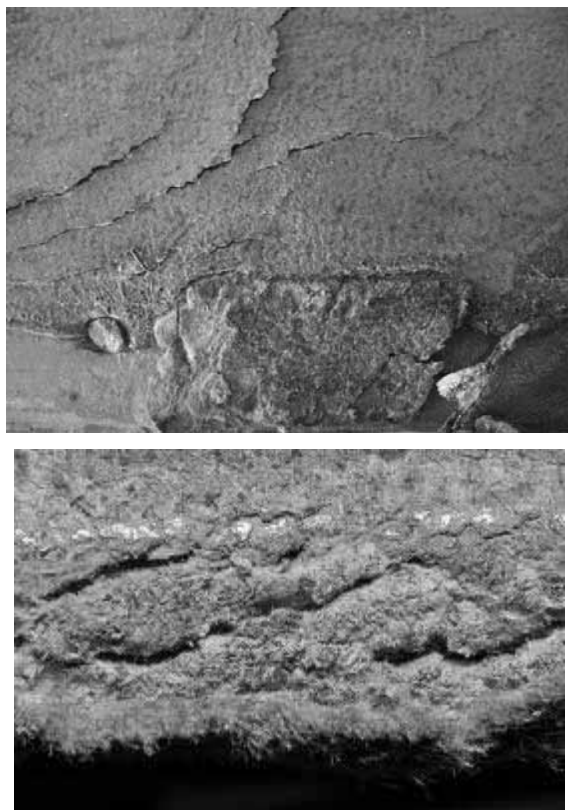
Το διοξείδιο του θείου είναι η σημαντικότερη αιτία χημικής διάβρωσης για το δέρμα. Οξειδώνεται είτε στην ατμόσφαιρα είτε στην επιφάνεια οργανικών υλικών, και στη συνέχεια, με την ύπαρξη υγρασίας ή νερού δημιουργείται θειικό οξύ σύμφωνα με την αντίδραση:

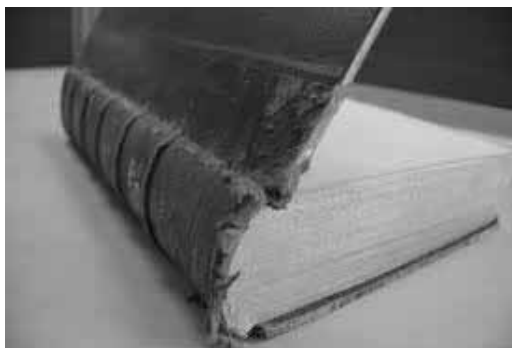


Το θειικό οξύ είναι οξειδωτικό μέσο που έχει μεγάλη επίδραση στα οργανικά υλικά. Έχει την ιδιότητα να αντιδρά με την αλυσίδα πεπτιδίων του κολλαγόνου, να τη διασπά και καταστρέφει τους δεσμούς μεταξύ τανινών και κολλαγόνου, οδηγώντας σταδιακά στην αποσύνθεση του δέρματος.

Η διάσπαση αυτή εμφανίζεται σε δέρματα με δέψη τανίνης ως μια «ασθένεια» γνωστή ως **red rot** (ερυθρά αποσάθρωση). Το δέρμα με red rot παρουσιάζει κονιορτοποιημένη επιφάνεια, με καφέ-κόκκινο χρώμα, έχει σημαντική έως πλήρη απώλεια μηχανικής αντοχής και φέρει ρηγματώσεις και αποφλοιώση από το χόριο.

Εικόνα 19. Λεπτομέρειες δέρματος με red rot





Η φθορά του δέρματος από το red rot είναι μη αντιστρεπτή, κυρίως σε προχωρημένα στάδια, όπου το δέρμα έχει αποσαθρωθεί σημαντικά. Παρ' όλα αυτά, η ταχύτητα του μηχανισμού της διάβρωσης μπορεί να μειωθεί σημαντικά όταν τα αντικείμενα τοποθετούνται σε ελεγχόμενο περιβάλλον με μέτρια ποσοστά υγρασίας (40-50% Σ.Υ.) και χαμηλά ποσοστά ατμοσφαιρικών ρύπων.

1.4 Φως

Το φως και κυριότερα το υπεριώδες μέρος του φάσματος του φωτός αποτελεί ένα είδος χημικής φθοράς και γήρανσης για όλα τα οργανικά υλικά. Η συνεχής και έντονη ακτινοβολία προκαλεί τον αποπολυμερισμό οργανικών ενώσεων σε μικρότερα τμήματα και ονομάζεται φωτόλυση.

Παρουσία οξυγόνου και έντονης ηλιακής ακτινοβολίας προκαλείται μια σειρά αντιδράσεων οξειδωσης, το οποίο οδηγεί στην αποσύνθεση των τανινών και τη διάσπαση των πεπτιδικών δεσμών του κολλαγόνου. Επίσης συμβάλλει στην μετατροπή του διοξειδίου του θείου σε θειικό οξύ και την δημιουργία του red rot.

Παράλληλα η υπεριώδης ακτινοβολία μετατρέπει το νερό στο δέρμα, παρουσία στοιχείων/ ιόντων από τη διαδικασία της δέψης, σε υπεροξείδιο του υδρογόνου, το οποίο με τη σειρά του προκαλεί την υδrolυτική αποδόμηση του κολλαγόνου.

Σημαντική είναι επίσης η επίδραση το φωτός στο ξεθώριασμα των χρωμάτων και των βαφών του δέρματος και τη χρωματική μεταβολή των επιστρώσεων, ελαίων ή κεριών που έχουν χρησιμοποιηθεί ως λιπαντικά φινιρίσματος στο δέρμα με αποτέλεσμα να κιτρινίζουν ή να αποσαθρώνονται.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ

Οι μηχανικές φθορές είναι ένας από τους σημαντικότερους και πιο συνηθισμένους τύπους φθοράς που διακρίνονται σε αντικείμενα όπως βιβλία και αρχειακό υλικό. Οι βιβλιοδεσίες από δέρμα, όπως και τα περγαμηνά έγγραφα υπόκεινται σε χρήση όπως επιβάλλει ο λόγος δημιουργίας τους, που δεν είναι άλλος από το να είναι χρηστικά αντικείμενα, συχνά με διαρκή ή εκτεταμένη ανάγκη μεταχείρισης, ανάγνωσης και μεταφοράς.

2.1 Μηχανικές φθορές

Οι φθορές που έχουν προκληθεί κατά την χρήση αντικειμένων ονομάζονται μηχανικές και περιλαμβάνουν σχισίματα, τσακίσεις, εκδορές, απώλειες και τμηματισμούς.

Στην περίπτωση αντικειμένων όπως τα βιβλία, το δέρμα ή η περγαμηνή ως υλικό καλύμματος αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο για την κάλυψη, προστασία και ένωση του σώματος του βιβλίου. Ως εκ τούτου είναι αυτό το οποίο υποφέρει πιο άμεσα από την τριβή, την απρόσεκτη μεταχείριση και την επίδραση εξωτερικών μηχανικών φθορών.

Εικόνα 20. Μηχανικές φθορές σε Αιθιοπικό περγαμινό χειρόγραφο



Τα σημεία εντονότερης φθοράς είναι αυτά στα οποία επικεντρώνεται η μεγαλύτερη τριβή και ανάγκη μηχανικής κίνησης, όπως είναι η ράχη των βιβλίων, τα σημεία ένωσης των πινακίδων με το σώμα του βιβλίου και οι γωνίες των πινακίδων. Πολύ συχνή δε είναι η περίπτωση σχισμάτων και αποκόλλησης της ράχης στο άνω άκρο της ως αποτέλεσμα της λανθασμένης συνήθειας να τραβιόνται τα βιβλία από τα ράφια από το σημείο αυτό. Έτσι, είναι συχνότατο το φαινόμενο στις βιβλιοθήκες οι ράχες των βιβλίων να κρέμονται, να αποσπώνται και να χάνονται.

Εικόνα 21. Μηχανικές φθορές στη ράχη δερμάτινου καλύμματος βιβλιοδεσίας



Στις μηχανικές φθορές μπορούν να συμπεριληφθούν και οι φθορές που προκαλούνται από απρόσεκτη χρήση, όπως οι λιπαροί λεκέδες.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΦΘΟΡΕΣ

Οι βιολογικές φθορές στο δέρμα διαχωρίζονται σε τρεις διαφορετικούς τύπους, όπως και στα περισσότερα οργανικά: τις φθορές από μύκητες ή μικροοργανισμούς, τις φθορές από έντομα και τις φθορές από τρωκτικά.

3.1 Μύκητες ή μικροοργανισμοί

Παρότι το δέρμα και η περγαμηνή μπορούν να προσβληθούν από μύκητες, δεν είναι η πιο συνηθισμένη μορφή φθοράς που συναντάται, με το δέρμα να είναι ακόμα ανθεκτικότερο στην ανάπτυξή τους, λόγω των υλικών και της διαδικασίας της δέψης που έχει υποστεί.

Η ανάπτυξη μυκήτων συνδέεται άμεσα με τις συνθήκες φύλαξης των αντικειμένων, όπου η υψηλή υγρασία ($>70\%$) και υψηλή θερμοκρασία ($>25^{\circ}\text{C}$) ευνοούν την ανάπτυξή τους.

Εικόνα 22. Ανάπτυξη μυκήτων σε περγαμηνό κάλυμμα χειρογράφου



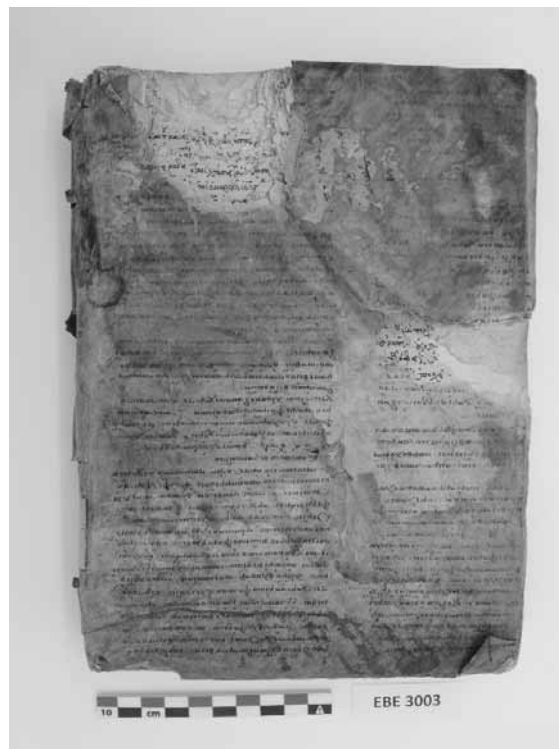
3.2 Φθορές από έντομα

Τα έντομα είναι μια από τις μεγαλύτερες πηγές κινδύνου για τα αρχεία και τα βιβλία, όχι μόνο λόγω του τύπου φθοράς που προκαλούν αλλά και της έκτασης που μπορεί να πάρει η αυξημένη δράση εντόμων σε μια συλλογή. Τα έντομα που δρουν στο δέρμα και την περγαμηνή είναι όμοια με αυτά που συναντάμε γενικά σε αρχειακό και βιβλιακό υλικό και σχετίζεται με το κάθε κλίμα και την γεωγραφική περιοχή. Τα περισσότερα έντομα αφήνουν το αποτύπωμα της δράσης τους όμως, είτε ως κάθετες οπές και κανάλια είτε ως επιφανειακό ροκάνισμα. Συνήθως, δε, η επίδραση των εντόμων τείνει να επικεντρώνεται στο χαρτώο μέρος και τις κόλλες των βιβλίων και λιγότερο στο δέρμα της βιβλιοδεσίας.

3.3 Φθορές από τρωκτικά

Οι φθορές από τρωκτικά αντιθέτως είναι αρκετά συνηθισμένες και συνήθως δρουν περιμετρικά στα βιβλία και τα αρχεία αφήνοντας αποτυπώματα από δαγκωνιές, ενώ τα περιπτώματα και ούρα των τρωκτικών στο δέρμα και την περγαμηνή επιφέρουν έντονη οξειδωτική δράση και αποχρωματισμούς.

Εικόνα 23. Φθορά περγαμηνού καλύμματος από τρωκτικά



Σύνοψη

Με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής μάθατε:

- ποιες είναι οι σημαντικότερες φθορές του επεξεργασμένου δέρματος με δέψη και της περγαμηνής, και
- πώς κατηγοριοποιούνται.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Προγράμματα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης

Με τη χρήση καινοτόμων μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης

2569 - ΔΟΜΗ, ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΕΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

**ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 5. ΜΕΛΑΝΙΑ: ΤΑ ΕΙΔΗ ΜΕΛΑΝΗΣ, ΤΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ - ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ
ΑΙΤΙΑ ΦΘΟΡΩΝ ΣΤΑ ΜΕΛΑΝΙΑ**

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα έχει ως στόχο να εισαγάγει τον εκπαιδευόμενο στις βασικές ιστορικές μελάνες και την παθολογία τους. Η ενότητα χωρίζεται αντιστοίχως σε δύο υποενότητες.

Στην πρώτη υποενότητα θα γίνει αναφορά στην ιστορία, τα χαρακτηριστικά και τις μεθόδους παρασκευής των βασικότερων ειδών μελάνης: Τη μελάνη αιθάλης, τη μεταλλογαλλική μελάνη, τις μελάνες πρόσμιξης και την τυπογραφική μελάνη, ενώ θα γίνει σύντομη αναφορά σε άλλες μελάνες που μπορεί να συναντήσουμε.

Η δεύτερη υποενότητα αφορά στην παθολογία των μελανιών, στις φθορές και τα αίτια φθορών που εμφανίζει ο κάθε τύπος μελάνης. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο σημαντικό πρόβλημα της διάβρωσης της μεταλλογαλλικής μελάνης.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΤΑ ΕΙΔΗ ΜΕΛΑΝΗΣ, ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ

Η μελάνη είναι η υγρή χρωστική ουσία που χρησιμοποιείται για τη γραφή, την τυπογραφία, την χαρακτική και τη ζωγραφική. Οι βασικότερες ιστορικές μελάνες που συναντάμε σε αρχειακό υλικό και σε βιβλία μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τα συστατικά παρασκευής τους:

- ❑ η μελάνη αιθάλης (μαύρη μελάνη, σινική μελάνη, ινδική μελάνη),
- ❑ η μεταλλογαλλική μελάνη (μελάνη σιδήρου, iron-gall ink),
- ❑ οι μελάνες πρόσμιξης (συνδυασμός των δύο ανωτέρω),
- ❑ τυπογραφική μελάνη.

1.1 Μελάνη Αιθάλης

Ως μέσο γραφής οι παλαιότερες χρήσεις μαύρης μελάνης που γνωρίζουμε εμφανίζονται στην Αίγυπτο από το 2600 πΧ¹ όπου χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για τη γραφή πάνω σε πάπυρο αλλά και τη ζωγραφική. Στην αρχαία Κίνα η χρήση μιας μαύρης μελάνης υπήρχε ακόμα παλαιότερα από το 3000 π.Χ.. Η μελάνη αυτή είχε ως βάση το γραφίτη με τη διάλυσή του σε νερό και χρησιμοποιούνταν με πινέλο ως μια πολύ ρευστή και αραιωμένη μελάνη.

Περίπου τον 4^ο αιώνα π.Χ. θα αναπτυχθεί στην Κίνα μια μελάνη που μπορούσε να αποθηκευτεί σε μορφή ράβδου ή πλάκας, που σε διάφορες παραλλαγές της θα χρησιμοποιηθεί από όλους τους πολιτισμούς και θα συνεχίσει να χρησιμοποιείται για πολλούς αιώνες. Αυτό το είδος του μελανιού χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα στην Ανατολική Ασία. Η λεγόμενη «Σινική» (Chinese Ink) ή «Ινδική» μελάνη (India ink), όπως απέκτησε το όνομά της λόγω της προμήθειάς της στην Ευρώπη από την Ινδία, ήταν

¹ Tallet, Pierre (2012). "Ayn Sukhna and Wadi el-Jarf: Two newly discovered pharaonic harbours on the Suez Gulf" (PDF). British Museum Studies in Ancient Egypt and Sudan. 18: 147–68. ISSN 2049-5021. Retrieved 21 April 2013

ένα μείγμα λεπτής αιθάλης (καπνιάς – σωματιδίων άνθρακα) από την καύση οστών, φυτικών ουσιών ή τις λάμπες λαδιού (lampblack) διαλυμένης σε νερό. Σύντομα, στη μελάνη θα προστεθεί ένα συνδετικό μέσο, όπως ζωική κόλλα, αραβική κόμμι, μέλι ή ασπράδι αυγού, και θα δημιουργηθούν πολλές παραλλαγές της ή μέθοδοι παρασκευής.

Η γνώση της παρασκευής της βασικότερης και αρχαιότατης αυτής μελάνης μεταφέρθηκε και διαδόθηκε παράλληλα σε όλους σχεδόν τους πολιτισμούς γραφής, όπως μαρτυρούν αρχαίες αναφορές ή αποδεικνύεται με σωζόμενα σπαράγματα. Από τα παλαιότερα δείγματα χειρογράφων με μελάνη αιθάλης που διασώζονται στη Μεσόγειο τα συναντάμε στα περίφημα «Χειρόγραφα της Ερυθράς Θάλασσας» (Dead Sea Scrolls), μια συλλογή ειληταρίων γραμμένα στα Εβραϊκά πάνω σε πάπυρο που βρέθηκαν θαμμένα στις σπηλιές του Qumran και χρονολογούνται από τον 3^ο αιώνα π.Χ. έως τον 1^ο αιώνα μ.Χ.

Εικόνα 24. Χειρόγραφα Ερυθράς Θάλασσας





Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (1^{ος} αι. μ.Χ.) και ο Διοσκουρίδης στο έργο του «*Περὶ ὕλης ἰατρικῆς*» (1^{ος} αι. μ.Χ.) έχουν και οι δύο καταγράψει συγκεκριμένες συνταγές και στοιχεία σχετικά με τη διαδικασία για την παρασκευή μελανιών από Έλληνες και Ρωμαίους γραφείς, κατά την περίοδο της ζωής τους αλλά και από νεότερές τους εποχές. Ο Πλίνιος² αναφέρει ότι η μελάνη των γραφέων «βιβλίων» ήταν φτιαγμένη με καπνιά, κάρβουνο και κόμμι, χωρίς όμως να αναφέρει το υγρό ανάμειξής τους. Αναφέρει, παρ'όλα αυτά, την περιστασιακή προσθήκη κάποιας όξινης ουσίας (ξύδι) για να βελτιώσει τη σύνδεση της μελάνης με το υπόστρωμα από φύλλα παπύρου.

Ο Διοσκουρίδης³ αντιθέτως μας δίνει συγκεκριμένα τις αναλογίες για την μελάνη «καπνιάς», όπως τη χαρακτηρίζει. Αναφέρει επίσης την ύπαρξη μιας άλλης μελάνης, στην οποία προσέθεταν ζωική κόλλα ως συνδετικό μέσο και χαλκανθίτη (μπλε βιτριόλι), μια από τις αρχαιότερες αναφορές στην ύπαρξη χημικής μελάνης. Όντως, φυσικοχημικές μελέτες σε ελληνικά χειρόγραφα σε πάπυρο από το Μουσείο του

² Gaius Plinius Caecilius Secundus, *Naturalis Historia*, Books XIV, XVI, XXII, XXVII, XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVII

³ Dioscorides, *De Materia Medica*, Book V,96.

Λούβρου απέδειξαν πως η μελάνη που χρησιμοποιήθηκε περιείχε χαλκό, σε μια απόδειξη της αναφοράς του Διοσκουρίδη. Η προσθήκη χαλκανθίτη (θειικός χαλκός) στην παρασκευή μελάνης βασισμένη στην αιθάλη παρέμεινε στην παλέτα των γραφών για μερικούς αιώνες, ενώ, όπως θα δούμε, παρ'όλη την σχετική ομοιότητα, δεν σχετίζεται με τα ευρύτερα διαδεδομένα μεταλλογαλλικά μελάνια. Η μελάνη καπνιάς με προσθήκη χαλκανθίτη ευθύνεται δε για τη διάβρωση λεπτεπίλεπτων και ευαίσθητων υποστρωμάτων, όπως ο πάπυρος, λόγω της έντονης διάβρωσης του χαλκού.

Από τον 2^ο αιώνα μ.Χ. η χρήση των μελανιών αναπτύχθηκε περαιτέρω, παράλληλα με τη σημαντική εξέλιξη των νέων μέσων και υποστρωμάτων γραφής, όπως η περγαμνή, που ευδοκίμησε στους περισσότερους πολιτισμούς της Μεσογείου και της Ευρώπης. Καθοριστική στη διάδοση της μελάνης ήταν και η ευρύτερη χρήση της γραφής στις καθημερινές λειτουργίες των ανθρώπων, την αύξηση των συγγραμμάτων και των οικονομικών ή γραφειοκρατικών αναγκών. Έτσι, δημιουργήθηκαν νέες συνταγές και ποικιλίες μελανιών, ενώ αναβίωσαν χρωστικές από την αρχαιότητα που ξαναδοκιμάστηκαν, με αποτέλεσμα να παραχθούν πολλές ποικιλίες χρωματικές και ποιοτικές, για τις οποίες συχνά δεν έχουμε πληροφορίες σχετικά με τους τρόπους παρασκευής τους. Αυτό που είναι γεγονός είναι ότι οι μελάνες αιθάλης απέδειξαν σε βάθος χρόνου την καταλληλότητά τους για γραφή σε ποικιλία υποστρωμάτων, ενώ έχουν πολύ καλές ιδιότητες διατήρησης, με δείγματα γραφής πολλών αιώνων να φτάνουν στις μέρες μας σε άριστη κατάσταση. Ως εκ τούτου είναι μια μελάνη που με μικρές παραλλαγές στις αναλογίες και τα υλικά πρόσμιξης και ρευστότητας παρέμεινε σε χρήση έως τον 20^ο αιώνα.

Η διάδοσή της από τον 2^ο αιώνα μ.Χ. είναι ευρεία. Η μελάνη αιθάλης στον ελληνικό χώρο ονομάζεται γραφικόν μέλαν ή και έγκαυστον μέλαν λόγω του ότι για την παρασκευή του ήταν απαραίτητη η καύση κάποιας φυτικής ή ζωικής οργανικής ύλης από την οποία συλλέγονταν η καπνιά. Η λατινική μετάφραση της έγκαυστης μελάνης (*incaustum*) αποδόθηκε έτσι στα αγγλικά με τη λέξη *ink*. Χειρόγραφα από τη Μεσόγειο έως τη Βόρεια Ευρώπη συνεχίζουν να τη χρησιμοποιούν ως τη βασική μελάνη γραφής μέχρι την εμφάνιση και την καθιέρωση της μεταλλογαλλικής μελάνης, ενώ η χρησιμότητάς της συνεχίζεται ως συστατικό στις μελάνες πρόσμιξης.

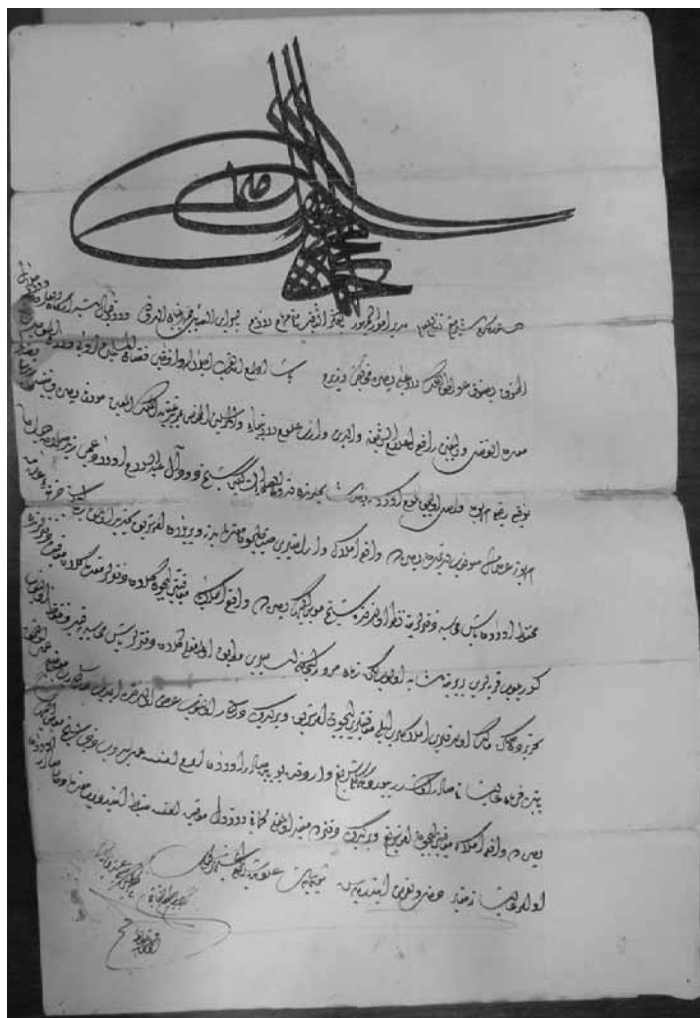
Στον ισλαμικό κόσμο η μαύρη μελάνη χρησιμοποιήθηκε εκτενώς από την απαρχή της γραφής, ενώ Άραβες γραφείς συντέλεσαν στη διάδοση πολλών συνταγών και τεχνικών παρασκευής. Πολλές συνταγές έχουν διασωθεί σε αραβικά χειρόγραφα, οι οποίες αποτελούν από τις αναλυτικότερες και σημαντικότερες μαρτυρίες για τις αρχαίες

τεχνικές παρασκευής διαφορετικών τύπων μελάνης. Ο Ιμπν Μπάντις (Al- Mu'izz ibn Bādīs, 1008–1062 μ.Χ.), ηγεμόνας της Ιφρικίας (περιοχή στο Μαγκρέμπ που περιλάμβανε την Τυνησία και την Αλγερία) και συγγραφέας της σημαντικότερης πραγματείας *‘Umbdat alk-kuttab wa ‘uddat dhawi al-albab (Book of the Staff of the Scribes and Implements of the Discerning with a Description of the Line, the Pens, Soot Inks, Liq, Gall Inks, Dyeing, and Details of Bookbinding)*⁴ περί της κατασκευής χειρογράφων και βιβλιοδεσιών περιέχει στοιχεία για την παρασκευή άνω των 100 διαφορετικών τύπων μελανιών που ήταν γνωστά στην εποχή του, βασισμένα κυρίως στην αιθάλη αλλά και τα μεταλλογαλλικά μελάνια. Ενδιαφέρον έχει πως ιδιαιτερότητα για τα Ανατολίτικα χειρόγραφα είναι η προσπάθεια διατήρησης της έντονης μαύρης και γυαλιστερής όψης της μελάνης αιθάλης ακόμα και σε μελάνες πρόσμιξης, κάτι που παραμένει ως χαρακτηριστικό των Ισλαμικών χειρογράφων και της Ισλαμικής καλλιγραφίας ως τον 20^ο αιώνα.

⁴ Levey, Martin (1962). "Mediaeval Arabic Bookmaking and Its Relation to Early Chemistry and Pharmacology". *Transactions of the American Philosophical Society. New Series.* 52 (4): 1–79.

Εικόνα 25. Οθωμανικό φερμάνι 17ου αιώνα με μελάνη αιθάλης

Διακρίνεται η έντονη μαύρη μελάνη αιθάλης



1.2 Μεταλλογαλλική Μελάνη

Η μεταλλογαλλική μελάνη παρασκευάζεται από την ανάμειξη γαλλοτανίνης, που περιέχεται σε μεγάλα ποσοστά στις κηκίδες φυτών⁵, όπως του δρυός ή του βελανιδιού (gall nuts, εικ.3), με θειικό σίδηρο (FeSO_4), βιτριόλι και νερό, κρασί ή ξύδι ως διαλυτικό μέσο. Στο διάλυμα αυτό προστίθεται και ένα συνδετικό μέσο, όπως το αραβικό κόμμι.

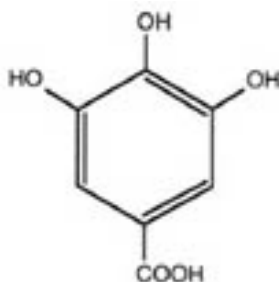
Εικόνα 26. Κηκίδες δρυός



Οι μέθοδοι προετοιμασίας και παρασκευής της μελάνης περιγράφονται σε πληθώρα διαφορετικών συνταγών σε χειρόγραφα από τον 11^ο αιώνα. Στις περισσότερες συνταγές οι κηκίδες διαλύονταν μηχανικά και έβραζαν σε νερό ώστε να εξαχθεί η μεγαλύτερη ποσότητα γαλλοταννικού οξέος και αφήνονταν έως και 10 μέρες σε νερό ώστε να γίνει ζύμωση. Από την αντίδραση μυκήτων με τη γλυκόζη του γαλλοταννικού οξέος παράγεται καθαρό γαλλικό οξύ.

⁵ Οι κηκίδες δημιουργούνται από παράσιτα ή έντομα που αφήνουν τα αυγά τους σε κλαδιά δέντρων. Οι κηκίδες δρυός που χρησιμοποιούνται για την ταννίνη τους προέρχονται από τα αυγά σφηκών. Οι προνύμφες των σφηκών τρέφονται από το φυτό, το οποίο έχει την ιδιότητα να αναπτύσσει ένα είδος κελύφους για να τα προστατέψει και να τα θρέψει. Μόλις ολοκληρωθεί ο κύκλος ανάπτυξης του εντόμου, τρώει μέσα από το κέλυφος και ελευθερώνεται, αφήνοντας μόνο μια μικρή οπή στο κέλυφος.

Εικόνα 27. Γαλλικό οξύ



Στο διάλυμα αυτό, αφού περνούσε από φίλτρο για την απομάκρυνση των τριμμάτων των κηκίδων, προσέθεταν βιτριόλι σιδήρου (θειικός σίδηρος ή πράσινο βιτριόλι). Με την ανάμειξη γαλλικού οξέος και θειικού σιδήρου παράγεται ένα σχεδόν άχρωμο καφετί διάλυμα, με μεγάλη ρευστότητα. Με την επαφή του όμως με το οξυγόνο του αέρα οξειδώνεται και προκύπτει ένα μαύρο αδιάλυτο πιγμέντο. Επειδή ο χρόνος οξείδωσης του διαλύματος και μετατροπής του σε μαύρο χρώμα δεν ήταν ακαριαίος αλλά ήθελε μερικά δευτερόλεπτα από την απόθεση της μελάνης στο υπόστρωμα, η ορατότητα της γραφής ήταν δύσκολη για τον γραφέα. Έτσι, συχνά είτε άφηναν τη μελάνη εκτεθειμένη για περισσότερη ώρα, με αποτέλεσμα όμως την κατακράτηση σωματιδίων και τη μείωση της ποιότητάς της, είτε προσθέτοντας μικρές ποσότητες χρωματικής οργανικής ουσίας, όπως μπλε indigo ή καφέ-κόκκινο απόσταγμα από φυτά ή ξυλεία.

Τα μελάνια αυτά συνήθως περιέχουν κι άλλα οργανικά υλικά με βασικότερο την προσθήκη συνδετικού μέσου, όπως το αραβικό κόμμι, για τη μείωση της ρευστότητάς της και τη βελτίωσή της για τη γραφή σε επιφάνειες όπως η περγαμηνή ή το περισσότερο πορώδες χαρτί. Η ρευστή ιδιότητα της μεταλλογαλλικής μελάνης ήταν σημαντικό στοιχείο για την υιοθέτησή της από τους γραφείς, καθώς η εξέλιξη των παλαιότερων ακίδων ή γραφίδων για τη γραφή από τις πένες απαιτούσε μια λιγότερο παχύρρευστη μελάνη από τη μελάνη αιθάλης. Παράλληλα η αντικατάσταση του παπύρου από την περγαμηνή, που έχει μικρότερη απορροφητικότητα και στιλπνή επιφάνεια, απαιτούσε τη χρήση μιας μελάνης με μεγαλύτερη διεισδυτικότητα.

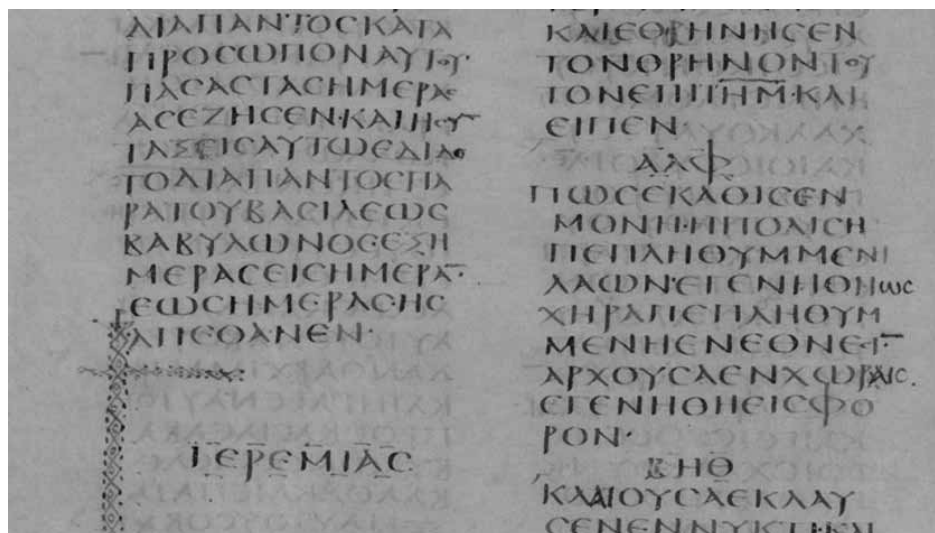
Η μεταλλογαλλική μελάνη ήταν γνωστή πιθανότατα από τον 2^ο – 3^ο αιώνα π.Χ. σε κάποια μορφή της αλλά με βεβαιότητα χρησιμοποιούνταν εκτενώς από τον 4^ο αιώνα μ.Χ. Αποτέλεσε σταδιακά τη βασικότερη και συνηθέστερη μελάνη γραφής μαύρης και καφέ απόχρωσης στις περισσότερες παραδόσεις χειρογράφων, με εξαίρεση την Άπω Ανατολή όπου η Σινική μελάνη διατήρησε την αποκλειστικότητα. Ο Πλίνιος (Pliny, *Naturalis Historia*) κάνει αναφορά σε μια μελάνη με προσθήκη μεταλλικών αλάτων,

αλλά η ακριβής αναφορά σε στοιχεία που παραπέμπουν στη μεταλλογαλλική μελάνη δεν μπορεί να εξακριβωθεί. Μελέτες και αναλύσεις στις μελάνες χειρογράφων αποδεικνύουν ότι στον Αραβικό κόσμο ήταν γνωστή ήδη από τον 1^ο αιώνα μ.Χ. (Deroche, 2006), ενώ υπάρχει πληθώρα αναφορών και συνταγών, συμπεριλαμβανομένης της προαναφερόμενης πραγματείας του Ibn Badis.

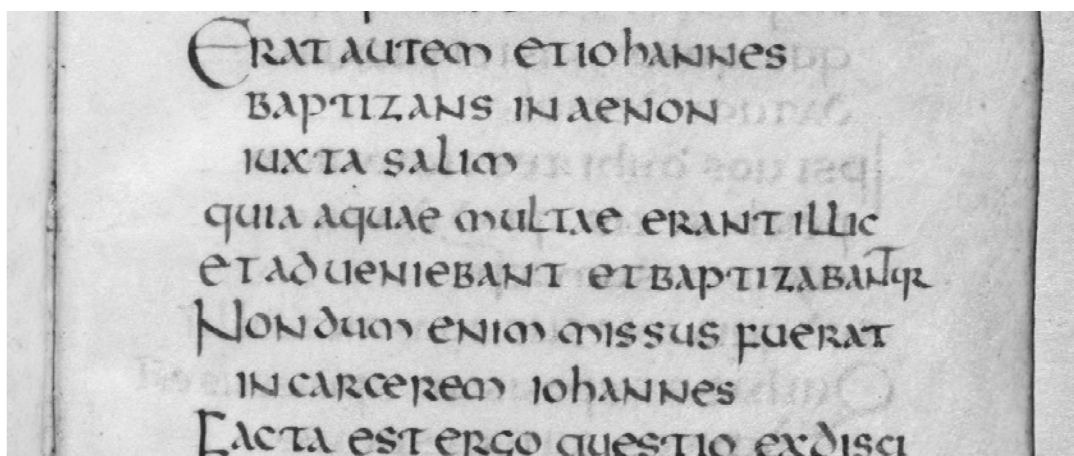
Χρησιμοποιείται εκτενώς σε ελληνικά χειρόγραφα και στο χώρο του Βυζαντίου από τον 3^ο - 4^ο αιώνα. Το γεγονός ότι εμφανίζεται σε πολυτελέστατα Βυζαντινά χειρόγραφα, όπως ο Σιναϊτικός Κώδικας (εικ. 5) και ο Βατικανός Κώδικας Β, δύο ελληνικά χειρόγραφα εξέχουσας σημασίας και ποιότητας των μέσων του 4^{ου} αιώνα, είναι πιθανόν ένδειξη της καθιέρωσής της και εξέλιξή της τεχνικά ως μια άρτια μελάνη. Ορισμένες αναφορές ελληνικών συνταγών που έχουν διασωθεί (κυρίως από τον 11^ο έως τον 14^ο-15^ο αιώνα) περιγράφουν μελάνες που είναι αρκετά όμοιες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται σε λατινικές συνταγές της εποχής. Μια ιδιαίτερη αναφορά περιέχεται σε χειρόγραφο του 11^{ου} αιώνα (Ambros. C222 inf.) που περιέχει αναλυτικά τέσσερις συνταγές με διαφορετικές αναλογίες και συνδυασμούς των βασικών συστατικών της μεταλλογαλλικής μελάνης (ταννίνη, μεταλλικά άλατα και αραβικό κόμμι - Maniaki, COMSt, 2015).

Αντιστοίχως στην Ευρώπη εμφανίζεται η χρήση της σε πρώιμα Δυτικά χειρόγραφα που διασώζονται, όπως το Ευαγγέλιο του St Cuthbert των αρχών του 8ου αιώνα. (εικ. 6). Από τότε έως τον 20^ο αιώνα στα Δυτικά χειρόγραφα θα καθιερωθεί πλήρως η μεταλλογαλλική μελάνη.

Εικόνα 28. Σιναϊτικός κώδικας, 4^{ος} αιώνας



Εικόνα 29. Ευαγγέλιο St. Cuthert, 8^{ος} αιώνας



Λόγω της φύσεως της μεταλλογαλλικής μελάνης, όπου τα συστατικά της είναι οργανικές ουσίες που αλληλεπιδρούν με χημικές αντιδράσεις, οι ποικιλίες μεταλλογαλλικών μελανιών που διακρίνονται οπτικά είναι μεγάλες. Από τη μία πλευρά, οι κηκίδες που χρησιμοποιούνται μπορεί να περιέχουν διαφορετικές συγκεντρώσεις ταννίνης και γαλλικού οξέος, ενώ σε διάφορες συνταγές παρατηρούνται προσθήκες επιπλέον ή διαφορετικών συστατικών που περιέχουν ταννίνη, όπως το σουμάκι, ο φλοιός του δρυός, κουκούτσια φρούτων ή φλοιίδες ροδιού (Fuchs, 1999). Παράλληλα, το βιτριόλι που χρησιμοποιείται μπορεί να έχει μείγματα διαφορετικών μεταλλικών αλάτων (θειικό σίδηρο, θειικό χαλκό, θειικό μαγγάνιο και θειικό ψευδάργυρο) σε διαφορετικές αναλογίες, κάτι που προφανώς, σε συνδυασμό με την μέθοδο παρασκευής, μπορεί να έχει πολύ διαφορετικά οπτικά αποτελέσματα και διαφορετικές χημικές ιδιότητες από μελάνη σε μελάνη. Σημαντικές διαφοροποιήσεις της συναντάμε επίσης ανάλογα με το υπόστρωμα που υποδέχεται τη μελάνη, καθώς είναι διαφορετική η πυκνότητα και οι αναλογίες και απαιτούνται για τη γραφή σε περγαμηνή ή σε χαρτί. Παράλληλα, όπως θα δούμε στη συνέχεια, η σταδιακή οξείδωση της μελάνης ευθύνεται για την μετατροπή του χρώματός της κι έτσι συναντάμε μεταλλογαλλικά μελάνια με αποχρώσεις από ανοιχτό καφέ-κόκκινο, σκούρο καφέ, γκρι ή και βαθύ μαύρο.

Για πολλούς αιώνες οι μεταλλογαλλικές μελάνες παρασκευάζονταν κατά πάσα πιθανότητα με τοπικές/ παραδοσιακές μεθόδους χωρίς να τυποποιούνται. Το 1626 πρώτη η Γαλλική Κυβέρνηση επιχείρησε να καθιερώσει μια συνταγή για όλη την επικράτειά της, για την παρασκευή μιας μεταλλογαλλικής μελάνης χωρίς χρωματικές προσθήκες, με σκοπό να τυποποιηθεί μια συγκεκριμένη χρωματική παραλλαγή, με συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά για μια δεδομένη και μαζικά παραγόμενη

μελάνη. Παρότι ακολούθησαν τροποποιήσεις και βελτιώσεις της αρχικής αυτής μελάνης, η γαλλική μεταλλογαλλική μελάνη καθιερώθηκε και σε μεγάλο βαθμό χρησιμοποιήθηκε σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες, αλλά και στην Αμερική.

1.3 Μελάνη Πρόσμιξης

Οι μελάνες πρόσμιξης αφορούν μελάνες που συνδυάζουν χαρακτηριστικά ή και αναμειγνύουν ουσιαστικά τις δύο προαναφερόμενες μελάνες: τη μελάνη αιθάλης και τη μεταλλογαλλική μελάνη. Η χρήση μελάνης πρόσμιξης αναφέρεται από πολύ νωρίς από τον Διοσκουρίδη στη μελάνη με προσθήκη χαλκανθίου.

Η δυσκολία της μεθόδου παρασκευής της μελάνης αιθάλης αλλά και του υψηλότερου κόστους της οδήγησε συχνά στην πρόσμιξή της με τη μεταλλογαλλική μελάνη, κάτι που παρατηρούμε να συμβαίνει στις περισσότερες παραδόσεις. Αντιστρόφως, συχνά σε χειρόγραφα με μεταλλογαλλική μελάνη έχει προστεθεί μελάνη αιθάλης, κατά πάσα πιθανότητα για να της προσδώσει στιλπνότητα αλλά και βαθύτερο μαύρο χρώμα, όπως συναντάμε συχνά σε Αραβικά/ Ανατολίτικα χειρόγραφα.

Η διάκριση της μελάνης και ο χαρακτηρισμός της σε αιθάλης, μεταλλογαλλική ή πρόσμιξης δεν είναι πάντα εύκολη, καθώς μπορεί να περιέχει οπτικά χαρακτηριστικά και των δύο, ενώ χρωματικά η μεταλλογαλλική μελάνη συχνά προσομοιάζει το βαθύ μαύρο χρώμα της μελάνης αιθάλης. Παραδοσιακά, οι ερευνητές χρησιμοποιούσαν λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) για την γρήγορη ταυτοποίηση της ύπαρξης μεταλλογαλλικής μελάνης, καθώς αυτή απορροφά έντονα την ακτινοβολία αυτή. Η τεχνική αυτή, παρότι αποτελεί μια εύκολη πρώτη ένδειξη, απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η εκτεταμένη έκθεση εγγράφων στην υπεριώδη ακτινοβολία επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στη διατήρηση της μελάνης και την κατάλυση διαβρωτικών μηχανισμών της και του υποστρώματος. Οι αναλυτικές φυσικοχημικές μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί τις τελευταίες δεκαετίες δίνουν στους ειδικούς τη δυνατότητα να εντοπίσουν και να ταυτοποιήσουν με μεγάλη ακρίβεια και ασφάλεια τα στοιχεία παρασκευής μιας μελάνης, κάτι που δίνει σημαντικά εργαλεία τόσο στους ερευνητές όσο και στους συντηρητές χαρτιού και βιβλίου, ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τα συγκεκριμένα προβλήματα της μελάνης εγγράφων. Τέτοιες μέθοδοι είναι η PIXE (Proton Induced X-ray Emission), η Raman Spectroscopy, XRF (X-Ray Fluorescence), IR Reflectography κ.α.

1.4 Τυπογραφική μελάνη

Η τυπογραφική μελάνη αναπτύχθηκε μετά τα μέσα του 15^{ου} αιώνα για να καλύψει τις ανάγκες της τεχνικής της τυπογραφίας, κυρίως επειδή οι υπάρχουσες μελάνες αιθάλης ή οι μεταλλογαλλικές ήταν ακατάλληλες ως πολύ ρευστές.

Η τυπογραφική μελάνη είναι μελάνη αιθάλης διεσπαρμένη σε λινέλαιο, ενώ έχει πρόσθετα ορυκτέλαια και ρητίνες. Το λινέλαιο λειτουργεί ως το συνδετικό μέσο της μελάνης, που κατόπιν της εκτύπωσης πολυμερίζεται και σταθεροποιείται χημικά. Γίνεται έτσι μια πολύ σταθερή και αδιάλυτη μελάνη, τόσο στο νερό όσο και στους περισσότερους διαλύτες, κάτι που επέτρεπε τη χρήση της στη διαδικασία της τυπογραφίας. Παράλληλα έχει έντονο βαθύ μαύρο χρώμα, το οποίο είναι σταθερό φωτοχημικά και δεν αλλοιώνεται με την πάροδο του χρόνου.

Η μελάνη αυτή παρέμεινε σε χρήση καθ' όλη τη διάρκεια της χειροκίνητης τυπογραφίας έως τις μέρες μας, όπως επίσης χρησιμοποιήθηκε και χρησιμοποιείται ακόμα στην τέχνη της χαρακτικής.

Εικόνα 30. Έντυπο Ψαλτήριο, έκδοση του Άλδου Μανούτιου, Βενετία, 1497

Αντίτυπο της Εθνικής Βιβλιοθήκης της Ελλάδος



1.5 Άλλες μελάνες

Οι μαύρες μελάνες που χρησιμοποιούνταν για τη γραφή χειρογράφων και εγγράφων και αργότερα στην τυπογραφία, συχνά, συνοδεύονταν από έγχρωμες μελάνες, συνηθέστερα κόκκινες. Ο λόγος ήταν τόσο αισθητικός όσο και πρακτικός: να κάνουν εντονότερα και να διακρίνουν μέρη του κειμένου, όπως οι τίτλοι, οι επικεφαλίδες, τα πρωτογράμματα και άλλα σημεία καθοδήγησης του αναγνώστη.

Η κιννάβαρη (vermillion: θειούχος υδράργυρος - HgS) ήταν από τις πιο διαδεδομένες κόκκινες χρωστικές που χρησιμοποιήθηκε ως μελάνη, τόσο στον Ανατολίτικο όσο και στον Βυζαντινό και Δυτικό χώρο. Οι ιδιότητές της ως μια εύκολη στην προετοιμασία και σταθερή μελάνη στο πέρασμα του χρόνου την καθιέρωσαν για πολλούς αιώνες στις παραδόσεις της γραφής.

Πληθώρα διαφορετικών χρωστικών συνθέτουν την παλέτα χρωμάτων σε εικονογραφημένα χειρόγραφα, που διαφοροποιείται σε κάθε τόπο και εποχή. Ως τα πλέον ιδιαίτερα και σπάνια μελάνια εύλογα θεωρούνται ο χρυσός και το ασήμι, που τα συναντάμε σε πολυτελέστατα χειρόγραφα από το Βυζάντιο, τη Δύση ως τις Ισλαμικές χώρες, που λόγω του ενδιαφέροντος στο χώρο των αλχημιστών μάς έχει μεταφερθεί ένας μεγάλος αριθμός συνταγών παρασκευής τους (Maniacci, COMSt, 2015).

Από το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα και την εξέλιξη της χημείας, τα μελάνια αιθάλης ή σιδήρου αντικαθίστανται από συνθετικά μελάνια με βάση υδατικά διαλύματα ανιονικών βαφών ανιλίνης ή φθαλοκυανίνης που διευκόλυναν την ανάπτυξη των στυλό διαρκείας από στα τέλη του αιώνα. Ορισμένα από αυτά χρησιμοποιούνται επίσης για την διαδεδομένη χρήση σφραγίδων. Τα μελάνια αυτά είναι υδατοδιαλυτά και φωτοευαίσθητα, κάτι που τα καθιστά επιρρεπή σε φθορές από υγρασία και σε αυξημένη έκθεση στην ακτινοβολία.

ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΦΘΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΑ ΦΘΟΡΩΝ ΣΤΑ ΜΕΛΑΝΙΑ

Στην υποενότητα αυτή θα παρουσιαστούν οι φθορές και τα αίτιά τους στα μελάνια που είδαμε προηγουμένως.

2.1 Φθορές στη Μελάνη Αιθάλης

Η μελάνη αιθάλης είναι μια από τις χημικά σταθερότερες ιστορικές μελάνες λόγω του ότι ο άνθρακας -το βασικό συστατικό της- είναι χημικά αδρανής, γι' αυτό και παρατηρείται πως χειρόγραφα πολλών αιώνων με αυτή τη μελάνη έχουν διατηρήσει ζωντανή και σε άριστη κατάσταση τη γραφή τους. Η μελάνη αιθάλης δεν ξεθωριάζει, δεν επηρεάζεται από την ακτινοβολία του φωτός και επίσης δεν οξειδώνεται, καθώς δεν περιέχει μεταλλικά άλατα ή ουσίες που αντιδρούν χημικά με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Επίσης, λόγω της χημικής της σταθερότητας δεν αντιδρά και δεν επηρεάζει το υπόστρωμα της γραφής, είτε αυτό είναι περγαμηνή είτε χαρτί.

Το μεγάλο μειονέκτημα της μελάνης αιθάλης είναι η διαλυτότητά της στο νερό, ενώ έχει χαμηλή πρόσφυση σε σπλιπνά υποστρώματα, όπως η περγαμηνή ή τα έντονα κολλαρισμένα χαρτιά, με αποτέλεσμα να κάθεται στην επιφάνειά τους και να μη δεισδύει. Η υδατοδιαλυτότητά της παρατηρείται συχνά σε χειρόγραφα και ιστορικά έγγραφα, ως αποτέλεσμα επίδρασης της υγρασίας. Η ρίψη υγρών μπορεί να αφαιρέσει μερικώς ή πλήρως μια γραφή, ενώ απλώνει ή μεταφέρεται με την επαφή (offsetting) σε γειτονικά φύλλα.

Εικόνα 31. Αιθιοπικό χειρόγραφο με μελάνη αιθάλης

Διακρίνεται φθορά από πτώση νερού που έχει μεταφέρει και απλώσει τη μελάνη.



Άλλες κοινές φθορές που εντοπίζουμε στα μελάνια αιθάλης, όπως βέβαια και στην πλειοψηφία των μελανιών, είναι το κρακελάρισμα της μελάνης ή η απολέπιση της λόγω απώλειας του συνδετικού της μέσου.

Εικόνα 32. Απώλειες της μελάνης αιθάλης λόγω εξασθένισης του συνδετικού μέσου



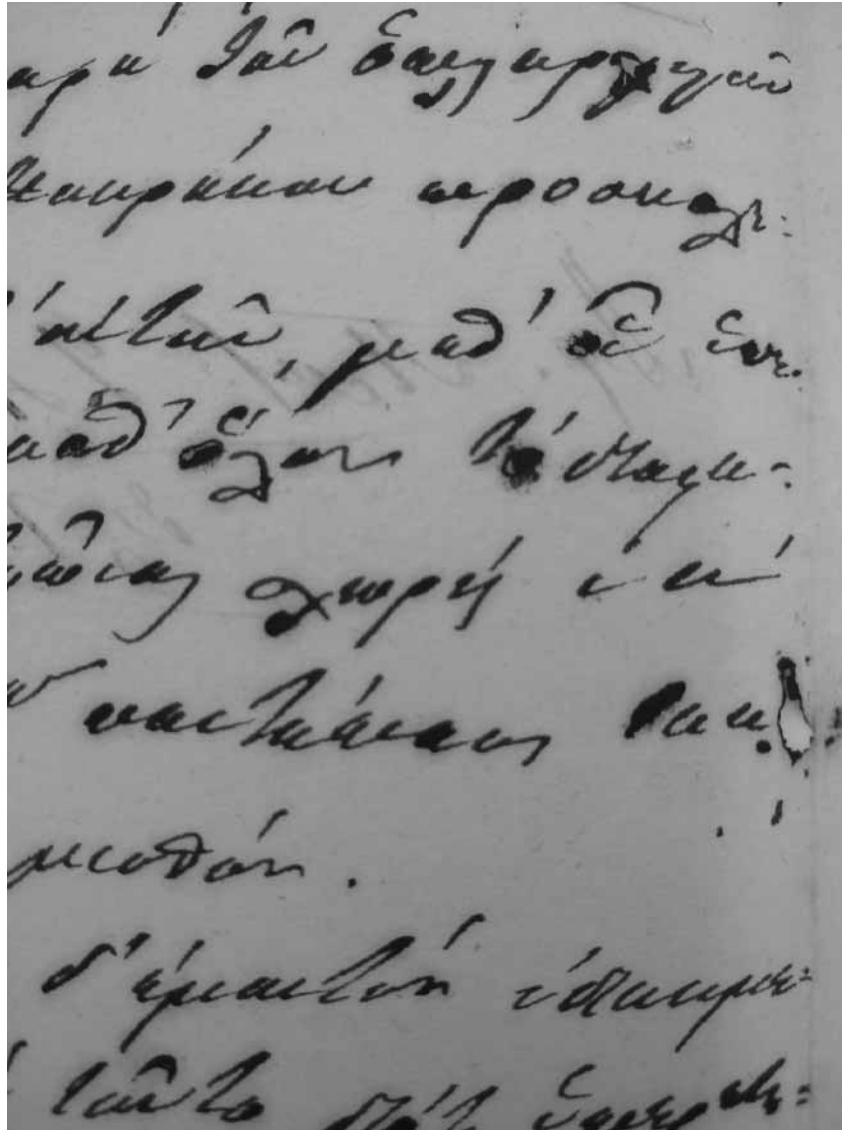
2.2 Φθορές στη Μεταλλογαλλική Μελάνη

Η μεταλλογαλλική μελάνη είναι η πιο διαδεδομένη μελάνη σε χειρόγραφα βιβλία και ιστορικά αρχεία. Λόγω της σύνθεσης της μελάνης η σταθερότητά της δεν είναι πάντα επαρκής, με αποτέλεσμα έγγραφα και χειρόγραφα να βρίσκονται σήμερα σε κρίσιμη κατάσταση διατήρησης, κάτι που έχει προκαλέσει τη διεθνή ανησυχία στους συντηρητές και υπεύθυνους διατήρησης συλλογών.

Η σύνθεση κάθε μεταλλογαλλικής μελάνης διαφέρει, σύμφωνα με τις αναλογίες, τα συστατικά και τις μεθόδους παρασκευής της. Έτσι, η ποιότητα κάθε μελάνης μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Μερικές συνθέσεις της έχουν αποδειχθεί απολύτως σταθερές, αδιάβρωτες και χημικά αβλαβείς για το υπόστρωμα γραφής, κυρίως όταν υπάρχει σωστή αναλογία τανίνης και βιτριολίου, ώστε να μη δημιουργείται κορεσμένο διάλυμα. Πολλές συνθέσεις της όμως προκαλούν αυτό που περιγράφεται ως «διάβρωση μεταλλογαλλικής μελάνης» (iron gall ink corrosion) και είναι εύκολα αντιληπτή οπτικά. Αρχικά παρατηρείται μεταβολή του χρώματος σε έντονο καφέ και της αδιαφάνειας της μελάνης και φωσφορισμός υπό ακτινοβολία UV. Παράλληλα δημιουργείται ένα καφέ «φωτοστέφανο» γύρω από τα γράμματα. Σε προχωρημένα στάδια της διάβρωσης η μελάνη γίνεται εμφανής στο πίσω μέρος του υποστρώματος, ενώ σταδιακά το τρώει και προκαλεί την πλήρη απώλειά του στα σημεία όπου υπήρχε μελάνη.

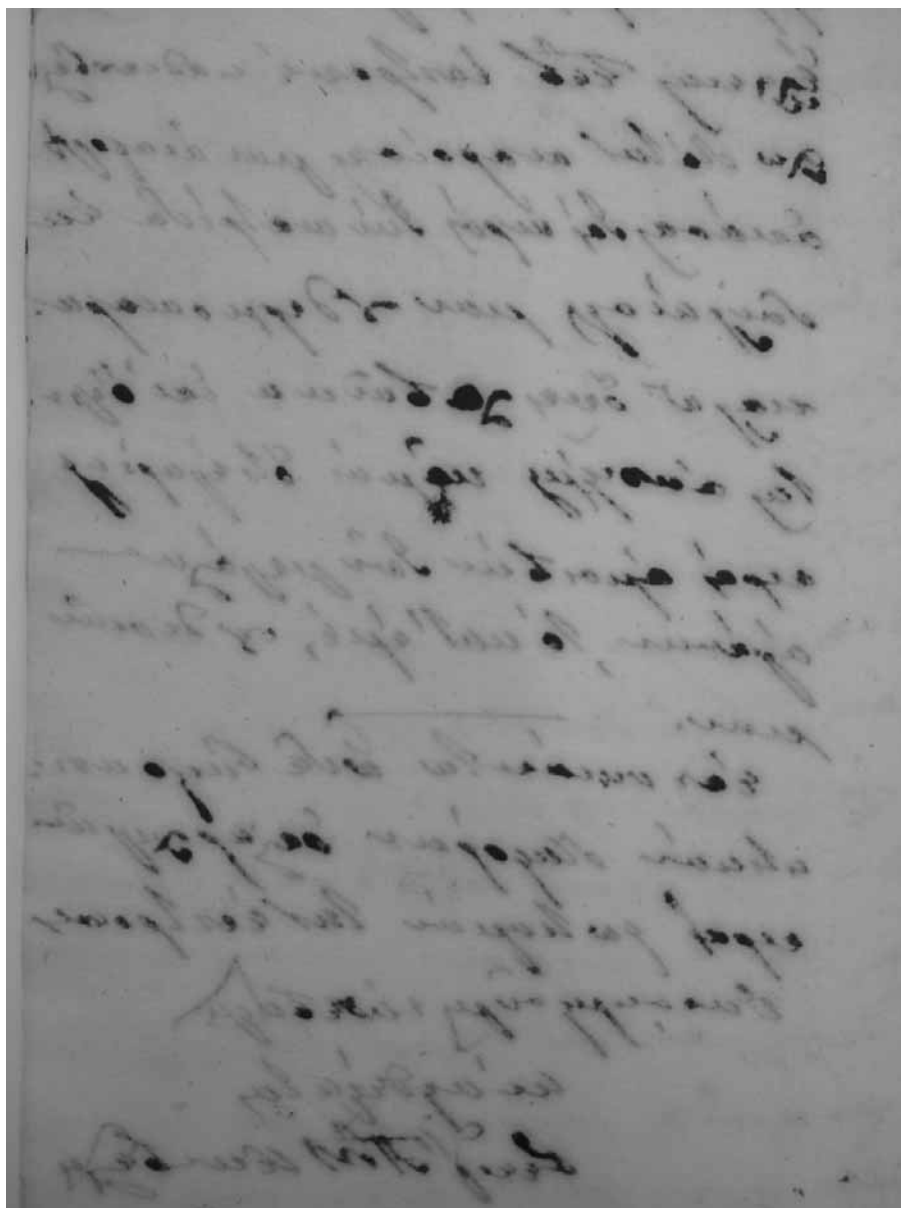
Εικόνα 33. Διάβρωση μεταλλογαλλικής μελάνης

Διακρίνονται τα «φωτοστέφανα» γύρω από τα γράμματα και η διάτρηση του χάρτινου υποστρώματος

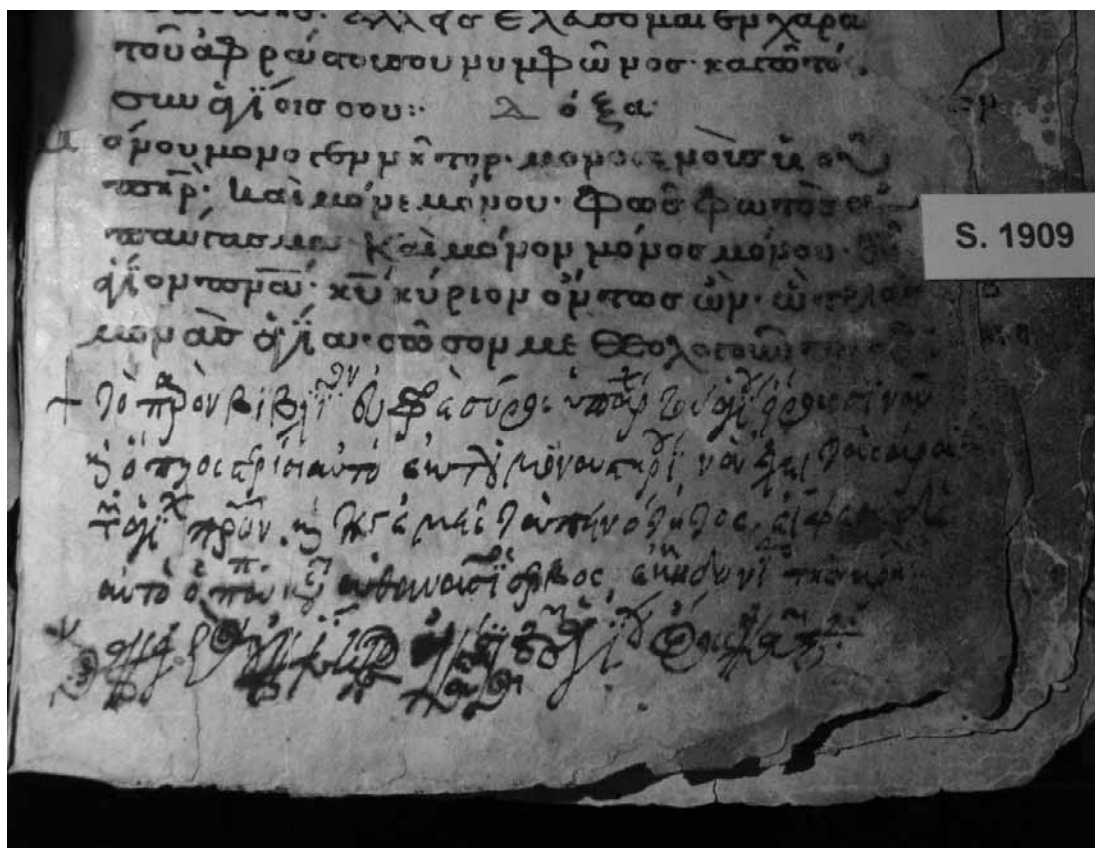


Εικόνα 34. Διάβρωση μεταλλογαλλικής μελάνης

Διακρίνεται το πέρασμα της μελάνης από την πίσω όψη του χάρτινου υποστρώματος



Εικόνα 35. Διαφορετικές γραφές με μεταλλογαλλικές μελάνες σε ελληνικό χειρόγραφο, με διαφορετικά στάδια διάβρωσης



Αντιμέτωποι με πολλά δείγματα έντονης διάβρωσης των μεταλλογαλλικών μελανιών σε πληθώρα αρχείων και χειρογράφων, οι επιστήμονες έχουν επικεντρωθεί τις τελευταίες δεκαετίες στην καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών και των αιτιών που την προκαλούν. Για πολλά χρόνια τα συστατικά που αποτελούν μια μελάνη θεωρούνταν ότι είναι ο αποκλειστικός λόγος αυτής της διάβρωσης, ενώ λόγω της αυτοκαταλυτικής εξέλιξής της θεωρούνταν ότι η αποφυγή της εμφάνισης της διάβρωσης ήταν αδύνατη. Έχει αποδειχθεί όντως ότι η αυξημένη συγκέντρωση σιδήρου και η μικρότερη περιεκτικότητα σε ταννίνες έχουν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη ελεύθερων ιόντων σιδήρου (Fe^{2+}) που ευθύνονται σημαντικά για τη διάβρωση της μελάνης. Παράλληλα, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ιδιαίτερα όξινης μελάνης (pH 2-4). Η επίδρασή της και ο λόγος καταστροφής του υποστρώματος, ιδίως του χαρτιού, μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητός. Η όξινη μελάνη προκαλεί την όξινη υδρόλυση της κυτταρίνης του χαρτιού, ενώ τα ελεύθερα ιόντα σιδήρου επιταχύνουν την οξειδωσή της.

Τα τελευταία χρόνια όμως έχει αποδειχθεί ότι η διάβρωση της μεταλλογαλλικής μελάνης είναι μια σύνθετη διαδικασία όπου συνυπάρχουν παράλληλα η γήρανση του χαρτιού, η σύνθεση της μελάνης και η ικανότητά της να αλληλεπιδρά με το υπόστρωμα. Καταλυτικό παράγοντα στην έναρξη και την εξέλιξη της διάβρωσης έχουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες έχουν βρεθεί ή βρίσκονται τα αρχεία και βιβλία. Πολλές έρευνες έχουν αποδείξει ότι η αυξημένη υγρασία προκαλεί τη μετακίνηση σωματιδίων της μελάνης, με αποτέλεσμα το ξεθώριασμά της και την παράλληλη δημιουργία χρωματισμού περιμετρικά των γραμμάτων (Barrow, 1955). Κυριότερο πρόβλημα βέβαια αποτελεί το γεγονός ότι η υψηλή υγρασία επιταχύνει την οξείδωση της μελάνης και τη σταδιακή της διάβρωση.

Το πρόβλημα της διάβρωσης των μεταλλογαλλικών μελανιών δεν έχει λυθεί πλήρως, παρ' όλες τις εμπεριστατωμένες μελέτες που έχουν επιχειρηθεί διεθνώς. Αυτό που είναι κοινώς αποδεκτό είναι ότι τα καλύτερα μέτρα προστασίας για την επιβράδυνση της διάβρωσης είναι η φύλαξη χειρογράφων και αρχείων με αυτή τη μελάνη σε περιβαλλοντικές συνθήκες με σχετική υγρασία κάτω από 60%, ώστε να επιβραδύνεται η οξείδωσή της μελάνης και η προστασία της από το υγρό στοιχείο, ενώ η μεταχείρισή τους πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή απωλειών, όταν η διάβρωση βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο.

Τον περασμένο αιώνα, λόγω της έκτασης του προβλήματος της διάβρωσης σιδήρου, στο χώρο της συντήρησης βιβλίων και αρχείων έχουν δοκιμαστεί πολλές διαφορετικές τεχνικές και υλικά που θα μπορούσαν να ενισχύσουν και σταματήσουν το πρόβλημα αυτό, συχνά με αρνητικά αποτελέσματα. Μελέτες και δοκιμές τις τελευταίες δεκαετίες έχουν δείξει καλά αποτελέσματα στη χρήση φυτικού ασβεστίου (calcium phytate) σε συνδυασμό με τη μέθοδο αποξίνισης (deacidification).

Τα μεταλλογαλλικά μελάνια παρουσιάζουν επιπλέον φθορές, όπως η απώλεια του συνδετικού μέσου, με αποτέλεσμα το κρακελάρισμά της ή την απολέπιση (εικ. 13). Σπανιότερα μπορεί να γίνει μεταφορά της μελάνης από την επαφή της σε κοντινές σελίδες, καθώς είναι αρκετά σταθερά στην επαφή, ακόμα και υπό συνθήκες αυξημένης υγρασίας τους, ενώ δεν κάθονται επιφανειακά στο υπόστρωμα, όπως τα μελάνια αιθάλης, αλλά διεισδύουν βαθιά στο πλέγμα του.

Εικόνα 36. Απολέπιση και απώλειες μεταλλογαλλικής μελάνης λόγω εξασθένισης του συνδετικού μέσου



Σύνοψη

Με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής μάθατε:

- τους σημαντικότερους τύπους μελάνης, τα χαρακτηριστικά και τις μεθόδους παρασκευής τους, και
- τα αίτια της διάβρωσης και το είδος των φθορών που εντοπίζονται σε κάθε τύπο μελάνης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΕ1

- **Barbier, Frederic** (2002). *Ιστορία του βιβλίου* (μτφρ. Μαρία Παπαηλιάδη), εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα
- **Barrett, Timothy** (1983). *Japanese Papermaking: Traditions, Tools and Techniques*, New York and Tokyo
- **Bloom, Jonathan** (2001). *Paper before Print: The history and impact of paper in the Islamic World* - Yale University Press, New Haven and London
- **Briquet, Charles Moise** (1907). *Les filigranes: Dictionnaire Historiquw des Marques du Papier des leir apparition vers 1282 jusqu'en 1600*. Leipzig
- **Carwell, Donald** (2000). *Ιστορία της Τεχνολογίας* (μτφρ. Δ. Κατσέρης), εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα
- **Clapperton, R.H.** (1967). *The Paper-making Machine: Its inventio, evolution and development*, Pergamon Press
- **Hobson, A.R.A** (1989). *Humanists and bookbinders: the origins and diffusion of the humanistic bookbinding 1459-1559, with a census of historiated plaqueette and medallion bindings of the renaissance*, Cambridge University Press, Cambridge
- **Hunter, Dard** (1943). *Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft*, Dover Publications, New York.
- **Karabacek, Joseph von** (1887/2001). *Arab Paper* (μτφρ. Don Baker), Archetype Publications, London
- **Lober, E.G.** (1982). *Paper mould and mouldmaker*, The Paper Publications Society, Amsterdam.
- **Loveday, Helen** (2001). *Islamic Paper: A Study of the Ancient Craft*, Archetype Publications, USA
- **Nakamura, Ann** (1994). *Washi basics*, Hall of Awa Japanese Handmade Paper, Japan
- **Soteriou, Alexandra** (1999). *Gift of Conquerors: Hand Paper-making in India*, Mapin Publications, USA
- **Tschudin, Peter** (1998). "Paper comes to Italy", *IPH Congress Book 12*
- **Turner, Silvie** (1998). *The Book of Fine Paper*, Thames and Hudson, London
- **Βάμβουκας, Γ. & Καρσαμπά, Δ.** (1990). *Χαρτοβιομηχανία και επιλεγμένα τελικά προϊόντα*, IOBE, Αθήνα
- **Βλέσσας, Μ. και Μαλακού, Μ.** (2010). *Ιστορία του Χαρτιού: Μια ιστορική και πολιτισμική διαδρομή δύο χιλιετιών*, εκδ. Αιώρα, Αθήνα

ΔΕ2

- **Adcock, E. P.** (1998). IFLA principles for the care and handling of library material *International Preservation Issues* (Vol. 1): International Federation of Library Associations.
- AIC (American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works) (2013). *Caring for your treasures*, Washington, DC: AIC
- **Barrow, W. J., & Sproull, R. C.** (1959). Permanence in book papers. *Science*, 129, 1075-1084
- **Sarris, N & Hepworth, P.** (2015). *Chapter 5: Conservation and Preservation*, COMST Handbook (Comparative Oriental Manuscript Studies) ed. Alessandro Bausi, Laura Parodi, Hamburg: Tredition, pp.540-580.
- **Roberts, J. C.** (1996). *The chemistry of paper*. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry.
- **Wilson, W. K.** (1995). Environmental guidelines for the storage of paper records (NISO TR01-95). Bethesda, MD: National Information Standards Organization.
- **Pinninger, David** (2001). *Pest Management in Museums, Archives and Historic Houses*, London: Archetype Publications
- **Ζερβός, Σ.** (2004). Κριτήρια και μεθοδολογία αποτίμησης καταλληλότητας επεμβάσεων συντήρησης χαρτιού, *Διδακτορική διατριβή*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- **Ζερβός, Σ.** (2015). *Συντήρηση και Διατήρηση Χαρτιού, Βιβλίων και Αρχαικού Υλικού*, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

ΔΕ3

- **Clarkson, C.** (1992). "Rediscovering parchment: the nature of the beast". *The Paper Conservator*, 16, 5-26.
- **Haines, B. M.** (2006b). "The fibre structure of leather". In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of leather*. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- **Haines, B. M.** (2006c). "The manufacture of parchment". In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of Leather* (pp. 198-199). Amsterdam: Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- **Kennedy, C. J., & Wess, T. J.** (2003). "The structure of collagen within parchment - A review". *Restaurator*, 24(2), 61-80.
- **Kireyeva, V.** (1999). "Examination of Parchment in Byzantine Manuscripts", *Restaurator*, Vol.39-47.

- **Mioni, E.** (1998), *Εισαγωγή στην Ελληνική Παλαιογραφία*, (μτφ. Ν. Παναγιωτάκης), Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης.
- **Reed, R.** (1972). *Ancient skins, parchments and leathers*. London; New York Seminar Press. Ltd.
- **Ryder, M.** (1964). "Parchment: its history, manufacture and composition", *Journal of the Society of Archivists*, 2:9, 391-399
- **Thomson, R.** (2006a). Leather. In E. May & M. Jones (Eds.), *Conservation Science. Heritage Materials* (pp. 92-120). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- **Thomson, R.** (2006b). "The manufacture of leather". In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of Leather and Related Materials* (pp. 66-81). Amsterdam: Elsevier.
- **Thomson, R.** (2006c). "The nature and properties of leather". In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of Leather and Related Materials* (pp. 1-3). Amsterdam: Elsevier.
- **Ανδρεοπούλου - Μάγκου, Ε.& Μαριολόπουλος, Θ.** (2006). *Το δέρμα : Δομή, τεχνολογία, φθορά, συντήρηση, ανάλυση*, Αθήνα : Ίων.
- **Ζερβός, Σ.** (2015). *Συντήρηση και Διατήρηση Χαρτιού, Βιβλίων και Αρχαιικού Υλικού*, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

ΔΕ4

- **Florian, M. L. E.** (2006). The mechanism of deterioration in leather. In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of leather and related materials*. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- **Haines, B. M.** (1977). Deterioration in leather bookbindings-our present state of knowledge. *The British Library Journal*, 59-70.
- **Haines, B. M.** (2006b). The fibre structure of leather. In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of leather*. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- **Haines, B. M.** (2006c). The manufacture of parchment. In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of Leather* (pp. 198-199). Amsterdam: Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- **Kowalik, R.** (1980). Decomposition of Parchment by Micro-organisms. *Restaurator*, 4(3-4), 200-208.
- **Kennedy, C. J., & Wess, T. J.** (2003). The structure of collagen within parchment - A review. *Restaurator*, 24(2), 61-80.
- **Kireyeva, V.** (1999). *Examination of Parchment in Byzantine Manuscripts*, *Restaurator*, Vol.39-47

- **Larsen, R., Poulsen, D. V., Juchauld, F., Jerosch, H., Odlyha, M., de Groot, J., . . . Badea, E.** (2005). *Damage assessment of parchment: complexity and relations at different structural levels*. Paper presented at the 14th ICOM-CC Preprints
- **Thomson, R.** (2006a). Leather. In E. May & M. Jones (Eds.), *Conservation Science. Heritage Materials* (pp. 92-120). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- **Thomson, R.** (2006b). The manufacture of leather. In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of Leather and Related Materials* (pp. 66-81). Amsterdam: Elsevier.
- **Thomson, R.** (2006c). The nature and properties of leather. In M. Kite & R. Thomson (Eds.), *Conservation of Leather and Related Materials* (pp. 1-3). Amsterdam: Elsevier.
- **Ανδρεοπούλου - Μάγκου, Ε.& Μαριολόπουλος, Θ.** (2006). *Το δέρμα: Δομή, τεχνολογία, φθορά, συντήρηση, ανάλυση*, Αθήνα : Ίων
- **Ζερβός, Σ.** (2015). *Συντήρηση και Διατήρηση Χαρτιού, Βιβλίων και Αρχαιακού Υλικού*, Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

ΔΕ5

- **Barrow, W.J.**, (1955). *Manuscripts and Documents - Their Deterioration and Restoration*, University of Virginia Press, Charlottesville, Virginia
- **Barrow, W.J.** (1980), *Inks*, Baker, JP (ed), Soroka, MC (ed) Stroudsburg / Dowden / Pennsylvania Hutchinson & Ross Inc. 36-52
- **Daniels, V.** (2000), *The Chemistry of Iron Gall Ink*, Newcastle University of Northumbria
- **Delange, E., Grange, M., Kusko, B., and Menei, E.** (1990): "Apparition de l'encre métallogallique en Égypte à partir de la collection de papyrus du Louvre". In: *Revue d'Égyptologie*, 41: 213-217.
- **Déroche, F., Berthier, A., In Waley, M. I., Dusingberre, D., Radzinowicz, D.,et al..** (2015). *Islamic codicology: An introduction to the study of manuscripts in Arabic script*. Al-Furqan Islamic Heritage Foundation, London
- **Diringer, D.** (1982): *The book before printing*, Dover
- Fuchs, R., Krekel, C. (1992), 'Iron gall ink - chemistry and conservation' Munich
- **Hahn, O., Malzer, W., Kanngießer, B., and Beckhoff, B.** (2004). Characterization of Iron Gall Inks in Historical Manuscripts using X-Ray Fluorescence Spectrometry. In: *X-Ray Spectrometry* 33, pp. 234-239.

- **Maniaci, M.** (2015), "Greek Codicology" In: *Comparative Oriental Manuscript Studies : An Introduction*, Ed. by A. Bausi (General editor), P. G. Borbone, F. Briquel-Chatonnet, P. Buzi et al.
- **Mineola. Goswamee, B.** (2006): "Traditional Method of Sancipat Making and Preparation of Ink in Ancient Assam". In: A. Sah (ed.): *Indigenous Methods and Manuscript Preservation*, National Mission for Manuscripts: New Delhi, 73-81.
- **Mioni,E.** (1998), *Εισαγωγή στην Ελληνική Παλαιογραφία*, Αθήνα : ΕΤΕ - Μορφωτικό Ίδρυμα
- **Neevel, J. C.**, "Phytate: a Potential Conservation Agent for the Treatment of Ink Corrosion caused by Iron gall Inks", *Restaurator* 16 (1995) 153 - 160
- **Neevel, Johan G.** Iron-gall-Ink Corrosion: Development and Analysis of the Conservation Treatment with Phytate. In: *Contributions of the Netherlands Institute for Cultural Heritage to the field of conservation and research*, Mosk, J.(ed) , Tennent, J.H.(ed) Amsterdam, Institute for Cultural heritage ICN, 2000.
- **Rabin, I.** (2012): "Archaeometry of the Dead Sea Scrolls". In: *Dead Sea Discoveries*, Vol. 20, pp. 124–142.
- **Strout, J.**, Inks on Manuscripts and Documents, Fourth Annual Seminar, Conservation of Archival Materials, Harry Ramsons Humanities Center, Austin (1985), p. 41-71.
- **Thompson, J.C.**, *Manuscripts Inks*, The Caber Press, Portland, Oregon (1996).
- **Pliny**, *Naturalis Historia*, Book XXXV, 25.
- **Zerdoun Bat-Yehouda, M.** (1983), *Les encres noires au Moyen Âge*, Paris: CNRS.
- **Ζερβός, Σ.** (2015). *Συντήρηση και Διατήρηση Χαρτιού, Βιβλίων και Αρχαιακού Υλικού*, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών