



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ




ΠΑΙΔΕΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ
2^ο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.

ΤΟ ΕΥΛΟ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

ΓΕΝΙΚΑ

Για την πλήρη αναγνώριση ενός είδους ξύλου είναι απαραίτητη η γνώση της δομής του. Μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα είδος ξύλου χρησιμοποιώντας τα **μακροσκοπικά χαρακτηριστικά** ή τα **μικροσκοπικά χαρακτηριστικά** του. Η μακροσκοπική αναγνώριση στηρίζεται ωστόσο και στα φυσικά χαρακτηριστικά του ξύλου (π.χ. βάρος, χρώμα, σχεδίαση, οσμή, σκληρότητα), αλλά και στα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, ειδικά αυτά της εγκάρσιας επιφάνειας (π.χ. ακτίνες, πρώιμο και όψιμο ξύλο, εγκάρδιο και σομφό ξύλο, ρητινοφόροι αγωγοί, πόροι, κ.ο.κ.). Για τον εντοπισμό των φυσικών χαρακτηριστικών του ξύλου, εκτός από τις αισθήσεις μας, χρησιμοποιούμε και ορισμένα τέστ, όπως λ.χ. χάραξη της επιφάνειας του ξύλου με το νύχι, αίσθηση του βάρους, κ.ά. Χρησιμοποιούμε επίσης και μικρό μεγεθυντικό φακό με τον οποίο παρατηρούμε λείες εγκάρσιες τομές ξύλου, τις οποίες δημιουργούμε με κοφτερό μαχαίρι ή ξυράφι.

Αν θελήσουμε να παρατηρήσουμε το είδος και το μέγεθος των κυττάρων του ξύλου, το είδος και τις λεπτομέρειες των ακτίνων και των βοθρίων και άλλα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου, τότε πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το μικροσκόπιο εφαρμόζοντας εργαστηριακές μεθόδους προετοιμασίας λεπτών δειγμάτων.

Ιδιαίτερες δυσκολίες παρουσιάζονται κατά την αναγνώριση ξύλου των κλαδιών, των ριζών, του ξύλου που προσβλήθηκε από μύκητες ή βακτήρια, του ξύλου με ανώμαλη δομή, καθώς και του ξύλου που βρίσκεται σε τάφους μέσα στο έδαφος ή σε ναυάγια πλοίων. Για τις περιπτώσεις αυτές εφαρμόζονται ειδικές μέθοδοι και τεχνικές.

Η αναγνώριση του ξύλου βρίσκει εφαρμογή στο εμπόριο, σε μονάδες κατεργασίας ξύλου, στους καταναλωτές προκειμένου να επιλέξουν το καταλληλότερο είδος για τις κατασκευές τους, σε επιστήμες, όπως λ.χ. αρχαιολογία, δενδροχρονολογία, εγκληματολογία, κ.ά.

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΞΥΛΟΥ

Η μικροσκοπική παρατήρηση του ξύλου γίνεται είτε με μικρές λεπτές τομές ξύλου ή με αποϊνωμένο ξύλο.

Η τεχνική δημιουργίας τέτοιων μικροτομών αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια:

- Προετοιμασία ξύλου
- Τομή
- Χρώση
- Στερέωση μικροτομών

1. Προετοιμασία ξύλου

Το ξύλο πρέπει να υποστεί μία διαδικασία μαλάκυνσης προκειμένου να καταστεί δυνατή η δημιουργία μικροτομών ξύλου με τη βοήθεια ειδικής συσκευής. Τα κύρια στάδια της διαδικασίας μαλάκυνσης είναι τα ακόλουθα:

- ❖ Πρώτα δημιουργούμε μικρούς κύβους ξύλου διαστάσεων 1x1x1cm κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι πλευρές του κύβου να αντιστοιχούν σε ακτινική, εφαπτομενική και εγκάρσια τομή του ξύλου. Η εγκάρσια τομή είναι κάθετη προς τον άξονα του δένδρου, η ακτινική τομή είναι κατά μήκος τομή, διέρχεται από την εντεριώνη και ακολουθεί την κατεύθυνση μίας ακτίνας, ενώ η εφαπτομενική τομή είναι κατά μήκος τομή, δηλαδή κάθετη προς την εγκάρσια τομή και εφάπτεται ενός ετησίου δακτυλίου. Τα στοιχεία δομής του ξύλου είναι διαφορετικά στις τρεις αυτές τομές.
- ❖ Στη συνέχεια εμβαπτίζουμε τους κύβους ξύλου πλήρως μέσα σε νερό ή τους βράζουμε με αποσταγμένο νερό σε κάψα rytex μέχρις ότου τα δείγματα ενυδατωθούν και βυθισθούν. Με το βράσιμο απομακρύνεται ο αέρας από τα αγγεία. Καλύτερα αποτελέσματα έχουμε εάν το δείγμα μεταφέρεται από το βραστό νερό σε κρύο νερό για λίγα λεπτά.
- ❖ Αποθηκεύουμε τα δείγματα σε διάλυμα ίσων μερών γλυκερίνης και αιθυλικής αλκοόλης ή γλυκερίνης, αιθυλικής αλκοόλης και νερού με αναλογία 1:2:3.

Σε περιπτώσεις πολύ σκληρών ξύλων, η μαλάκυνση επιτυγχάνεται με υδροφθορικό οξύ (HF) ή με διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου και οξικού οξέος ή με ατμό.

Μέθοδος υδροφθορικού οξέος

Μετά την πλήρη διαβροχή των κύβων ξύλου, τους τοποθετούμε σε διάλυμα υδροφθορικού οξέος και νερού σε αναλογία 2:1 ή 1:1, όπου παραμένουν για 2 ημέρες έως μερικές βδομάδες, ανάλογα με το είδος του ξύλου και την περιεκτικότητά του σε πυρίτιο (λ.χ. για δρύ 2 ημέρες, για ίταμο 4 ημέρες, για Teak 6 ημέρες). Στη συνέχεια και αφού απομακρύνουμε το πυρίτιο από την επιφάνεια του ξύλου, τοποθετούμε τα δείγματα σε μίγμα γλυκερίνης–αλκοόλης για μερικές ημέρες. Ο χειρισμός αυτός γίνεται μόνο στα πολύ σκληρά ξύλα που περιέχουν πυρίτιο.

Μέθοδος οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου

Τοποθετούμε τα δείγματα σε γυάλινο δοχείο που περιέχει μίγμα οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου σε αναλογία 1:1 και είναι συνδεδεμένο με υδρόψυκτο συμπυκνωτή. Βράζουμε ήπια το υγρό για μία ώρα και στη συνέχεια παίρνουμε τα δείγματα του ξύλου, τα οποία καθαρίζουμε σχολαστικά με νερό και είναι έτοιμα για τομές. Για πολύ σκληρά ξύλα, το βράσιμο διαρκεί 1 ½ ώρες ή και περισσότερο χρόνο. Συνέχιση του βρασμού πέραν του κανονικού προκαλεί αποΐνωση του ξύλου.

Μία άλλη μέθοδος μαλάκυνσης του ξύλου επιτυγχάνεται με πρόσπτωση ατμού στην επιφάνεια του δείγματος κατά τη διάρκεια τομής (μέθοδος ατμού).

Άλλες χημικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μαλάκυνση του ξύλου είναι οι ακόλουθες:

- Θειϊκό οξύ, ζεστό 0,5-5%
- Υδροξείδιο του καλίου (KOH), ζεστό, 2-4% σε αλκοόλη
- Υδροξείδιο του νατρίου (NaOH), ζεστό 0,5-5%, σε νερό
- Διάλυμα αλκοόλης-γλυκερίνης
- Γλυκερίνη (χειρισμός ξύλου με βράσιμο σε γλυκερίνη)
- Υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂)
- Φαινόλη σε 130–140°C
- Ουρία σε 150–160°C

Οι διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για μαλάκυνση του ξύλου, είναι δυνατό να προκαλέσουν διόγκωση και παραμόρφωση των ιστών, καθώς και μεταβολή της χημικής σύστασης του ξύλου σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Οι μεταβολές όμως αυτές δεν αλλάζουν τη δομή και τη μορφολογία των ξυλωδών κυττάρων και ιστών.

Εάν επιθυμούμε να δημιουργήσουμε τομές ξύλου προσβεβλημένου από μύκητες ή άλλους μικροοργανισμούς, τότε πρέπει να εμποτίσουμε το δείγμα με παραφίνη ή συνθετική ρητίνη για να ισχυροποιήσουμε τους ευπαθείς ιστούς του δείγματος και να είναι δυνατή η κατεργασία τους για τομή.

2. Τομή

Οι μικροτομές ξύλου γίνονται με χρήση ειδικής συσκευής που ονομάζεται **μικροτόμος**⁽¹⁾. Οι τομές πρέπει να είναι εγκάρσιες, ακτινικές και εφαπτομενικές. Κατά τη διενέργεια των τομών πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι κανόνες:

- ❖ Το μαχαίρι πρέπει να σχηματίζει γωνία 8-15° με την επιφάνεια του δείγματος.
- ❖ Το μαχαίρι πρέπει να σχηματίζει γωνία 45° σε σχέση με τους αυξητικούς δακτυλίους και τις ακτίνες.
- ❖ Η επιφάνεια του δείγματος κατά τη διάρκεια της τομής πρέπει να διατηρείται υγρή και οι μικροτομές να πιέζονται ελαφρά πάνω στην επιφάνεια του μαχαιριού με κατάλληλη βούρτσα για να παραμένουν επίπεδες και να μη περιστρέφονται.
- ❖ Οι μικροτομές μεταφέρονται με τη βοήθεια της βούρτσας σε γυάλινο δίσκο που περιέχει 70% αλκοόλη.
- ❖ Το πάχος των τομών πρέπει να είναι μέχρι 20 μm . Το ιδανικό πάχος είναι 15 μm .
- ❖ Οι γωνίες του μαχαιριού φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 1. Η γωνία α πρέπει να είναι 3-5° με τη μικρότερη τιμή για μαλακά ξύλα και τη μεγαλύτερη για σκληρά ξύλα.

⁽¹⁾ Μικροτόμος

Μικροτόμος είναι εργαστηριακή συσκευή δημιουργίας λεπτών τομών ξύλου για παρατήρηση σε μικροσκόπιο. Τυπικά αποτελείται από: μαχαίρι τομής, μηχανισμό στερέωσης του μαχαιριού και μηχανισμό συγκράτησης του δείγματος (βλ. Εικόνα 1). Υπάρχει σύστημα ρύθμισης της γωνίας και κλίσης του μαχαιριού, της επιθυμητής θέσης του δείγματος και της ανύψωσης του με ακρίβεια 1 μm . Το δείγμα σταθεροποιείται με σφιγκτήρες σε κατάλληλη θέση και ανάλογα με τον τύπο μικροτόμου, κατά την τομή κινείται είτε το δείγμα προς το ακίνητο μαχαίρι, είτε το μαχαίρι προς το ακίνητο δείγμα. Η ακόνιση του μαχαιριού είναι βασική προϋπόθεση για την παραγωγή μικροτομών ξύλου και γίνεται είτε χειρωνακτικά σε ακονόπετρα λεπτής υφής, είτε σε αυτόματο μηχανήμα.

3. Χρώση

Για να είναι εύκολη η παρατήρηση των διαφόρων μικροσκοπικών στοιχείων του ξύλου γίνεται χρώση των μικροτομών με χρωστικές ουσίες, οι οποίες χρωματίζουν ορισμένα χημικά συστατικά του ξύλου με αποτέλεσμα να είναι ευκρινής η διαφορά των δομικών στοιχείων στο μικροσκόπιο. Τέτοιες χρωστικές ουσίες είναι κυρίως η *σαφρανίνη*, η οποία χρωματίζει τη λιγνίνη κόκκινη, η *αιματοξυλίνη*, η οποία χρωματίζει την κυτταρίνη κυανή-ρόδινη, και η *fast green* (acid diamino triphenyl methane), η οποία χρωματίζει την κυτταρίνη πράσινη. Για τη χρώση εφελκυσμογενούς ξύλου χρησιμοποιείται ο συνδυασμός σαφρανίνης και fast green, ενώ για τη χρώση θλιψιγενούς ξύλου χρησιμοποιείται ο συνδυασμός σαφρανίνης και αιματοξυλίνης.

Για χρώση μικροτομών ξύλου με σαφρανίνη και αιματοξυλίνη ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία:

1. Απομάκρυνση της περίσσειας αλκοόλης με σταγονόμετρο
2. Κάλυψη της τομής με σαφρανίνη για 2 min
3. Προσθήκη αλκοόλης 50%
4. Πλύσιμο με απεσταγμένο νερό μέχρι να γίνει αποχρωματισμός του νερού
5. Κάλυψη με αιματοξυλίνη για 2 min
6. Πλύσιμο με νερό της βρύσης μέχρι να αποχρωματισθεί το νερό
7. Πλύσιμο διαδοχικά με αλκοόλη 50%, 70%, 95% και καθαρή αλκοόλη
8. Αντικατάσταση της αλκοόλης με ξυλόλιο
9. Τοποθέτηση σε αντικειμενοφόρο πλάκα και στερέωση

Η χρώση με σαφρανίνη γίνεται με τη παραπάνω μέθοδο, αλλά χωρίς τα στάδια 3, 5 και 6. Η σαφρανίνη προετοιμάζεται με μίξη ίσων μερών κορεσμένου διαλύματος σαφρανίνης σε απόλυτη αλκοόλη και κορεσμένου υδατικού διαλύματος σαφρανίνης που περιέχει ανιλίνη (3 cm^3 ανιλίνης σε 90 cm^3 νερού). Το διάλυμα παραμένει μερικούς μήνες πριν χρησιμοποιηθεί. Οι μικροτομές παραμένουν μέσα στο διάλυμα μερικές ώρες. Η υπόλοιπη σαφρανίνη επαναχρησιμοποιείται.

4. Στερέωση μικροτομών

Οι μικροτομές στερεώνονται επάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα με τη βοήθεια φυσικής ή συνθετικής ρητίνης. Επάνω στο παρασκεύασμα τοποθετείται καθαρή καλυπτρίδα και τυχόν φυσαλίδες αέρα που δημιουργούνται, απομακρύνονται με μικρής έντασης θέρμανση της αντικειμενοφόρου πλάκας. Μετά η καλυπτρίδα πιέζεται προσεκτικά και τοποθετείται κάτω από

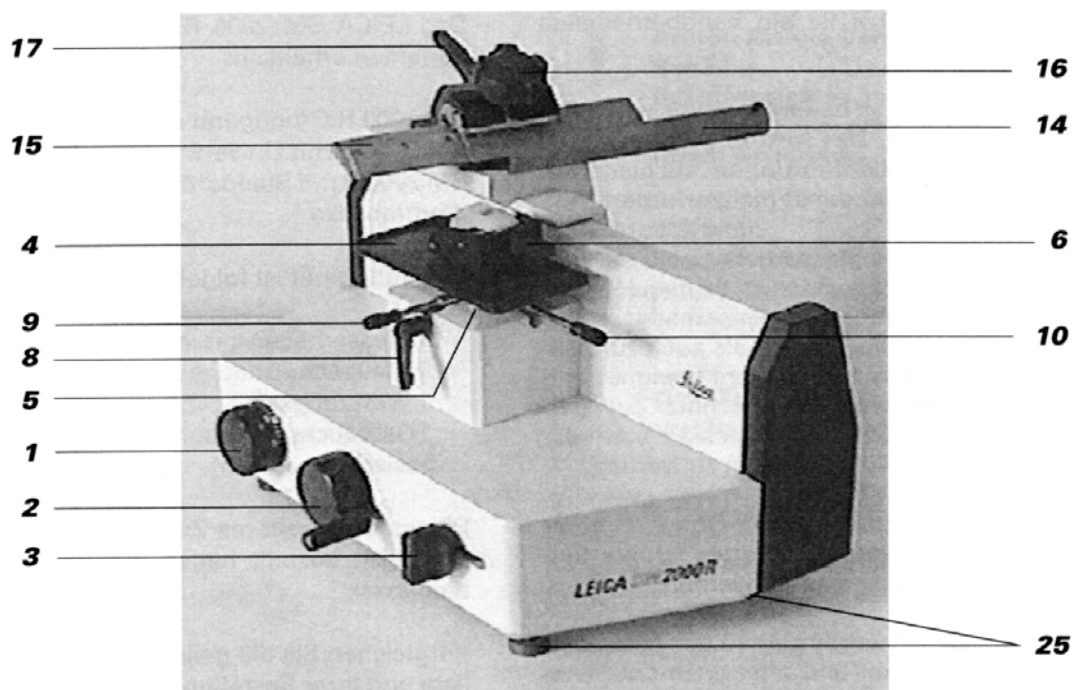
βάρος μέχρις ότου σκληρυνθεί η ρητίνη. Για προσωρινή στερέωση (έγκλειση) των τομών, χρησιμοποιείται γλυκερίνη 100% ή διαλυμένη σε νερό ή αλκοόλη (50%). Για στερέωση διάρκειας 3-15 ετών χρησιμοποιείται παχύρευστη γλυκερίνη και για μόνιμη στερέωση χρησιμοποιείται βάλσαμο του Καναδά ή πολυβυνιλική αλκοόλη.

Αποΐνωση

Μικροσκοπική παρατήρηση του ξύλου γίνεται επίσης και σε *αποϊνωμένο ξύλο*. Ωστόσο, απαιτείται στην περίπτωση αυτή να γίνει αποΐνωση του ξύλου. Έτσι γίνεται παρατήρηση των μεμονωμένων ξυλωδών κυττάρων στο μικροσκόπιο. Για αυτό το ξύλο τεμαχίζεται σε μικρά λεπτά ξυλόφυλλα πάχους 1 mm και μήκους 1-2 cm και τοποθετείται σε δοκιμαστικό σωλήνα. Στη συνέχεια προστίθεται διάλυμα ίσων μερών οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου (20%) και το διάλυμα θερμαίνεται μέσα σε πυριατήριο σε θερμοκρασία 60°C για 48 ώρες. Εάν χρησιμοποιήσουμε υψηλότερη θερμοκρασία 70°C και πυκνότερο υπεροξείδιο επιταχύνουμε την αποΐνωση σε 4-8 ώρες.

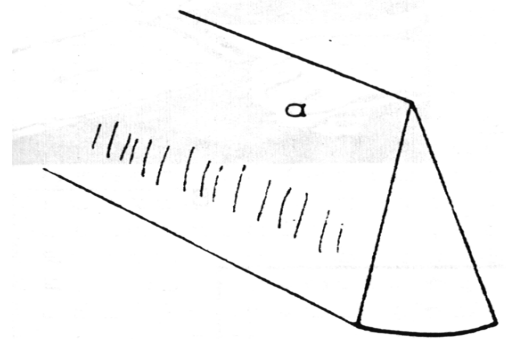
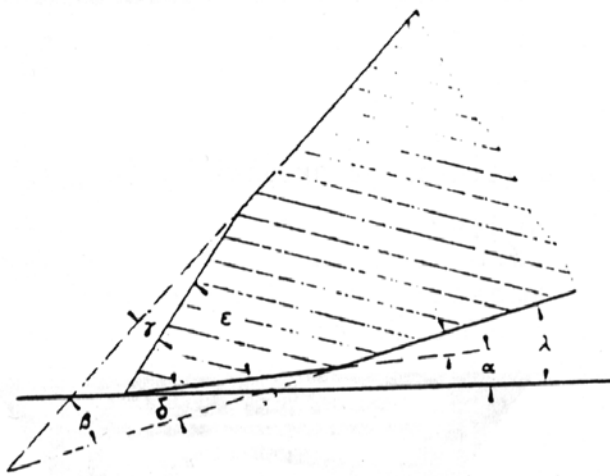
Ακολουθεί απομάκρυνση του διαλύματος και επανειλημμένη πλύση με νερό. Η αποΐνωση γίνεται με ισχυρή ανάδευση. Εάν θέλουμε να διατηρήσουμε τις ίνες για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα τις τοποθετούμε σε καθαρή αλκοόλη.

Για να κάνουμε μικροσκοπική παρατήρηση των κυττάρων, λαμβάνουμε ποσότητα αιωρήματος κυττάρων και το διηθούμε. Στη συνέχεια πιέζουμε την αντικειμενοφόρο πλάκα επάνω στα κύτταρα και το διηθητικό χαρτί με αποτέλεσμα ορισμένα κύτταρα να προσκολληθούν και μετά την ξήρανσή τους να είναι δυνατή η μικροσκοπική παρατήρηση. Για προετοιμασία μόνιμων παρασκευασμάτων, ακολουθούμε τις τεχνικές που περιγράψαμε για τις μικροτομές ξύλου.



ΕΙΚΟΝΑ 1. Μικροτόμος ολίσθησης για διενέργεια μικροτομών ξύλου.

- 1 Κομβίο ρύθμισης πάχους δοκιμίου
- 2 Τροχός αδρομερούς τροφοδοσίας
- 3 Χειροκίνητη τροφοδοσία
- 4 Συσκευή στερέωσης δείγματος
- 5 Κύλινδρος δείγματος
- 6 Στάνταρτ σύστημα στερέωσης δείγματος
- 7 Μοχλός καθορισμού κατεύθυνσης δείγματος
- 8 Κοχλίας ρύθμισης κατεύθυνσης δείγματος – άξονας χ
- 9 Κοχλίας ρύθμισης κατεύθυνσης δείγματος – άξονας ψ
- 10 Βάση ολίσθησης μαχαιριού
- 13 Σύστημα στερέωσης μαχαιριού
- 14 Μοχλός ρύθμισης γωνίας κοπής
- 15 Κλίμακα γωνίας κοπής



ΣΧΗΜΑ 1. Γωνίες ακμής μαχαιριού μικροτόμου: $\alpha = \lambda - \delta =$ ελεύθερη γωνία, $\beta =$ γωνία μαχαιριού, $\gamma =$ επάνω γωνία ακόνισης, $\delta = \delta' =$ κάτω γωνία ακόνισης.